

(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
7. Februar 2008 (07.02.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/015167 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 18/18 (2006.01) **C23C 18/31** (2006.01)
C23C 18/20 (2006.01) **C25D 5/56** (2006.01)

Rheinstasse 5, 67133 Maxdorf (DE). **JOSHI, Ketan**
[IN/DE]; Adalbert-Stifter-Str. 16, 68259 Mannheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/057753

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BASF AKTIENGESELLSCHAFT**; 67056 Ludwigshafen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

27. Juli 2007 (27.07.2007)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

06118399.2 3. August 2006 (03.08.2006) EP

(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, MT, 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).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BASF AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; 67056 Ludwigshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LOCHTMAN, Rene** [NL/DE]; M 7, 2, 68161 Mannheim (DE). **KACZUN, Jürgen** [DE/DE]; In den Backhauswiesen 15, 67157 Wachenheim (DE). **SCHNEIDER, Norbert** [DE/DE]; Madenburgstr.5f, 67122 Altrip (DE). **PFISTER, Jürgen** [DE/DE]; St.-Klara-Kloster-Weg 62b, 67346 Speyer (DE). **WAGNER, Norbert** [DE/DE]; Frankenstr. 6, 67112 Mutterstadt (DE). **KIEBURG, Christoffer** [DE/DE];

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(54) Title: DISPERSION FOR APPLYING A METAL LAYER

(54) Bezeichnung: DISPERSION ZUM AUFBRINGEN EINER METALLSCHICHT

(57) Abstract: The invention relates to a dispersion for applying a metal layer on to an electrically non-conducting substrate, comprising a) 0.1 to 99.8 wt. %, based on the total weight of components A, B, C and D, of an organic binder A; b) 0.1 to 30 wt. %, based on the total weight of components A, B, C and D, of carbon nanotubes as component B; c) 0.1 to 70 wt. %, based on the total weight of components A, B, C and D, of electrically conducting particles with an average particle diameter of 0.01 to 100 µm as C; d) 0 to 99.7 wt. %, based on the total weight of components A, B, C and D, of a solvent component D, a method for production of said dispersion, use of said dispersion, a method for production of a metal layer on the surface of an electrically non-conducting substrate and substrate surfaces and use thereof.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht auf einem elektrisch nicht leitfähigen Substrat, enthaltend a) 0,1 bis 99,8 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer organischen Bindemittelkomponente A; b) 0,1 bis 30 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D Kohlenstoff-Nanoröhren als Komponente B; c) 0,1 bis 70 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D elektrisch leitfähige Partikel mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 0,01 bis 100 nm als Komponente C; d) 0 bis 99,7 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer Lösemittelkomponente D, sowie Verfahren zur Herstellung dieser Dispersion, die Verwendung dieser Dispersion, Verfahren zur Herstellung einer Metallschicht auf der Oberfläche eines nicht elektrisch leitfähigen Substrats und Substratoberflächen sowie deren Verwendung.

WO 2008/015167 A1

Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht

Beschreibung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht, Verfahren zu deren Herstellung sowie Verfahren zur Herstellung einer Metallschicht auf einem Substrat mit Hilfe der Dispersion. Die Erfindung betrifft weiterhin derart beschichtete Substratoberflächen sowie deren Verwendung.
- 10 Zur Herstellung von elektrisch leitenden metallischen Schichten auf Substraten, die den elektrischen Strom nicht leiten, sind verschiedene Techniken bekannt. So können elektrisch nicht leitende Substrate, wie beispielsweise Kunststoffe, mit Metallen im Hochvakuum bedampft werden, wobei solche Verfahren aufwendig und kostspielig sind.
- 15 Üblicherweise werden Kunststoffe metallisiert, indem eine Reihe von Prozessschritten hintereinander durchgeführt wird. Hierbei erfolgt zunächst ein Oberflächenaktivierungsschritt durch starke Säuren oder Basen. Dabei kommen häufig gesundheitlich bedenkliche Substanzen wie beispielsweise Chromschwefelsäure zum Einsatz. Anschließend
- 20 findet eine Beschichtung der Kunststoffoberfläche durch Lösungen mit geeigneten Übergangsmetallkomplexen statt. Diese erlauben dabei eine Metallisierung der aktivierten Kunststoffoberfläche.
- 25 Leitfähige Beschichtungen auf nicht elektrisch leitfähigen Oberflächen können aber auch durch Leitlacke oder Leitpasten erhalten werden, die auf den Kunststoff aufgetragen werden und dabei jedoch eine gute Haftung auf dem Material aufweisen müssen.
- 30 DE-A 1 615 786 beschreibt beispielsweise Verfahren zur Herstellung von elektrisch leitenden Schichten auf elektrisch nicht leitenden Oberflächen mit Hilfe einer Lack-schicht, die fein verteiltes Eisen enthält. Der Lack soll außerdem ein organisches Lösemittel sowie bestimmte Anteile an Bindemittel enthalten.
- 35 Es ist jedoch bekannt, dass solche Leitlacke nur relativ geringe Leitwerte aufweisen, da die dispergierten metallischen Teilchen durch das Bindemittel keine zusammenhängende Leitschicht bilden. So erreichen die Leitwerte dieser Schichten nicht diejenigen von Metallfolien vergleichbarer Dicke. Eine Erhöhung des Anteils an Metallpigment innerhalb der Schicht würde zwar auch eine Erhöhung der Leitwerte zur Folge haben, jedoch treten hierbei häufig Probleme auf, beispielsweise eine zu geringe Haftfestigkeit

der leitenden Schicht auf der Kunststoffoberfläche oder eine schlechte Dispergierbarkeit der relativ schweren Metallteilchen in dem Lack.

5 DE-A 1 521 152 schlägt daher vor, einen Leitlack auf die elektrisch nicht leitende Oberfläche aufzubringen, der ein Bindemittel sowie fein verteiltes Eisen enthält und anschließend auf den Leitlack eine Schicht von Silber oder von Kupfer stromlos aufzubringen. Danach kann eine weitere Schicht stromlos oder galvanisch aufgebracht werden. Auch hier ist zur Erzielung ausreichender elektrischer Leitfähigkeiten ein hoher Gehalt an Eisen vorteilhaft, wodurch aber gleichermaßen Probleme bei der Dispergierbarkeit der relativ schweren Metallteilchen in dem Leitlack resultieren.

10

Eine weitere Methode zur Aufbringung einer leitfähigen Schicht auf elektrisch nicht leitenden Oberflächen, sind Beschichtungen auf Basis von leitfähigen organischen Polymeren. So beschreibt DE 198 41 804 die Herstellung von leitfähigen Strukturen aus Polyalkylendioxythiophen auf einem Träger mittels Inkjetdruck. Der Nachteil des Verfahrens ist jedoch die oft nicht ausreichende Haftung des leitfähigen Polymers auf vielen Trägermaterialien, sowie die zu geringe elektrische Leitfähigkeit über längere Distanzen. Ein weiterer Nachteil ist die geringe chemische Beständigkeit der resultierenden Schichten, die eine galvanische Metallabscheidung nicht zulassen.

15

20 Eine ebenfalls bekannte Methode zur Bereitstellung von Kunststoffen, die eine elektrische Leitfähigkeit besitzen (was für eine galvanische Metallabscheidung eine notwendige Voraussetzung ist), ist die Einarbeitung von Kohlenstoff-Nanoröhren -oftmals auch bezeichnet als "Carbon Nanotubes" oder "Kohlenstoffnanofibrillen"- in Kunststoff. Diese elektrisch leitfähigen Kohlenstoff-Nanoröhren haben außerdem die Vorteile, ein z.B. gegenüber Metallpulvern geringes Gewicht zu haben und Kunststoffen üblicherweise eine erhöhte Zähigkeit verleihen (s. z.B. US 2006/0025515 A1). Nachteilig bei der Herstellung von kohlenstoff-nanoröhren-haltigen Kunststoffen, bei denen der komplette Kunststoff mit diesen Partikeln gefüllt ist, sind die vergleichsweise hohen Kosten, die

25

30

meist schlechte Einarbeitbarkeit der Kohlenstoffnanoröhren sowie die üblicherweise verringerte Fließfähigkeit der Kunststoffmischungen.

Die DE 102 59 498 A1 offenbart elektrisch leitfähige Thermoplaste enthaltend sowohl eine teilchenförmige Kohlenstoffverbindung wie Ruß oder Graphit, als auch Kohlenstoffnanofibrillen. Die dort beschriebenen Kunststoffmischungen weisen neben der elektrischen Leitfähigkeit eine gute Fließfähigkeit, gute Oberflächenqualität sowie hohe Zähigkeit auf. Sie eignen sich insbesondere zur elektrostatischen Lackierung.

35

Der Nachteil solcher Polymermischungen ist die oft nur sehr langsame oder gar nicht mögliche Metallabscheidung bei der galvanischen Metallisierung. Außerdem ist die Fließfähigkeit von Dispersionen auf Basis von Leitruß und/ oder Kohlenstoffnanoröhren für viele Beschichtungsanwendungen nicht ausreichend.

40

(Weitere Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren sind die schlechte Haftung sowie die fehlende Homogenität und Durchgängigkeit der durch stromlose oder galvanische Metallisierung abgeschiedenen Metallschicht. Dies ist unter anderen darauf zurückzuführen, dass die elektrisch leitfähigen Partikel in einem Matrixmaterial eingebettet sind und deswegen nur zu einem geringen Teil frei an der Oberfläche liegen und somit nur ein geringer Teil dieser Partikel für eine stromlose und/oder galvanische Metallisierung zur Verfügung steht. Dies ist vor allem beim Einsatz von sehr kleinen Partikeln (Partikel im Mikro- bis Nanometerbereich) problematisch. Die Ausbildung einer homogenen durchgängigen Metallbeschichtung ist dadurch nur sehr schwer oder sogar überhaupt nicht realisierbar, wodurch die Prozesssicherheit nicht gegeben ist. Durch eine vorhandene Oxidschicht auf den elektrisch leitfähigen Partikeln wird dieser Effekt sogar noch verstärkt.

