



(10) **DE 11 2014 003 446 T5** 2016.05.12

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/013279**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 003 446.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2014/047627**
(86) PCT-Anmeldetag: **22.07.2014**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.01.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **12.05.2016**

(51) Int Cl.: **G02F 1/167** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
13/952,136 **26.07.2013** **US**

(71) Anmelder:
E INK California, LLC, Fremont, Calif., US

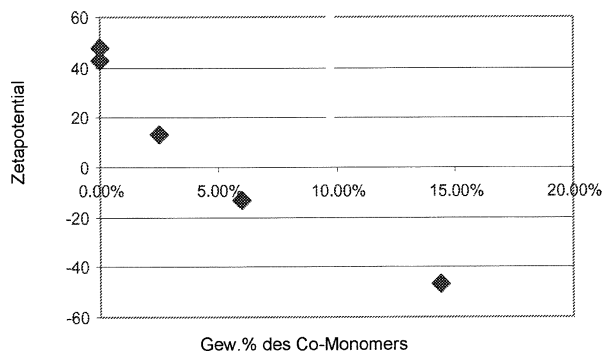
(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:
**Du, Hui, Fremont, Calif., US; Wang, Ming,
Fremont, Calif., US; Zang, HongMei, Fremont,
Calif., US; Lin, Craig, Fremont, Calif., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrophoretisches Fluid**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung ist auf ein Displayfluid gerichtet, das geladene Verbund-Pigmentpartikel umfasst, die in einem Lösungsmittel dispergiert sind. Die Verbund-Pigmentpartikel umfassen zumindest einen Kernpigmentpartikel, eine über dem Kernpigmentpartikel aufgetragene Hülle und sterische Stabilisatormoleküle auf der Oberfläche der Verbund-Pigmentpartikel, worin die Hülle aus einem Monomer und einem Co-Monomer gebildet ist. Ein Displayfluid, das die Verbund-Pigmentpartikel umfasst, liefert eine verbesserte Display-Leistung.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von Verbund-Pigmentpartikeln, die zur Bildung eines elektrophoretischen Fluid eingesetzt werden können, und das resultierende Display-Fluid.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Ein elektrophoretisches Display (EPD) ist eine nicht-emissive Vorrichtung auf Basis des Elektrophorese-Phänomens, wobei in einem dielektrischen Lösungsmittel dispergierte geladene Pigmentpartikel beeinflusst werden. Ein EPD umfasst typischerweise ein Paar von plattenartigen Elektroden in einem Abstand voneinander. Mindestens eine der Elektrodenplatten, typischerweise auf der Anzeige-Seite, ist transparent. Ein elektrophoretisches Fluid, das aus einem dielektrischen Lösungsmittel mit darin dispergierten geladenen Pigmentpartikeln zusammengesetzt ist, ist zwischen den beiden Elektrodenplatten eingeschlossen.

[0003] Ein elektrophoretisches Fluid kann eine Sorte von geladenen Pigmentpartikeln aufweisen, die in einem Lösungsmittel oder einer Lösungsmittelmischung mit einer in Kontrast stehenden Farbe dispergiert sind. Wenn in diesem Fall eine Spannungsdifferenz zwischen die beiden Elektrodenplatten angelegt wird, so migrieren die Pigmentpartikel durch die Anziehung zu der Platte mit der Polarität, die zu derjenigen der Pigmentpartikel entgegengesetzt ist. Somit kann die an der transparenten Platte angezeigte Farbe entweder die Farbe des Lösungsmittels oder die Farbe der Pigmentpartikel sein. Eine Umkehr der Plattenpolarität bewirkt, dass die Partikel zur entgegengesetzten Platte migrieren, wodurch die Farbe umgekehrt wird.