Ein weiterer Nachteil der bereits bekannten Verfahren ist die langsame stromlose und/oder galvanische Metallisierung. Durch die Einbettung der elektrisch leitfähigen Partikel im Matrixmaterial ist die Anzahl der an der Oberfläche freiliegenden Partikel, die als Wachstumskeime für die stromlose und/oder galvanische Metallisierung zur Verfügung stehen, gering. Dies liegt u.a. auch daran, dass bei der Applikation von zum Beispiel Druckdispersionen, die schweren Metallpartikel in das Matrixmaterial einsinken und somit nur wenige Metallpartikel an der Oberfläche verbleiben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung optimierter Systeme zur homogenen und durchgängigen metallischen Beschichtung von elektrisch nicht leitenden Substraten, insbesondere unter Einsatz von Leitlacken- oder -dispersionen, die gegenüber bekannten Systemen eine verbesserte Eigenschaftskombination aus geringem Gewicht, guter Haftung, Dispergierbarkeit, Fließfähigkeit und hoher elektrischer Leitfähigkeit, sowie schneller Metallisierbarkeit besitzen.

Weiterhin ist die Aufgabe der Erfindung, ein alternatives Verfahren bereitzustellen, durch welches elektrisch leitfähige, strukturierte oder vollflächige Oberflächen auf einem Träger hergestellt werden können, bei denen diese Oberflächen homogen und durchgehend elektrisch leitfähig sind.

Demgemäß wurde eine Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht auf einem elektrisch nicht leitfähigen Substrat gefunden, enthaltend

- a 0,1 bis 99,8 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer organischen Bindemittelkomponente A;
- b 0,1 bis 30 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D Kohlenstoff-Nanoröhren als Komponente B;

- c 0,1 bis 70 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D elektrisch leitfähige Partikel mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 0,01 bis 100 µm als Komponente C;

5

- d 0 bis 99,7 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer Lösemittelkomponente D.

10 Weiterhin wurden Verfahren zur Herstellung dieser Dispersion, die Verwendung dieser Dispersion, Verfahren zur Herstellung einer Metallschicht auf der Oberfläche eines nicht elektrisch leitfähigen Substrats und Substratoberflächen sowie deren Verwendung gefunden.

15 Die erfindungsgemäßen Dispersionen sind wesentlich für die Bereitstellung optimierter Systeme zur metallischen Beschichtung von elektrisch nicht leitenden Substraten, insbesondere unter Einsatz von Leitlacken- oder -dispersionen, die gegenüber bekannten Systemen eine verbesserte Eigenschaftskombination aus geringem Gewicht, guter Haftung, Dispergierbarkeit, Fließfähigkeit und hoher elektrischer Leitfähigkeit besitzen.

20 Die erfindungsgemäßen Dispersionen sowie die weiteren erfindungsgemäßen Gegenstände, Verfahren und Verwendungen werden im folgenden beschrieben.

25 Die erfindungsgemäße Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht auf einem elektrisch nicht leitfähigen Substrat umfasst, bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D, welches insgesamt 100 Gew.-% ergibt,

- a 0,1 bis 99,8 Gew.-%, bevorzugt 2 bis 87,5 Gew.-%, besonders bevorzugt 4 bis 80 Gew.-% der Komponente A,
b 0,1 bis 30 Gew.-%, bevorzugt 0,5 bis 20 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 15 Gew.-% der Komponente B,
30 c 0,1 bis 70 Gew.-%, bevorzugt 2 bis 65 Gew.-%, besonders bevorzugt 4 bis 55 Gew.-% der Komponente C, und
d 0 bis 99,7 Gew.-%, bevorzugt 10 bis 95,5 Gew.-%, besonders bevorzugt 15 bis 91 Gew.-% der Komponente D.

35

Die erfindungsgemäße Dispersion kann außer den genannten Komponenten A bis D mindestens eine der Komponenten

- 40 e 0,1 bis 20 Gew.-%, bevorzugt 0,5 bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 6 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A - D einer Dispergiermittelkomponente E; sowie

- f 0,1 bis 40 Gew.-%, bevorzugt 0,5 bis 30 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 10 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A - D zumindest ein weiteres Additiv F enthalten.

5

Die einzelnen Komponenten der erfindungsgemäßen Dispersion werden im folgenden beschrieben:

10 Komponente A

Bei der organischen Bindemittelkomponente A handelt es sich um ein Bindemittel oder Bindemittelgemisch. Mögliche Bindemittel sind Bindemittel mit pigmentaffiner Ankergruppe, natürliche und synthetische Polymere und deren Derivate, Naturharze sowie
15 synthetische Harze und deren Derivate, Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk, Proteine, Cellulosederivate, trocknende und nicht trocknende Öle und dergleichen. Diese können - müssen jedoch nicht - chemisch oder physikalisch härtend, beispielsweise luftaushärtend, strahlungshärtend oder temperaturhärtend, sein.

20 Vorzugsweise handelt es sich bei der Bindemittelkomponente A um ein Polymer oder Polymergemisch.

Bevorzugte Polymere als Komponente A sind ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol); ASA (Acrylnitril-Styrol-Acrylat); acrylierte Acrylate; Alkydharze; Alkylvinylacetate; Alkylvinylacetat-Copolymere, insbesondere Methylenvinylacetat, Ethylenvinylacetat, Butylenvinylacetat; Alkylenvinylchlorid-Copolymere; Aminoharze; Aldehyd- und Ketonharze; Cellulose und Cellulosederivate, insbesondere Alkylcellulose, Celluloseester, wie -Acetate, -Propionate, -Butyrate, Celluloseether, Carboxyalkylcellulosen, Cellulosenitrat; Epoxyacrylate; Epoxidharze; modifizierte Epoxidharze, zum Beispiel bifunktionelle oder
25 polyfunktionelle Bisphenol A oder Bisphenol F-Harze, Epoxy-Novolak-Harze, bromierte Epoxidharze, cycloaliphatische Epoxidharze; aliphatische Epoxidharze, Glycidether, Vinylether, Ethylenacrylsäurecopolymere; Kohlenwasserstoffharze; MABS (transparentes ABS mit Acrylat-Einheiten enthaltend); Melaminharze, Maleinsäureanhydridcopolymerisate; Methacrylate, gegebenenfalls aminfunktionalisiert; Naturkautschuk; synthetischer Kautschuk; Chlorkautschuk; Naturharze; Kollophoniumharze; Schellack; Phenolharze; Polyester; Polyesterharze wie Phenylesterharze; Polysulfone; Polyethersulfone; Polyamide; Polyimide; Polyaniline; Polypyrrole; Polybutylenterephthalat (PBT); Polycarbonat (zum Beispiel Makrolon® der Bayer MaterialScience AG); Polyesteracrylate; Polyetheracrylate; Polyethylen; Polyethylenthiothiophene; Polyethylennaphthalate;
35 Polyethylenterephthalat (PET); Polyethylenterephthalat-Glykol (PETG); Polypropylen; Polymethylmethacrylat (PMMA); Polyphenylenoxid (PPO); Polystyrole (PS), Poly-

tertrafluorethylen (PTFE); Polytetrahydrofuran; Polyether (zum Beispiel Polyethylenglykol, Polypropylenglykol), Polyvinylverbindungen, insbesondere Polyvinylchlorid (PVC), PVC-Copolymere, PVdC, Polyvinylacetat sowie deren Copolymere, gegebenenfalls teilhydrolysiertes Polyvinylalkohol, Polyvinylacetale, Polyvinylacetate, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylether, Polyvinylacrylate und -methacrylate in Lösung und als Dispersion sowie deren Copolymere, Polyacrylsäureester und Polystyrolcopolymere; Polystyrol (schlagfest oder nicht schlagfest modifiziert; Polyurethane, unvernetzte beziehungsweise mit Isocyanaten versetzt; Polyurethanacrylate; Styro-Acryl-Copolymere; Styrol-Butadien-Blockcopolymere (zum Beispiel Styroflex® oder Styrolux® der BASF Aktiengesellschaft, K-Resin™ der CPC); Proteine wie zum Beispiel Casein; SIS; SPS-Blockcopolymere; Triazin-Harz, Bismaleimid-Triazin-Harz (BT), Cyanatester-Harz (CE), Allylierter Polyphenylenether (APPE). Weiterhin können Mischungen zweier oder mehrerer Polymere die organische Bindemittelkomponente A) bilden.

Bevorzugte Polymere als Komponente A sind Acrylate, Acrylatharze, Cellulosederivate, Methacrylate, Methacrylatharze, Melamin und Aminoharze, Polyalkylene, Polyimide, Epoxidharze, modifizierte Epoxidharze, zum Beispiel bifunktionelle oder polyfunktionelle Bisphenol A oder Bisphenol F-Harze, Epoxy-Novolak-Harze, bromierte Epoxidharze, cycloaliphatische Epoxidharze; aliphatische Epoxidharze, Glycidether, Vinylether, und Phenolharze, Polyurethane, Polyester, Polyvinylacetale, Polyvinylacetate, Polystyrole, Polystyrol-copolymere, Polystyrolacrylate, Styrol-Butadien-Blockcopolymere, Alkylvinylacetate und Vinylchlorid-Copolymere, Polyamide sowie deren Copolymere.

Bei der Herstellung von Leiterplatten werden als Komponente A für die Dispersion bevorzugt thermisch oder strahlungshärtende Harze, zum Beispiel modifizierte Epoxidharze, wie bifunktionelle oder polyfunktionelle Bisphenol A oder Bisphenol F-Harze, Epoxy-Novolak-Harze, bromierte Epoxidharze, cycloaliphatische Epoxidharze; aliphatische Epoxidharze, Glycidether, Cyanatester, Vinylether, Phenolharze, Polyimide, Melaminharze und Aminoharze, Polyurethane, Polyester sowie Cellulosederivate eingesetzt.

Komponente B

Als Komponente B enthalten die erfindungsgemäßen Dispersionen Kohlenstoff-Nanoröhren. Kohlenstoff-Nanoröhren und deren Herstellung sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben, beispielsweise in US 2005/0186378 A1. Die Synthese von Kohlenstoff-Nanoröhren kann beispielsweise in einem Reaktor durchgeführt werden, der ein Kohlenstoff enthaltendes Gas und einen Metallkatalysator enthält (siehe beispielsweise US-A 5643502). Kohlenstoff-Nanoröhren werden kommerziell

vertrieben, beispielsweise von Bayer MaterialScience AG, der Fa. Hyperion Catalysis oder der Fa. Applied Sciences Inc.

5 Bevorzugte Kohlenstoff-Nanoröhren haben typischerweise eine ein- oder mehrwandige röhrenförmige Struktur. Einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren ("SWCN") werden aus einer einzelnen graphitischen Kohlenstoffschicht gebildet, mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren ("MWCN") aus mehreren solcher graphitischen Kohlenstoffschichten. Die Graphitschichten sind in konzentrischer Art um die Zylinderachse angeordnet. Kohlenstoff-Nanoröhren haben in der Regel einen Längen-zu-Durchmesserverhältnis von wenigstens 5, vorzugsweise von mindestens 100, besonders bevorzugt von mindestens 1000. Der Durchmesser der Nanoröhren liegt typischerweise im Bereich von 0,002 bis 0,5 μm , vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 0,08 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 0,006 bis 0,05 μm . Die Länge der Kohlenstoff-Nanoröhren beträgt typischerweise 0,5 bis 1000 μm , vorzugsweise 0,8 bis 100 μm , besonders bevorzugt 1 bis 10 μm . Die Kohlenstoff-Nanoröhren besitzen einen hohlen, zylinderförmigen Kern, um den die Graphitschichten formal gewickelt sind. Dieser Hohlraum hat typischerweise einen Durchmesser von 0,001 bis 0,1 μm , bevorzugt einen Durchmesser von 0,008 bis 0,015 μm . In einer typischen Ausführungsform der Kohlenstoff-Nanoröhren besteht die Wand der Röhre um den Hohlraum beispielsweise aus 8 Graphitlagen. Die Kohlenstoff-Nanoröhren können dabei als Aggregate von bis zu 1000 μm Durchmesser, vorzugsweise bis zu 500 μm Durchmesser aus mehreren Nanoröhren vorliegen. Die Aggregate können die Form von Vogelnestern, von gekämmtem Garn oder von offenen Netzstrukturen besitzen.

25 Die Zugabe der Kohlenstoff-Nanoröhren zur erfindungsgemäßen Dispersion kann in einer Ausführungsform der Erfindung dadurch erfolgen, dass die Kohlenstoff-Nanoröhren zuerst in die Bindemittelkomponente A eingearbeitet werden; falls es sich bei Komponente A um ein Polymer oder ein Polymergemisch handelt, kann diese Einarbeitung während oder nach der Polymerisation der Monomere zur Bindemittelkomponente A erfolgen. Erfolgt die Zugabe der Nanoröhren nach der Polymerisation, so erfolgt sie vorzugsweise durch Zugabe zur Polymerschmelze in einem Extruder oder in einem Knetter. Durch den Compoundiervorgang im Knetter oder Extruder können Aggregate von Kohlenstoff-Nanoröhren weitgehend oder sogar vollständig zerkleinert werden und die Kohlenstoff-Nanoröhren in der Polymermatrix dispergiert werden.

35 In einer bevorzugten Ausführungsform der vorab durchgeführten Einarbeitung der Kohlenstoff-Nanoröhren in die Bindemittelkomponente A können die Kohlenstoff-Nanoröhren als hochkonzentrierte Masterbatche in Polymeren, die bevorzugt aus der Gruppe der als Komponente A eingesetzten Polymere gewählt werden, zudosiert werden. Die Konzentration der Kohlenstoff-Nanoröhren in den Masterbatchen liegt üblicherweise im Bereich von 5 bis 50, bevorzugt 8 bis 30, besonders bevorzugt im Be-

40

reich von 12 bis 25 Gew.-%. Die Herstellung von Masterbatchen ist beispielsweise in US-A 5643502 beschrieben. Durch den Einsatz von Masterbatchen kann insbesondere die Zerkleinerung der Aggregate verbessert werden.

- 5 Die Kohlenstoff-Nanoröhren können bedingt durch die Einarbeitung in die Dispersion , bzw. durch die vorab erfolgte Einarbeitung in Komponente A, kürzere Längenverteilungen als ursprünglich eingesetzt aufweisen.

10 Komponente C

- Als Komponente C sind alle elektrisch leitfähigen Partikel mit beliebiger Geometrie aus jedem beliebigen elektrisch leitfähigen Material, aus Mischungen verschiedener elektrisch leitfähiger Materialien oder auch aus Mischungen von elektrisch leitfähigen und
- 15 nicht leitfähigen Materialien geeignet, die einen mittleren Teilchendurchmesser von 0,001 bis 100 µm, bevorzugt von 0,005 bis 50 µm, besonders bevorzugt von 0,01 bis 10 µm, aufweisen (bestimmt durch Laserbeugungsmessung an einem Gerät Microtrac X100). Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter "elektrisch leitfähigen Partikeln" solche Partikel verstanden, deren elektrischer Widerstand weniger als 10⁹
- 20 Ohm beträgt. Geeignete elektrisch leitfähige Materialien sind zum Beispiel Kohlenstoff (Ruß, Graphit), elektrisch leitfähige Metallkomplexe, leitfähige organische Verbindungen oder leitfähige Polymere, wie zum Beispiel Polythiophene oder Polypyrrole, oder Metalle, vorzugsweise Zink, Nickel, Kupfer, Zinn, Kobalt, Mangan, Eisen, Magnesium, Blei, Chrom, Wismut, Silber, Gold, Aluminium, Titan, Palladium, Platin, Tantal sowie
- 25 Legierungen hiervon oder Metallgemische, die mindestens eines dieser Metalle enthalten. Geeignete Legierungen sind beispielsweise CuZn, CuSn, CuNi, SnPb, SnBi, SnCo, NiPb, ZnFe, ZnNi, ZnCo und ZnMn. Insbesondere bevorzugt sind Aluminium, Eisen, Kupfer, Nickel, Silber, Zinn, Zink, sowie deren Mischungen. Besonders bevorzugt ist Eisenpulver und Kupferpulver.

- 30 Das Metall kann neben dem metallischen Anteil auch einen nicht-metallischen Anteil aufweisen. So kann die Oberfläche des Metalls zumindest teilweise mit einer Beschichtung ("Coating") versehen sein. Geeignete Coatings können anorganischer (zum Beispiel SiO₂, Phosphate) oder organischer Natur sein. Selbstverständlich kann das Metall
- 35 auch mit einem weiteren Metall oder Metalloxid geccoatet sein. Ebenfalls kann das Metall in teilweise oxidiert Form vorliegen.

- Die Metallpulverpartikel können grundsätzlich jede beliebige Form aufweisen, beispielsweise sind nadelförmige, plattenförmige oder kugelförmige Metallpartikel einsetz-
- 40 bar, bevorzugt sind kugel- und plattenförmige. Derartige Metallpulver sind gängige Handelswaren oder können mittels bekannter Verfahren leicht hergestellt werden, etwa

durch elektrolytische Abscheidung oder chemische Reduktion aus Lösungen der Metallsalze oder durch Reduktion eines oxidischen Pulvers beispielsweise mittels Wasserstoff, durch Versprühen oder Verdüsen einer Metallschmelze, insbesondere in Kühlmedien, beispielsweise Gasen oder Wasser. Im Falle des Eisens sind bevorzugt das Gas- und Wasserverdüsen sowie die Reduktion von Eisenoxiden. Metallpulver der bevorzugten Korngröße können auch durch Vermahlung größerer Metallpulver hergestellt werden. Hierzu eignet sich zum Beispiel eine Kugelmühle.

In besonders bevorzugter Weise werden Metallpulver mit kugelförmigen Partikeln, insbesondere Carbonyleisenpulver, verwendet.

Die Herstellung von Carbonyleisenpulvern durch thermische Zersetzung von Eisenpentacarbonyl ist bekannt und wird beispielsweise in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, Volume A14, Seite 599, beschrieben. Die Zersetzung des Eisenpentacarbonyls kann beispielsweise bei erhöhten Temperaturen in einem beheizbaren Zersetzer erfolgen, der ein Rohr aus einem hitzebeständigen Material wie Quarzglas oder V2A-Stahl in vorzugsweise vertikaler Position umfasst, das von einer Heizeinrichtung, beispielsweise bestehend aus Heizbändern, Heizdrähten oder aus einem von einem Heizmedium durchströmten Heizmantel, umgeben ist.

Die mittleren Teilchendurchmesser der sich abscheidenden Carbonyleisenpulver können durch die Verfahrensparameter und Reaktionsführung bei der Zersetzung in weiten Bereichen gesteuert werden und liegen in der Regel bei 0,01 bis 100 µm, bevorzugt von 0,1 bis 50 µm, besonders bevorzugt von 0,5 bis 10 µm.

Sollen zwei unterschiedliche Metalle die Komponente C bilden, so kann dies durch eine Mischung zweier Metalle erfolgen. Insbesondere bevorzugt ist es, wenn die beiden Metalle ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Eisen, Kupfer, Silber, Zink und Zinn.

Die Komponente C kann jedoch auch ein erstes Metall und ein zweites Metall enthalten, bei dem das zweite Metall in Form einer Legierung (mit dem ersten Metall oder einem oder mehreren anderen Metallen) vorliegt, oder die Komponente C enthält zwei unterschiedlichen Legierungen. Auch für diese beiden Fälle sind jeweils die Metallkomponenten voneinander verschieden, so dass deren Metallteilchenform unabhängig voneinander gleich oder verschieden gewählt werden kann.

Neben der Auswahl der Metalle hat die Metallteilchenform der Metalle einen Einfluss auf die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Dispersion nach einer Beschichtung. Im Hinblick auf die Form sind zahlreiche dem Fachmann bekannte Varianten möglich. Die Form des Metallteilchens kann beispielsweise nadelförmig, zylindrisch, plattenförmig

oder kugelförmig sein. Diese Teilchenformen stellen idealisierte Formen dar, wobei die tatsächliche Form, beispielsweise herstellungsbedingt, mehr oder weniger stark hiervon abweichen kann. So sind beispielsweise tropfenförmige Teilchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine reale Abweichung der idealisierten Kugelform.

5

Metalle mit verschiedenen Teilchenformen sind kommerziell erhältlich.

Sofern sich die Metallkomponenten in ihrer Metallteilchenform unterscheidet, ist bevorzugt, wenn die erste kugelförmig und die zweite plattenförmig oder nadelförmig ist.

10

Im Falle unterschiedlicher Teilchenformen sind ebenfalls die Metalle Aluminium, Eisen, Kupfer, Silber, Zink und Zinn bevorzugt.