[0004] Alternativ dazu kann ein elektrophoretisches Fluid zwei Sorten von Pigmentpartikeln mit im Kontrast stehender Farbe, die entgegengesetzte Ladungen tragen, aufweisen, und die beiden Sorten der Pigmentpartikel sind in einem klaren Lösungsmittel oder einer Lösungsmittelmischung dispergiert. Wenn in diesem Fall eine Spannungsdifferenz zwischen den beiden Elektrodenplatten angelegt wird, so würden die beiden Sorten von Pigmentpartikeln sich an entgegengesetzte Enden (oben oder unten) in der Displayzelle bewegen. Somit würde eine der Farben der beiden Sorten der Pigmentpartikel an der Anzeigeseite der Displayzelle angezeigt.

[0005] In einer weiteren Alternative werden Pigmentpartikel mit weiteren Farben in ein elektrophoretisches Fluid zugegeben, um eine Hervorhebungs- oder Mehrfarb-Displayvorrichtung zu bilden.

[0006] Bei allen Sorten von elektrophoretischen Displays ist das in den einzelnen Displayzellen des Displays enthaltene Fluid zweifellos eines der wesentlichsten Bauteile der Vorrichtung. Die Zusammensetzung des Fluids bestimmt in einem großen Ausmaß die Lebensdauer, das Kontrastverhältnis, die Schaltgeschwindigkeit und die Bistabilität der Vorrichtung.

[0007] In einem idealen Fluid bleiben die geladenen Pigmentpartikel unter allen Betriebsbedingungen getrennt und agglomerieren nicht und kleben nicht aneinander oder an den Elektroden. Weiterhin müssen alle Komponenten im Fluid chemisch stabil sein und mit den anderen Materialien, die in einem elektrophoretischen Display vorhanden sind, kompatibel sein.

[0008] Gegenwärtig weisen die Pigmentpartikel in einem elektrophoretischen Fluid oft eine Dichte auf, die wesentlich größer als die des Lösungsmittels ist, in dem die Partikel dispergiert sind, was Probleme mit der Leistungsfähigkeit verursacht, beispielsweise eine schlechte Bistabilität des Grau-Niveaus sowie Probleme des vertikalen Absetzens.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Fig. 1a und Fig. 1b zeigen die Verbund-Pigmentpartikel der vorliegenden Erfindung.

[0010] Fig. 2 zeigt die Reaktionsschritte eines geeigneten Verfahrens für die Herstellung der Verbund-Pigmentpartikel der vorliegenden Erfindung.

[0011] Fig. 3 und Fig. 4 demonstrieren die Möglichkeit der Einstellungen der Ladungspolarität und des Ladungsniveaus mit einem Co-Monomer im Syntheseverfahren der Verbund-Pigmentpartikel.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die vorliegende Erfindung ist auf ein Displayfluid gerichtet, das geladene Verbund-Pigmentpartikel umfasst, die in einem Lösungsmittel dispergiert sind, worin jeder der Verbund-Pigmentpartikel zumindest einen Kernpigmentpartikel, eine über dem Kernpigmentpartikel aufgetragene Hülle sowie sterische Stabilisatormoleküle auf der Oberfläche des Verbund-Pigmentpartikels umfasst.

[0013] In einer Ausführungsform entspricht die Dichte der Verbund-Pigmentpartikel im Wesentlichen der des Lösungsmittels.

[0014] In einer Ausführungsform ist die Differenz zwischen der Dichte der Verbund-Pigmentpartikel und der Dichte des Lösungsmittels weniger als 2 g/cm^3 .

[0015] In einer Ausführungsform ist der Kernpigmentpartikel ein anorganischer Pigmentpartikel und die Kernpigmentpartikel können oberflächenbehandelt oder nicht oberflächenbehandelt sein. Die Hülle kann auch aus einem organischen Material gebildet sein, und in diesem Fall kann der organische Gehalt der Pigmentpartikel mindestens 20 Gew.%, vorzugsweise 20 bis 70 Gew.% und stärker bevorzugt 20 bis 40 Gew.% oder 30 bis 50 Gew.% betragen.

[0016] In einer Ausführungsform kann der Kernpigmentpartikel ein organischer Pigmentpartikel sein. In dieser Ausführungsform kann der Kernpigmentpartikel ebenfalls oberflächenbehandelt oder nicht oberflächenbehandelt sein. Der Polymergehalt der Verbund-Pigmentpartikel mit einem organischen Kernpartikel kann mindestens 20 Gew.%, vorzugsweise 30 bis 70 Gew.% und stärker bevorzugt 40 bis 60 Gew.% oder 30 bis 50 Gew.% betragen.

[0017] In einer Ausführungsform kann die Hülle mit dem Lösungsmittel vollständig inkompatibel oder relativ inkompatibel sein.

[0018] In einer Ausführungsform kann die Oberfläche der Hülle funktionelle Gruppen umfassen, um eine Ladungserzeugung oder Wechselwirkung mit einem Ladungssteuerungsmittel zu ermöglichen.

[0019] In einer Ausführungsform können die sterischen Stabilisatormoleküle aus Polyacrylat, Polyethylen, Polypropylen, Polyester, Polysiloxan oder einer Mischung daraus gebildet sein.

[0020] In einer Ausführungsform kann das Fluid weiterhin eine zweite Sorte von geladenen Pigmentpartikeln umfassen. In einer Ausführungsform handelt es sich bei der zweiten Sorte der geladenen Pigmentpartikel um Verbundpartikel, die mindestens einen Kernpigmentpartikel, eine über dem Kernpigmentpartikel aufgebrachte Hülle und sterische Stabilisatormoleküle auf der Oberfläche der Verbund-Pigmentpartikel umfassen. Die beiden Sorten der Verbund-Pigmentpartikel im Fluid haben miteinander in Kontrast stehende Farben. In einer Ausführungsform kann das Fluid mehr als zwei Sorten von Pigmentpartikeln umfassen, und jede Sorte hat eine Farbe, die von den Farben der anderen Sorten unterschiedlich ist.

[0021] In einer Ausführungsform kann das Lösungsmittel, in dem die Verbund-Pigmentpartikel dispergiert sind, ein Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel oder eine Mischung aus einem Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel und einem anderen Lösungsmittel, beispielsweise einem halogenierten Lösungsmittel oder einem Lösungsmittel vom Silikonöl-Typ sein.

[0022] In einer Ausführungsform können die Verbund-Pigmentpartikel durch Dispersionspolymerisation oder Lebendradikalpolymerisation hergestellt werden.

[0023] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist auf einen Verbund-Pigmentpartikel für ein elektrophoretisches Display gerichtet, der zumindest einen Kernpigmentpartikel, eine über dem Kernpigmentpartikel aufgebrachte Hülle und sterische Stabilisatormoleküle auf der Oberfläche des Verbund-Pigmentpartikels umfasst, worin die Hülle aus einem Monomer und einem Co-Monomer gebildet ist.

[0024] Ein weiterer Gesichtspunkt der Erfindung ist auf ein Verfahren zur Einstellung des Ladungsniveaus von Verbund-Pigmentpartikeln gerichtet, wobei das Verfahren die Zugabe eines Co-Monomers zu einer Zusammensetzung umfasst, die ein Monomer zur Bildung einer Hülle des Verbund-Pigmentpartikels umfasst.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] Der erste Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist auf die Verbund-Pigmentpartikel gerichtet, wie in den **Fig. 1a** und **Fig. 1b** gezeigt. Die Verbund-Pigmentpartikel (**10**) können ein oder mehrere Kernpigmentpartikel (**11**) aufweisen. Der oder die Kernpigmentpartikel (**11**) ist/sind mit einer Hülle (**12**) beschichtet. Es sind sterische Stabilisatormoleküle (**13**) auf der Oberfläche der Verbund-Pigmentpartikel vorhanden.