15 Komponente D

Weiterhin enthält die erfindungsgemäße Dispersion eine Lösemittelkomponente D. Diese besteht aus einem Lösemittel oder einem Lösemittelgemisch.

20

Geeignete Lösemittel sind zum Beispiel aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe (zum Beispiel n-Octan, Cyclohexan, Toluol, Xylol), Alkohole (zum Beispiel Methanol, Ethanol, 1-Propanol, 2-Propanol, 1-Butanol, 2-Butanol, Amylalkohol), mehrwertige Alkohole wie Glycerin, Ethylenglykol, Propylenglykol, Neopentylglykol, Alkylester (zum Beispiel 25 Methylacetat, Ethylacetat, Propylacetat, Butylacetat, Isobutylacetat, Isopropylacetat, 3-Methylbutanol), Alkoxyalkohole (zum Beispiel Methoxypropanol, Methoxybutanol, Ethoxypropanol), Alkylbenzole (zum Beispiel Ethylbenzol, Isopropylbenzol), Butylglykol, Butyldiglykol, Alkylglykolacetate (zum Beispiel Butylglykolacetat, Butyldiglykolacetat), Carbonate (zum Beispiel Ethylencarbonat und Propylencarbonat), Chloroform, Diacetonalkohol, Diglykoldialkylether, Diglykolmonoalkylether, Dipropylenglykoldialkylether, Dipropylenglykolmonoalkylether, Diglykolalkyletheracetate, Dipropylenglykolalkyletheracetate, Dioxan, Dipropylenglykol und -ether, Diethylenglykol und -ether, DBE (dibasic Ester), Ether (zum Beispiel Diethylether, Tetrahydrofuran), Ethylenchlorid, Ethylenglykol, Ethylenglykolacetat, Ethylenglykoldimethylester, Kresol, Lactone (zum Beispiel Butyrolacton), Ketone (zum Beispiel Aceton, 2-Butanon, Cyclohexanon, Methylethylketon (MEK), Methylisobutylketon (MIBK), Methyldiglykol, 35 Methylenchlorid, Methylenglykol, Methylglykolacetat, Methylphenol (ortho-, meta-, para-Kresol), Pyrrolidone (zum Beispiel N-Methyl-2-pyrrolidon), Propylenglykol, Propylencarbonat, Tetrachlorkohlenstoff, Toluol, Trimethylolpropan (TMP), aromatische Kohlenwasserstoffe und Gemische, aliphatische Kohlenwasserstoffe und Gemische, alko-

40

holische Monoterpene (wie zum Beispiel Terpeneol), Wasser sowie Mischungen aus zwei oder mehreren dieser Lösemittel.

- Bevorzugte Lösemittel sind Alkohole (zum Beispiel Ethanol, 1-Propanol, 2-Propanol, Butanol), Alkoxyalkohole (zum Beispiel Methoxypropanol, Ethoxypropanol, Butylglykol, Butyldiglykol), Butyrolacton, Diglykoldialkylether, Diglykolmonoalkylether, Dipropylenglykoldialkylether, Dipropylenglykolmonoalkylether, Ester (zum Beispiel Ethylacetat, Butylacetat, Butylglykolacetat, Butyldiglykolacetat, Diglykolalkyletheracetate, Dipropylenglykolalkyletheracetate, DBE), Ether (zum Beispiel Tetrahydrofuran), mehrwertige Alkohole wie Glycerin, Ethylenglykol, Propylenglykol, Neopentylglykol, Ketone (zum Beispiel Aceton, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Cyclohexanon), Kohlenwasserstoffe (zum Beispiel Cyclohexan, Ethylbenzol, Toluol, Xylol), N-Methyl-2-pyrrolidon, Wasser sowie Mischungen davon.
- Wenn die Dispersion mit einem Inkjet-Verfahren auf den Träger aufgebracht wird, sind Alkoxyalkohole (zum Beispiel Ethoxypropanol, Butylglykol, Butyldiglykol) und mehrwertige Alkohole wie Glycerin, Ester (zum Beispiel Butyldiglykolacetat, Butylglykolacetat, Dipropylenglykolmethyletheracetate), Wasser, Cyclohexanon, Butyrolacton, N-Methyl-Pyrrolidon, DBE sowie Mischungen davon als Lösungsmittel besonders bevorzugt.

Komponente E

- Die erfindungsgemäße Dispersion kann weiterhin eine Dispergiermittelkomponente E enthalten. Diese besteht aus einem oder mehreren Dispergiermitteln.

Grundsätzlich sind alle dem Fachmann für die Anwendung in Dispersionen bekannten und im Stand der Technik beschriebenen Dispergiermittel geeignet. Bevorzugte Dispergiermittel sind Tenside oder Tensidgemische, beispielsweise anionische, kationische, amphotere oder nichtionische Tenside.

Weiterhin bevorzugt sind, die dem Fachmann bekannten, kommerziell erhältlichen, oligomeren und polymeren Dispergiermittel, wie in CD Römpf Chemie Lexikon - Version 3.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 2006, Stichwort "Dispergierhilfsmittel" beschrieben.

Beispiele sind Polycarbonsäuren, Polyamine, Salze aus langkettigen Polyaminen und Polycarbonsäuren, Amin-/Amid funktionelle Polyester und Polyacrylate, Sojalecithine, Polyphosphate, modifizierte Caseine. Die polymeren Dispergiermittel können dabei als Blockcopolymere, Kammpolymere oder statistische Copolymere vorliegen

Kationische und anionische Tenside sind beispielsweise in "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", J. Wiley & Sons (1966), Band 5, Seiten 816 bis 818, und in "Emulsion Polymerisation and Emulsion Polymers", Herausgeber P. Lovell und M. El-Asser, Verlag Wiley & Sons (1997), Seiten 224-226, beschrieben.

5

Beispiele für anionische Tenside sind Alkalisalze von organischen Carbonsäuren mit Kettenlängen von 8 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise 12 bis 18 C-Atomen. Diese werden im Allgemeinen als Seifen bezeichnet. In der Regel werden Sie als Natrium-, Kalium- oder Ammoniumsalze eingesetzt. Zudem können Alkylsulfate und Alkyl- oder Alkylarylsulfonate mit 8 bis 30 C-Atomen, bevorzugt 12 bis 18 C-Atomen als anionische Tenside eingesetzt werden. Besonders geeignete Verbindungen sind Alkalidodecylsulfate, z.B. Natriumdodecylsulfat oder Kaliumdodecylsulfat, und Alkalisalze von C₁₂-C₁₆-Paraffinsulfonsäuren. Weiterhin sind Natriumdodecylbenzolsulfonat und Natriumdioctylsulfonsuccinat geeignet.

15

Beispiele geeigneter kationischer Tenside sind Salze von Aminen oder Diaminen, quartäre Ammoniumsalze, wie z.B. Hexadecyltrimethylammoniumbromid sowie Salze von langkettigen substituierten cyclischen Aminen, wie Pyridin, Morpholin, Piperidin. Insbesondere werden quartäre Ammoniumsalze, wie z.B. Hexadecyltrimethylammoniumbromid von Trialkylaminen eingesetzt. Die Alkylreste weisen darin vorzugsweise 1 bis 20 C-Atome auf.

20

Insbesondere können erfindungsgemäß nichtionische Tenside in der Komponente E eingesetzt werden. Nichtionische Tenside werden beispielsweise in CD Römpf Chemie Lexikon - Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995, Stichwort "Nichtionische Tenside" beschrieben.

25

Geeignete nichtionische Tenside sind beispielsweise polyethylenoxid- oder polypropylenoxidbasierte Stoffe wie Pluronic® oder Tetronic® der BASF Aktiengesellschaft.

30

Als nichtionische Tenside geeignete Polyalkylenglykole haben im Allgemeinen ein zahlungemittelttes Molekulargewicht M_n im Bereich von 1000 bis 15000 g/mol, bevorzugt 2000 bis 13000 g/mol, besonders bevorzugt 4000 bis 11000 g/mol. Bevorzugte nichtionische Tenside sind Polyethylenglykole.

35

Die Polyalkylenglykole sind an sich bekannt oder können nach an sich bekannten Verfahren, beispielsweise durch anionische Polymerisation mit Alkalihydroxiden, wie Natrium- oder Kaliumhydroxid oder Alkalialkoholaten, wie Natriummethylat, Natrium- oder Kaliummethylat oder Kaliumisopropylat, als Katalysatoren und unter Zusatz mindestens eines Startermoleküls, das 2 bis 8, vorzugsweise 2 bis 6, reaktive Wasserstoffatome gebunden enthält, oder durch kationische Polymerisation mit Lewis-Säuren, wie Anti-

40

monpentachlorid, Borfluorid-Etherat oder Bleicherde, als Katalysatoren aus einem oder mehreren Alkylenoxiden mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylenrest hergestellt werden.

- 5 Geeignete Alkylenoxide sind beispielsweise Tetrahydrofuran, 1,2- bzw. 2,3-Butylenoxid, Styroloxid und vorzugsweise Ethylenoxid und/oder 1,2-Propylenoxid. Die Alkylenoxide können einzeln, alternierend nacheinander oder als Mischungen eingesetzt werden. Als Startermoleküle kommen beispielsweise in Betracht: Wasser, organische Dicarbonsäuren, wie Bernsteinsäure, Adipinsäure, Phthalsäure oder Terephthalsäure, 10 aliphatische oder aromatische, gegebenenfalls N-mono-, N,N- oder N,N'-dialkylsubstituierte Diamine mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, wie gegebenenfalls mono- und dialkylsubstituiertes Ethylendiamin, Diethylentriamin, Triethylentetramin, 1,3-Propylendiamin, 1,3- bzw. 1,4-Butylendiamin, 1,2-, 1,3-, 1,4-, 1,5- oder 1,6-Hexamethylendiamin.

15

- Als Startermoleküle kommen ferner in Betracht: Alkanolamine, z.B. Ethanolamin, N-Methyl- und N-Ethylethanolamin, Dialkanolamine, z.B. Diethanolamin, N-Methyl- und N-Ethyldiethanolamin, und Trialkanolamine, z.B. Triethanolamin, und Ammoniak. Vorzugsweise verwendet werden mehrwertige, insbesondere zwei-, dreiwertige oder höherwertige Alkohole, wie Ethandiol, Propandiol-1,2 und -1,3, Diethylenglykol, Dipropylenglykol, Butandiol-1,4, Hexandiol-1,6, Glycerin, Trimethylolpropan, Pentaerythrit, und 20 Saccharose, Sorbit und Sorbitol.

- Für die Komponente E ebenfalls geeignet sind veresterte Polyalkylenglykole, beispielsweise die Mono-, Di-, Tri- oder Polyester der genannten Polyalkylenglykole, die 25 durch Reaktion der endständigen OH-Gruppen der genannten Polyalkylenglykole mit organischen Säuren, bevorzugt Adipinsäure oder Terephthalsäure, in an sich bekannter Weise herstellbar sind.

- 30 Nichtionische Tenside sind durch Alkoxylierung von Verbindungen mit aktiven Wasserstoffatomen hergestellte Stoffe, beispielsweise Anlagerungsprodukte von Alkylenoxid an Fettalkohole, Oxoalkohole oder Alkylphenole. Es können somit beispielsweise zur Alkoxylierung Ethylenoxid oder 1,2-Propylenoxid eingesetzt werden.

- 35 Weitere mögliche nichtionische Tenside sind alkoxylierte oder nicht-alkoxylierte Zuckerester oder Zuckerether.

- Zuckerether sind durch Umsetzung von Fettalkoholen mit Zuckern gewonnene Alkylglykoside. Zuckerester werden durch Umsetzung von Zuckern mit Fettsäuren erhalten. Die zur Herstellung der genannten Stoffe nötigen Zucker, Fettalkohole und Fettsäuren sind dem Fachmann bekannt. 40

Geeignete Zucker werden beispielsweise in Beyer/Walter, Lehrbuch der organischen Chemie, S. Hirzel Verlag Stuttgart, 19. Auflage, 1981, S. 392 bis 425 beschrieben. Mögliche Zucker sind D-Sorbit und die durch Dehydratisierung von D-Sorbit gewonnenen Sorbitane.

Geeignete Fettsäuren sind gesättigte oder ein- oder mehrfach ungesättigte unverzweigte oder verzweigte Carbonsäuren mit 6 bis 26, bevorzugt 8 bis 22, besonders bevorzugt 10 bis 20 C-Atomen, wie beispielsweise in CD Römpp Chemie Lexikon, Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995, Stichwort "Fettsäuren" genannt werden. Denkbar sind Fettsäuren wie Laurinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure und Ölsäure.

Geeignete Fettalkohole besitzen das gleiche Kohlenstoffgerüst wie die als geeignete Fettsäuren beschriebenen Verbindungen.

Zuckerether, Zuckerester und die Verfahren zu deren Herstellung sind dem Fachmann bekannt. Bevorzugte Zuckerether werden nach bekannten Verfahren durch Umsetzung der genannten Zucker mit den genannten Fettalkoholen hergestellt. Bevorzugte Zuckerester werden nach bekannten Verfahren durch Umsetzung der genannten Zucker mit den genannten Fettsäuren hergestellt. Geeignete Zuckerester sind Mono-, Di- und Triester der Sorbitane mit Fettsäuren, insbesondere Sorbitanmonolaurat, Sorbitandilaurat, Sorbitantrilaurat, Sorbitanmonooleat, Sorbitandioleat, Sorbitantrioleat, Sorbitanmonopalmitat, Sorbitandipalmitat, Sorbitantripalmitat, Sorbitanmonostearat, Sorbitandistearat, Sorbitantristearat und Sorbitansesquioleat, einer Mischung von Sorbitanmono- und Diestern der Ölsäure.

Möglich für die Komponente E sind somit alkoxylierte Zuckerether und Zuckerester, die durch Alkoxylierung der genannten Zuckerether und Zuckerester erhalten werden. Bevorzugte Alkoxylierungsmittel sind Ethylenoxid und 1,2-Propylenoxid. Der Alkoxylierungsgrad liegt in der Regel zwischen 1 und 20, bevorzugt 2 und 10, besonders bevorzugt 2 und 6. Beispiele hierfür sind Polysorbate, die durch Ethoxylierung der oben beschriebenen Sorbitanester erhalten werden, beispielsweise beschrieben in CD Römpp Chemie Lexikon - Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995, Stichwort "Polysorbate". Geeignete Polysorbate sind Polyethoxysorbitanlaurat, -stearat, -palmitat, -tristearat, -oleat, -trioleat, insbesondere Polyethoxysorbitanstearat, welches z.B. als Tween® 60 der ICI America Inc. erhältlich ist (beispielsweise beschrieben in CD Römpp Chemie Lexikon - Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995, Stichwort "Tween®").

40

Die Verwendung von Polymeren als Dispergiermittel ist ebenfalls möglich.

Komponente F

- 5 Weiterhin kann die erfindungsgemäße Dispersion mindestens ein weiteres Additiv F enthalten, welches von den Komponenten A, B, C, D und E verschieden ist. Dieses kann aus einem oder mehreren Additiven bestehen. So kann die Komponente F lösliche, faser- oder teilchenförmiger Additive oder deren Mischungen enthalten. Dabei handelt es sich vorzugsweise um kommerziell erhältliche Produkte.
- 10 Weiterhin können Füll- oder Verstärkungsstoffe, wie Glaspulver, Glasgewebe, Glasvlies, Mineralfasern, Whisker, Aluminiumoxidfasern, Glimmer, Quarzmehl oder Wollastonit eingesetzt werden. Weiterhin sind Kieselsäure, Silikate, wie zum Beispiel Aerosile oder Schichtsilikate, Farbstoffe, Fettsäuren, -amide, Weichmacher, Netzmittel, Trockenstoffe, Komplexbildner, Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Titandioxid, Wachse, Wollastonit, Pigmente oder Aramidfasern einsetzbar.
- 15 Weiterhin sind weitere Additive, wie Thixotropiermittel, zum Beispiel Kieselsäure, Silikate, wie zum Beispiel Aerosile oder Bentonite oder organische Thixotropiemittel und Verdicker, wie zum Beispiel Polyacrylsäure, Polyurethane, hydriertes Rizinusöl, Farbstoffe, Fettsäuren, Fettsäureamide, Weichmacher, Netzmittel, Entschäumer, Gleitmittel, Trockenstoffe, Vernetzer, Photoinitiatoren, Komplexbildner, Wachse, Pigmente einsetzbar.
- 20 Weiterhin können die erfindungsgemäßen Dispersionen als Komponente F beispielsweise Verarbeitungshilfsmittel und Stabilisatoren wie UV-Stabilisatoren, Schmiermittel, Korrosionsinhibitoren und Flammenschutzmittel enthalten.
- 25 Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Dispersion die Schritte enthaltend
- 30 a') Vermischen der Komponenten A bis C und mindestens einem Teil der Komponente D, sowie gegebenenfalls E, F und weitere Komponenten und
- 35 b') Dispergieren der Mischung
- c') ggf. Zugabe des in Schritt a') nicht eingesetzten Anteils der Komponente D zur Einstellung der Viskosität für das jeweilige Applikationsverfahren.

Die Dispersionsherstellung kann durch intensives Mischen und Dispergieren mit in der Fachwelt bekannten Aggregaten durchgeführt werden. Dies beinhaltet das Vermischen der Komponenten in einem intensiv dispergierenden Aggregat, wie z.B. Kneten, Kugelmühlen, Perlmühlen, Dissolver, Dreiwalzenstühle oder Rotor-Stator-Mischer

5

Es ist möglich, alle gewünschten Komponenten der Dispersion in einem Verfahrensschritt zu vermischen. Es können aber auch zwei oder mehr Komponenten vorab gemischt werden, beispielsweise die Komponenten A und B wie vorstehend beschrieben, und erst in einem nachfolgenden separaten Verfahrensschritt die restlichen Komponenten zugemischt werden.

10

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer Metallschicht auf mindestens einem Teil der Oberfläche eines nicht elektrisch leitfähigen Substrats, die Schritte umfassend:

15

- a) Zumindest teilweise Aufbringen einer erfindungsgemäßen Dispersion auf dem Substrat;
- b) zumindest teilweise Trocknen und/oder Aushärten der aufgetragenen Dispersionsschicht auf dem Substrat; und
- c) stromlose und/oder galvanische Abscheidung eines Metalls auf der zumindest teilweise getrockneten und/oder gehärteten Dispersionsschicht unter Ausbildung einer Metallschicht.

20

25

Beim Auftragen der Dispersion und zur Einstellung der Viskosität in Schritt a) ist es bevorzugt wenn die Dispersion gerührt und temperiert wird.

30

Gegebenfalls kann zwischen den Schritten b) und c) noch ein Aktivierungsschritt eingefügt werden. Dieser besteht aus dem zumindest teilweisen Freilegen der elektrisch leitfähigen Partikel durch zumindest teilweises chemisch und/oder mechanisch Aufbrechen der getrockneten und/oder gehärteten Dispersionsschicht.

35

Wenn die elektrisch leitfähigen Partikel ein Material enthalten, welches leicht oxidieren kann, kann in einer Verfahrensvariante vor dem Ausbilden der Metallschicht auf der strukturierten oder vollflächigen getrockneten und/oder gehärteten Dispersionsschicht die Oxidschicht der elektrisch leitfähigen Partikel zumindest teilweise entfernt werden. Das Entfernen der Oxidschicht kann dabei zum Beispiel chemisch und/oder mechanisch erfolgen. Geeignete Substanzen, mit denen die getrocknete und/oder gehärtete Dispersionsschicht behandelt werden kann, um eine Oxidschicht von den elektrisch leitfähigen Partikeln chemisch zu entfernen, sind zum Beispiel Säuren, wie konzentrier-

40

te oder verdünnte Schwefelsäure oder konzentrierte oder verdünnte Salzsäure, Zitronensäure, Phosphorsäure, Amidosulfonsäure, Ameisensäure, Essigsäure.

- 5 Das zumindest teilweise Entfernen der Oxidschicht sowie das zumindest teilweise Freilegen der elektrisch leitfähigen Partikel an der Oberfläche kann auch im gleichen Arbeitsschritt erfolgen.

Als elektrisch nicht leitfähige Substrate, auf denen die erfindungsgemäße Dispersion aufgebracht wird, eignen sich zum Beispiel starre oder flexible Träger. Geeignete Träger sind zum Beispiel verstärkte oder unverstärkte Polymere. Geeignete Polymere sind Epoxidharze, oder modifizierte Epoxidharze, zum Beispiel bifunktionelle oder polyfunktionelle Bisphenol A oder Bisphenol F-Harze, Epoxy-Novolak-Harze, bromierte Epoxidharze, aramidverstärkte oder glasfaserverstärkte oder papierverstärkte Epoxyharze (zum Beispiel FR4), glasfaserverstärkte Kunststoffe, Liquid Cristal-Polymere (LCP),
10 Polyphenylensulfide (PPS), Polyoxymethylene (POM), Polyaryletherketone (PAEK), Polyetheretherketone (PEEK), Polyamide (PA), Polycarbonate (PC), Polybutylenterephthalate (PBT), Polyethylenterephthalate (PET), Polyimide (PI), Polyimidharze, Cyanatester, Bismaleimid-Triazin-Harze, Nylon, Vinylesterharze, Polyester, Polyesterharze, Polyamide, Polyaniline, Phenolharze, Polypyrrole, Polynaphthalenterephthalate
15 (PEN), Polymethylmethacrylat, phosphormodifizierte Epoxidharze, Polyethylendioxythiophene, Phenolharz beschichtetes Aramidpapier, Polytetrafluorethylen (PTFE), Melaminharze, Silikonharze, Fluorharze, Dielektrika, APPE, Polyetherimide (PEI), Polyphenylenoxide (PPO), Polypropylene (PP), Polyethylene (PE), Polysulfone (PSU), Polyethersulfone (PES), Polyarylamide (PAA), Polyvinylchloride (PVC), Polystyrole
20 (PS), Acrylnitrilbutadienstyrole (ABS), Acrylnitrilstyrolacrylate (ASA), Styrolacrylnitrile (SAN) sowie Mischungen (Blends) zweier oder mehrerer der oben genannten Polymere, welche in verschiedensten Formen vorliegen können. Die Substrate können für den Fachmann bekannte Additive wie beispielsweise Flammschutzmittel aufweisen.

- 30 Prinzipiell können auch alle unter der Komponente A aufgeführten Polymere eingesetzt werden.

Weiterhin sind geeignete Substrate Verbundwerkstoffe, schaumartige Polymere, Styropor®, Styrodur®, Polyurethane (PU), keramische Oberflächen, Textilien, Pappe, Karton, Papier, polymerbeschichtetes Papier, Holz, mineralische Materialien, Silizium,
35 Glas, Pflanzengewebe sowie Tiergewebe, oder harzgetränkte Gewebe, die zu Platten oder Rollen verpresst sind.

- 40 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einem "nicht elektrisch leitfähigen Substrat" vorzugsweise verstanden, dass der Oberflächenwiderstand des Substrats mehr als 10^9 Ohm / cm beträgt.

Das Aufbringen der Dispersion kann nach für den Fachmann bekannten Methoden erfolgen. Das Aufbringen auf die Substratoberfläche kann ein- oder mehrseitig erfolgen und sich auf eine, zwei oder drei Dimensionen erstrecken. Generell kann das Substrat
5 eine beliebige dem Verwendungszweck angepasste Geometrie aufweisen.

Das Aufbringen der Dispersion kann mit den üblichen und allgemein bekannten Beschichtungsverfahren (Gießen, Streichen, Rakeln, Bepinseln, Drucken (Tiefdruck, Siebdruck, Flexodruck, Tampondruck, InkJet, Offset, Lasersonic-Verfahren® wie in
10 DE10051850 beschrieben usw.), Sprühen, Tauchen, Walzen, Bepudern, Wirbelschicht oder ähnliches erfolgen. Die Schichtdicke variiert vorzugsweise zwischen 0,01 und 100 µm, weiterhin bevorzugt zwischen 0,1 und 50 µm, insbesondere bevorzugt zwischen 1 und 25 µm. Die Schichten können sowohl vollflächig als auch strukturiert aufgebracht werden.

15 Das Trocknen beziehungsweise Aushärten der strukturiert oder vollflächig aufgetragenen Dispersion erfolgt nach üblichen Methoden. So kann die Dispersion zum Beispiel auf chemischem Wege, zum Beispiel durch eine Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation des Bindemittels, ausgehärtet werden, beispielsweise durch UV-
20 Strahlung, Elektronenstrahlung, Mikrowellenstrahlung, IR-Strahlung oder Temperatur, oder auf rein physikalischem Weg durch Verdampfen des Lösemittels getrocknet werden. Auch eine Kombination der Trocknung auf physikalischem und chemischem Wege ist möglich.

25 Die nach Aufbringen der Dispersion und Trocknen und/oder Aushärten erhaltene Schicht ermöglicht eine anschließende stromlose und/oder galvanische Abscheidung eines Metalls auf der zumindest teilweise getrockneten und/oder ausgehärteten Dispersionsschicht.

30 Die erfindungsgemäße Dispersion kann in Schritt a) strukturiert oder flächig aufgebracht werden. Es ist bevorzugt, wenn die Schritte des Aufbringens [Schritt a)], des Trocknens und/oder des Aushärtens [Schritt b)] und die Abscheidung eines weiteren Metalls [Schritt c)] in kontinuierlicher Fahrweise durchgeführt werden. Dies ist durch die einfache Durchführung der Schritte a), b) und c) möglich. Es ist jedoch selbstverständ-
35 lich ein batchweises oder semi-kontinuierliches Verfahren möglich.

Die in Schritt c) durchgeführte stromlose und/oder galvanische Abscheidung eines Metalls kann nach dem für den Fachmann bekannten und in der Literatur beschriebenen Verfahren durchgeführt werden. Es kann eine oder es können mehrere Metallschichten
40 stromlos und/oder galvanisch, d.h. unter Anlegen äußerer Spannung und Stromfluss, aufgebracht werden. Prinzipiell kommen alle Metalle, die edler sind als Komponente C

der Dispersion, für die stromlose Abscheidung in Frage. Für die galvanische Abscheidung kommen grundsätzlich alle Metalle in Frage. Bevorzugt werden Kupfer-, Chrom-, Silber-, Gold und/oder Nickelschichten galvanisch abgeschieden. Als Elektrolytlösung kann dabei zum Beispiel ein saures Kupfersulfatbad eingesetzt werden.. Die Dicken
5 der einen oder mehreren abgeschiedenen Schichten in Schritt c) liegen im üblichen, dem Fachmann bekannten Bereich und sind nicht erfindungswesentlich.

Zwar ist vor der stromlose und/oder galvanischen Metallisierung eine besondere Vorbehandlung der Oberfläche der metallisierbaren Substrate nicht notwendig, grundsätzlich
10 lich kann jedoch eine Oberflächenaktivierung nach dem Fachmann bekannten Verfahren durchgeführt werden. Eine Oberflächenaktivierung kann zur Verbesserung der Haftung oder auch zur Beschleunigung der Metallabscheidung eingesetzt werden, indem die Oberfläche gezielt aufgeraut wird, oder gezielt Kohlenstoffnanoröhren und zum Beispiel Metallpartikel an der Oberfläche freigelegt werden. Eine Freilegung der Nano-
15 röhren und Metallpartikel hat außerdem den Vorteil, dass ein geringerer Anteil in der Polymermatrix benötigt wird um eine Metallisierung zu erreichen.

Die Oberflächenaktivierung kann beispielsweise durch mechanische Abrasion, insbesondere durch Bürsten, Schleifen, Polieren mit einem Schleifmittel oder Druckstrahlen
20 mit einem Wasserstrahl, Sandstrahlen oder Abstrahlen mit überkritischem Kohlendioxid (Trockeneis), physikalisch, zum Beispiel durch Erwärmen, Laser, UV-Licht, Corona oder Plasmaentladung und/oder chemische Abrasion, insbesondere durch Ätzen und/oder Oxidation, erfolgen. Verfahren zur Durchführung der mechanischen Abrasion und/oder chemischen Abrasion sind dem Fachmann bekannt und im Stand der Technik
25 beschrieben.

Als Schleifmittel für das Polieren können alle dem Fachmann bekannten Schleifmittel verwendet werden. Ein geeignetes Schleifmittel ist zum Beispiel Bimsmehl. Um durch das Druckstrahlen mit dem Wasserstrahl die oberste Schicht der ausgehärteten Dis-
30 persion abzutragen, enthält der Wasserstrahl vorzugsweise kleine Feststoffpartikel, zum Beispiel Bimsmehl (Al_2O_3) mit einer mittleren Korngrößenverteilung von 40 bis 120 μm , vorzugsweise von 60 bis 80 μm , sowie Quarzmehl (SiO_2) mit einer Korngröße $> 3 \mu\text{m}$.

35 Im Falle der chemischen Abrasion wird bevorzugt eine zum Polymer passende Chemikalie, beziehungsweise Chemikalienmischung eingesetzt. Im Falle einer chemischen Abrasion, kann entweder das Polymer zum Beispiel durch ein Lösungsmittel an der Oberfläche zumindest zum Teil gelöst und heruntergespült werden beziehungsweise kann mittels geeigneten Reagenzien die chemische Struktur des Matrixmaterials zu-
40 mindest zum Teil zerstört werden, wodurch die Kohlenstoffnanoröhren freigelegt werden. Auch Reagenzien, die das Matrixmaterial aufquellen lassen, sind für das Freile-

gen der Kohlenstoffnanoröhren geeignet. Durch das Aufquellen entstehen Hohlräume in der die abzuscheidenden Metallionen aus der Elektrolytlösung eindringen können, wodurch eine größere Anzahl an Kohlenstoffnanoröhren metallisiert werden können. Durch die höhere Anzahl an freiliegenden Kohlenstoffnanoröhren ist die Prozessgeschwindigkeit bei der Metallisierung höher.

Wenn das Matrixmaterial zum Beispiel ein Epoxidharz, ein modifiziertes Epoxidharz, ein Epoxy-Novolak, ein Polyacrylsäureester, ABS, ein Styrol-Butadien-Copolymer oder ein Polyether ist, erfolgt das Freilegen der Kohlenstoffnanoröhren und zum Beispiel der Metallpartikel vorzugsweise mit einem Oxidationsmittel. Durch das Oxidationsmittel werden Bindungen des Matrixmaterials aufgebrochen, wodurch das Bindemittel abgelöst werden kann und dadurch die Partikel freigelegt werden. Geeignete Oxidationsmittel sind zum Beispiel Manganate, wie zum Beispiel Kaliumpermanganat, Kaliummanganat, Natriumpermanganat, Natriummanganat, Wasserstoffperoxid, Sauerstoff, Sauerstoff in Gegenwart von Katalysatoren wie zum Beispiel Mangan-, Molybdän-, Bismut-, Wolfram- und Cobaltsalzen, Ozon, Vanadiumpentoxid, Selendioxid, Ammoniumpolysulfid-Lösung, Schwefel in Gegenwart von Ammoniak oder Aminen, Braunstein, Kaliumferrat, Dichromat/Schwefelsäure, Chromsäure in Schwefelsäure oder in Essigsäure oder in Acetanhydrid, Salpetersäure, Iodwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure, Pyridiniumdichromat, Chromsäure-Pyridin-Komplex, Chromsäureanhydrid, Chrom(VI)oxid, Periodsäure, Bleitetraacetat, Chinon, Methylchinon, Anthrachinon, Brom, Chlor, Fluor, Eisen(III)-Salzlösungen, Disulfatlösungen, Natriumpercarbonat, Salze der Oxohalogenensäuren, wie zum Beispiel Chlorate oder Bromate oder Iodate, Salze der Halogenpersäuren, wie zum Beispiel Natriumperiodat oder Natriumperchlorat, Natriumperborat, Dichromate, wie zum Beispiel Natriumdichromat, Salze der Perschwefelsäure wie Kaliumperoxodisulfat, Kaliumperoxomonosulfat, Pyridiniumchlorochromat, Salze der Hypohalogenensäuren, zum Beispiel Natriumhypochlorid, Dimethylsulfoxid in Gegenwart von elektrophilen Reagenzien, tert-Butylhydroperoxid, 3-Chlorperbenzoesäure, 2,2-Dimethylpropanal, Des-Martin-Periodinan, Oxalylchlorid, Harnstoff-Wasserstoffperoxid-Addukt, Harnstoffperoxid, 2-Iodoxybenzoesäure, Kaliumperoxomonosulfat, m-Chlorperbenzoesäure, N-Methylmorpholin-N-oxid, 2-Methylprop-2-yl-hydroperoxid, Peressigsäure, Pivaldehyd, Osmiumtetroxid, Oxone, Ruthenium (III)- und (IV)-Salzen, Sauerstoff in Gegenwart von 2,2,6,6-Tetramethylpiperidinyln-oxid, Triacetoxiperiodinan, Trifluorperessigsäure, Trimethylacetaldehyd, Ammoniumnitrat. Optional kann zur Verbesserung des Freilegungsprozesses die Temperatur während des Prozesses erhöht werden.

Bevorzugt sind Manganate, wie zum Beispiel Kaliumpermanganat, Kaliummanganat, Natriumpermanganat; Natriummanganat, Wasserstoffperoxid, N-Methylmorpholin-N-oxid, Percarbonate, zum Beispiel Natrium- oder Kaliumpercarbonat, Perborate, zum Beispiel Natrium- oder Kaliumperborat; Persulfate, zum Beispiel Natrium- oder Kalium-

persulfat; Natrium-, Kalium- und Ammoniumperoxodi- und -monosulfate, Natriumhypochlorid, Harnstoff-Wasserstoffperoxid-Addukte, Salze der Oxohalogenensäuren, wie zum Beispiel Chlorate oder Bromate oder Iodate, Salze der Halogenpersäuren, wie zum Beispiel Natriumperiodat oder Natriumperchlorat, Tetrabutylammonium Peroxidisulfat, Chinone, Eisen(III)-Salzlösungen, Vanadiumpentoxid, Pyridiniumdichromat, Chlorwasserstoffsäure, Brom, Chlor, Dichromate.

Besonders bevorzugt sind Kaliumpermanganat, Kaliummanganat, Natriumpermanganat, Natriummanganat, Wasserstoffperoxid und seine Addukte, Perborate, Percarbonate, Persulfate, Peroxodisulfate, Natriumhypochlorid und Perchlorate.

Zum Freilegen der Kohlenstoffnanoröhren und zum Beispiel der Metallpartikel in einem Matrixmaterial, welches zum Beispiel Esterstrukturen, wie Polyesterharze, Polyesteracrylate, Polyetheracrylate, Polyesterurethane, enthält, ist es bevorzugt, zum Beispiel saure oder alkalische Chemikalien und/oder Chemikalienmischungen einzusetzen. Bevorzugte saure Chemikalien und/oder Chemikalienmischungen sind zum Beispiel konzentrierte oder verdünnte Säuren, wie Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Salpetersäure. Auch organische Säuren, wie Ameisensäure oder Essigsäure, können je nach Matrixmaterial geeignet sein. Geeignete alkalische Chemikalien und/oder Chemikalienmischungen sind zum Beispiel Basen, wie Natronlauge, Kalilauge, Ammoniumhydroxid oder Carbonate, zum Beispiel Natriumcarbonat oder Kaliumcarbonat. Optional kann zur Verbesserung des Freilegungsprozesses die Temperatur während des Prozesses erhöht werden.

Auch Lösungsmittel können zur Freilegung der Kohlenstoffnanoröhren und zum Beispiel der Metallpartikel im Matrixmaterial eingesetzt werden. Das Lösungsmittel muss auf das Matrixmaterial abgestimmt sein, da sich das Matrixmaterial im Lösungsmittel lösen oder durch das Lösungsmittel anquellen muss. Wenn ein Lösungsmittel eingesetzt wird, in dem sich das Matrixmaterial löst, wird die Basisschicht nur kurze Zeit mit dem Lösungsmittel in Kontakt gebracht, damit die obere Schicht des Matrixmaterials angelöst wird und sich dabei ablöst. Prinzipiell können alle obengenannten Lösungsmittel eingesetzt werden. Bevorzugte Lösungsmittel sind Xylol, Toluol, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Aceton, Methylethylketon (MEK), Methylisobutylketon (MIBK), Diethylenglykolmonobutylether. Optional kann zur Verbesserung des Lösungsverhaltens die Temperatur während des Lösungsvorgangs erhöht werden.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Substratoberfläche mit zumindest teilweise aufweisender elektrisch leitfähiger Metallschicht, die nach dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Metallschicht erhältlich ist.

Eine solche Substratoberfläche kann zur Leitung von elektrischem Strom oder Wärme, zur Abschirmung von elektromagnetischer Strahlung sowie zur Magnetisierung verwendet werden.

- 5 Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung liegt in der Verwendung einer erfindungsgemäßen Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht.

Die erfindungsgemäße Substratoberfläche sowie das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere für verschiedene nachfolgend aufgeführte Anwendungen zum Ein-
10 satz kommen.

Die erfindungsgemäße Substratoberfläche und/oder das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zum Beispiel zur Herstellung von Leiterbahnen auf Leiterplatten. Derartige Leiterplatten sind zum Beispiel solche mit Multilayer-Innen- und -Außenlagen, Micro-
15 vias, Chip-on-board, flexible und starre Leiterplatten, und werden zum Beispiel eingebaut in Produkte, wie Rechner, Telefone, Fernseher, elektrische Automobilbauteile, Tastaturen, Radios, Video-, CD-, CD-ROM und DVD-Player, Spielkonsolen, Mess- und Regelgeräte, Sensoren, elektrische Küchengeräte, elektrische Spielzeuge usw.

20 Auch können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren elektrisch leitfähige Strukturen auf flexiblen Schaltungsträgern beschichtet werden. Solche flexiblen Schaltungsträger sind zum Beispiel Kunststofffolien aus den obenstehend für den Träger genannten Materialien, auf denen elektrisch leitfähige Strukturen aufgedruckt sind. Weiterhin eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von RFID-Antennen, Transpon-
25 derantennen oder anderen Antennenstrukturen, Chipkartenmodulen, Flachkabeln, Sitzheizungen, Folienleitern, Leiterbahnen in Solarzellen oder in LCD- bzw. Plasma-bildschirmen, Kondensatoren, Folienkondensatoren, Widerständen, Konvektoren, elektrischen Sicherungen oder zur Herstellung von galvanisch beschichteten Produkten in beliebiger Form, wie zum Beispiel ein- oder zweiseitig metallkaschierte Polymerträ-
30 ger mit definierter Schichtdicke, 3D-Moulded Interconnect Devices oder auch zur Herstellung von dekorativen oder funktionalen Oberflächen auf Produkten, die zum Beispiel zur Abschirmung von elektromagnetischer Strahlung, zur Wärmeleitung oder als Verpackung verwendet werden.

35 Weiterhin ist die Herstellung von Antennen mit Kontakten für organische Elektronikbauteile sowie von Beschichtungen auf Oberflächen bestehend aus elektrisch nicht leitfähigem Material zur elektromagnetischen Abschirmung (electromagnetic shielding, EMI) möglich.

40 Weiterhin ist die Herstellung einer metallischen Innenbeschichtung zur Realisierung von Hohlleitern für Hochfrequenzsignale mit einer mechanisch tragenden Struktur aus

elektrisch nicht leitfähigem Material möglich. Ebenso kann die Substratoberfläche Teil von Folienkondensatoren sein.

5 Eine Verwendung ist weiterhin im Bereich der Flowfields von Bipolarplatten zur Anwendung in Brennstoffzellen möglich.

10 Weiterhin ist die Herstellung einer vollflächigen oder strukturierten elektrisch leitfähigen Schicht zur anschließenden Dekormetallisierung von Formteilen aus dem oben erwähnten elektrisch nicht leitfähigen Substrat möglich.

15 Die Anwendungsbreite des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer Metallschicht mit Hilfe der erfindungsgemäßen Dispersion sowie der erfindungsgemäßen Substratoberfläche ermöglicht eine kostengünstige Herstellung von metallisierten, selbst nicht leitenden Substraten, insbesondere für die Verwendung als Schalter und Sensoren, Absorber für elektromagnetische Strahlung oder Gasbarrieren oder Dekor-
20 teile, insbesondere Dekorteile für Kraftfahrzeug-, Sanitär-, Spielzeug-, Haushalts- und Bürobereich und Verpackungen sowie Folien. Auch im Bereich Sicherheitsdruck für Geldscheine, Kreditkarten, Ausweispapiere usw. kann die Erfindung Anwendung finden. Textilien können mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens elektrisch und magnetisch funktionalisiert werden (Antennen, Sender, RFID- und Transponderantennen, Sensoren, Heizelemente, Antistatik (auch für Kunststoffe), Abschirmungen usw.).

25 Beispiele für solche Anwendungen sind Gehäuse, beispielsweise Computergehäuse, Gehäuse für Bildschirme, Handy, Audio, Video, DVD, Kamera, Gehäuse für elektronische Bauteile, militärische und nicht-militärische Abschirmeinrichtungen, Dusch- und Waschtischarmaturen, Duschköpfe, Duschstangen und -halter, metallisierte Türdrücker und Türknöpfe, Toilettenpapierrollenhalter, Badewannengriffe, metallisierte Zierstreifen auf Möbeln und Spiegeln, Rahmen für Duschabtrennungen, Verpackungsmaterialien.

30 Weiterhin seien genannt: metallisierte Kunststoffoberflächen im Automobilbereich wie zum Beispiel Zierstreifen, Außenspiegel, Kühlergrills, Frontend-Metallisierung, Windleitflächen, Karosserie-Außen- und Innenteile, Türschweller, Trittblech-Ersatz, Radzierblenden.

35 Weiterhin sind solche Teile aus nicht leitfähigem Material herstellbar, die bislang teilweise oder ganz aus Metallen hergestellt wurden. Beispielhaft seien hier genannt Fallrohre, Dachrinnen, Türen sowie Fensterrahmen.

40 Weiterhin ist die Herstellung von Kontaktstellen bzw. Kontakt-Pads oder Verdrahtungen auf einem integrierten elektrischen Bauelement möglich.

Weiterhin ist die Herstellung von dünnen Metallfolien oder ein- oder zweiseitig kaschierten Polymerträgern, metallisierten Kunststoffoberflächen, wie zum Beispiel Zierstreifen oder Außenspiegeln, möglich.

- 5 Die erfindungsgemäße Dispersion und/oder das Verfahren kann ebenfalls für die Metallisierung von Löchern, Vias, Sacklöchern usw. zum Beispiel bei Leiterplatten, RFID-Antennen oder Transponderantennen, Flachkabeln, Folienleitern mit dem Ziel einer Durchkontaktierung der Ober- und Unterseite verwendet werden. Dies gilt auch, wenn andere Substrate verwendet werden.

10

Weiterhin finden die erfindungsgemäß hergestellten metallisierten Gegenstände - sofern sie magnetisierbare Metalle umfassen - Anwendung in Bereichen magnetisierbarer Funktionsteile wie Magnettafeln, Magnetspiele, magnetische Flächen bei zum Beispiel Kühlschränktüren. Außerdem finden sie Anwendung in Bereichen, in denen eine gute thermische Leitfähigkeit vorteilhaft ist, beispielsweise in Folien für Sitzheizungen, Fußbodenheizungen sowie Isolierungsmaterialien.

15

Bevorzugte Verwendungen der erfindungsgemäß metallisierten Substratoberfläche sind solche, bei denen das so hergestellte Substrat als Leiterplatte, RFID-Antenne, Transponderantenne, Sitzheizung, Flachkabel, kontaktlose Chipkarten, dünne Metallfolien oder ein- oder zweiseitig kaschierten Polymerträger, Folienleiter, Leiterbahnen in Solarzellen oder in LCD- bzw. Plasmabildschirmen oder als dekorative Anwendung wie zum Beispiel für Verpackungsmaterialien dient.

20

- 25 Die erfindungsgemäßen Dispersionen und Verfahren sind wesentlich für die Bereitstellung optimierter Systeme zur metallischen Beschichtung von elektrisch nicht leitenden Substraten, insbesondere unter Einsatz von Leidlacken- oder -dispersionen, die gegenüber bekannten Systemen eine verbesserte Eigenschaftskombination aus geringem Gewicht, guter Haftung, Dispergierbarkeit, Fließfähigkeit und hoher elektrischer Leitfähigkeit besitzen. Mit der erfindungsgemäßen Dispersion und dem Verfahren lassen sich außerdem homogene und durchgängige Metallschichten auf elektrisch nicht-leitfähigen Materialien erzeugen.

30

- Nach der stromlosen und/oder galvanischen Beschichtung kann das Substrat gemäß allen dem Fachmann bekannten Schritten weiterverarbeitet werden. So können zum Beispiel vorhandene Elektrolytreste durch Spülen vom Substrat entfernt werden und/oder das Substrat kann getrocknet werden.

35

Patentansprüche

1. Dispersion zum Aufbringen einer Metallschicht auf einem elektrisch nicht leitfähigen Substrat enthaltend
- 5
- a 0,1 bis 99,8 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer organischen Bindemittelkomponente A;
- 10
- b 0,1 bis 30 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D Kohlenstoff-Nanoröhren als Komponente B;
- c 0,1 bis 70 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D elektrisch leitfähige Partikel mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 0,01 bis 100 µm als Komponente C;
- 15
- d 0 bis 99,7 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer Lösemittelkomponente D.
2. Dispersion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass diese weiterhin mindestens eine der Komponenten
- 20
- e 0,1 bis 20 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D einer Dispergiermittelkomponente E; sowie
- 25
- f 0,1 bis 40 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Komponenten A, B, C und D eines Additives F enthält.
3. Dispersion nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bindemittelkomponente A aus einem Polymer oder Polymergemisch besteht.
- 30
4. Dispersion nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponente B aus ein- oder mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren mit einer Länge im Bereich von 0,5 bis 1000 µm und einem Durchmesser im Bereich von 0,002 bis 0,5 µm besteht.
- 35
5. Dispersion nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Komponente C Metallpulver eingesetzt wird.
6. Verfahren zur Herstellung einer Dispersion nach einem der Ansprüche 1 bis 5 die
- 40
- Schritte enthaltend

- a') Vermischen der Komponenten A bis C und mindestens einem Teil der Komponente D, sowie gegebenenfalls E, F und weiterer Komponenten und
- b') Dispergieren der Mischung.
- 5
7. Verfahren zur Herstellung einer Metallschicht auf zumindest einem Teil der Oberfläche eines nicht elektrisch leitfähigen Substrats die Schritte enthaltend
- 10
- a) zumindest teilweises Aufbringen einer Dispersion nach einem der Ansprüche 1 bis 5 auf dem Substrat;
- b) Zumindest teilweises Trocknen und/oder teilweises Aushärten der aufgetragenen Dispersionsschicht auf dem Substrat; und
- 15
- c) stromlose und/oder galvanische Abscheidung eines Metalls auf der zumindest teilweise getrockneten und/oder zumindest teilweise ausgehärteten Dispersionsschicht unter Ausbildung einer Metallschicht.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Schritten b) und c) eine Oberflächenaktivierung der zumindest teilweise getrockneten und/oder ausgehärteten Dispersionsschicht durchgeführt wird.
- 20
9. Verfahren nach Ansprüchen 7 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) die Dispersion strukturiert oder flächig aufgebracht wird.
- 25
10. Substratoberfläche mit zumindest teilweise aufweisender elektrisch leitfähiger Metallschicht erhältlich aus dem Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9.
11. Verwendung einer Substratoberfläche nach Anspruch 10 zur Leitung von elektrischem Strom, Wärme, als Dekormetalloberfläche, zur Abschirmung von elektromagnetischer Strahlung sowie zur Magnetisierung.
- 30
12. Verwendung nach Anspruch 11 als Leiterplatte, RFID-Antenne, Transponderantenne oder anderer Antennenstruktur, Sitzheizung, Flachkabel, Folienleiter, kontaktlose Chipkarte, Leiterbahnen in Solarzellen oder in LCD- bzw. Plasmabildschirmen oder zur Herstellung von galvanisch beschichteten Produkten in beliebiger Form.
- 35
13. Verwendung einer Dispersion nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zum Aufbringen einer Metallschicht.
- 40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/057753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C23C18/18 C23C18/20 C23C18/31 C25D5/56

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)

C23C C25D

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/75932 A (ELECTROCHEMICALS INC [US]) 14 December 2000 (2000-12-14) the whole document	1-13
X	DE 30 40 784 A1 (SCHILDKROET SPIELWAREN [DE]) 6 May 1982 (1982-05-06) the whole document	1-13
X	US 6 576 336 B1 (LEGRANDE WAYNE B [US]) 10 June 2003 (2003-06-10) the whole document	1-13
X	US 5 098 771 A (FRIEND STEPHEN O [US]) 24 March 1992 (1992-03-24) the whole document	1-13

☐ 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
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "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)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "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
- "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
- "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.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 2007

Date of mailing of the international search report

22/11/2007

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

Ramos Flores, Cruz

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/057753

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0075932	A	14-12-2000	CN 1361915 A	31-07-2002
			EP 1200968 A1	02-05-2002
			TW 574440 B	01-02-2004
			US 6440331 B1	27-08-2002
DE 3040784	A1	06-05-1982	NONE	
US 6576336	B1	10-06-2003	US 2004028859 A1	12-02-2004
US 5098771	A	24-03-1992	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/057753

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C23C18/18 C23C18/20 C23C18/31 C25D5/56

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C23C C25D

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 00/75932 A (ELECTROCHEMICALS INC [US]) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) das ganze Dokument	1-13
X	DE 30 40 784 A1 (SCHILDKROET SPIELWAREN [DE]) 6. Mai 1982 (1982-05-06) das ganze Dokument	1-13
X	US 6 576 336 B1 (LEGRANDE WAYNE B [US]) 10. Juni 2003 (2003-06-10) das ganze Dokument	1-13
X	US 5 098 771 A (FRIEND STEPHEN O [US]) 24. März 1992 (1992-03-24) das ganze Dokument	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. November 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/2007

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

Ramos Flores, Cruz

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/057753

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0075932	A	14-12-2000	CN 1361915 A 31-07-2002
			EP 1200968 A1 02-05-2002
			TW 574440 B 01-02-2004
			US 6440331 B1 27-08-2002
DE 3040784	A1	06-05-1982	KEINE
US 6576336	B1	10-06-2003	US 2004028859 A1 12-02-2004
US 5098771	A	24-03-1992	KEINE