[0026] Die Kernpigmentpartikel können eine beliebige Farbe aufweisen (z.B. Schwarz, Weiß, Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta, Gelb oder ähnliches). Die Verbund-Pigmentpartikel können eine an die des Lösungsmittels, in dem sie dispergiert sind, speziell einem Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel, eine eng angepasste Dichte aufweisen.

[0027] In einer Ausführungsform können die Kernpigmentpartikel aus einem anorganischen Material wie TiO_2 , BaSO_4 , ZnO , Metalloxiden, Manganferrit-Schwarzspinell, Kupferchromit-Schwarzspinell, Ruß oder Zinksulfid-Pigmentpartikeln gebildet sein.

[0028] Die anorganischen Kernpartikel können optional oberflächenbehandelt sein. Die Oberflächenbehandlung würde die Kompatibilität der Kernpigmentpartikel mit dem Monomer in einem Reaktionsmedium oder das chemische Verbinden mit dem Monomer bei der Bildung der Hülle der Verbund-Pigmentpartikel verbessern. Als Beispiel kann die Oberflächenbehandlung mit einem organischen Silan durchgeführt werden, das funktionelle Gruppe wie Acrylat, Vinyl, $-\text{NH}_2$, $-\text{NCO}$, $-\text{OH}$ oder ähnliches aufweist. Diese funktionellen Gruppen können chemische Reaktionen mit den Monomeren eingehen.

[0029] Die Kernpartikel können auch mit einem anorganischen Material, wie Siliziumdioxid, Aluminiumoxid, Zinkoxid oder ähnlichem, oder einer Kombination davon, oberflächenbehandelt sein. Natriumsilikat oder Tetraethoxysilan kann als üblicher Vorläufer für eine Siliziumdioxidbeschicht eingesetzt werden.

[0030] Im Fall einer anorganischen Behandlung kann die Struktur der Beschichtung porös sein, um die Dichte zu reduzieren.

[0031] Eine organische Hülle kann aus einem organischen Polymer wie Polyacrylat, Polyurethan, Polyharnstoff, Polyethylen, Polyester, Polysiloxan oder ähnlichem gebildet sein. Beispielsweise kann eine Polyacrylat-Hülle aus Monomeren wie Styrol, Methylacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, Dimethylaminoethylmethacrylat oder ähnlichem gebildet sein. Eine Polyurethanhülle kann aus Monomeren oder Oligomer wie multifunktionellem Isocyanat oder Thioisocyanat, primärem Alkohol oder ähnlichem gebildet sein. Eine Polyharnstoffhülle kann aus einem Monomer, das reaktive Gruppen enthält, wie Amin/Isocyanat, Amin/Thioisocyanat oder ähnlichem gebildet sein. Der Fachmann ist in der Lage, auf Basis des Konzepts der vorliegenden Erfindung geeignete Monomere oder Oligomere und deren Varianten auszuwählen.

[0032] Im Fall einer organischen Hülle ist der „organische Gehalt“ der resultierenden Verbund-Pigmentpartikel mit anorganischen Kernpartikeln mindestens 20 Gew.%, vorzugsweise 20 bis 70 Gew.% und stärker bevorzugt 20 bis 40 Gew.%. In dieser Ausführungsform wird der Begriff „organischer Gehalt“ durch das Gesamtgewicht der Hülle (**12**) und der sterischen Stabilisatormoleküle (**13**), dividiert durch das Gesamtgewicht der Kernpigmentpartikel (**11**), der Hülle (**12**) und der sterischen Stabilisatoren (**13**) bestimmt.

[0033] Die Dichte der Hülle ist vorzugsweise niedrig, niedriger als 2 g/cm^3 und vorzugsweise 1 g/cm^3 . Die Dicke der Hülle kann auf Basis der Dichte des Hüllmaterials und der gewünschten End-Partikeldichte gesteuert werden.

[0034] Das Hüllmaterial ist entweder vollständig inkompatibel oder relativ inkompatibel mit dem Displayfluid, in dem die Verbund-Pigmentpartikel dispergiert sind. Relativ „inkompatibel“, wie hier verwendet, bedeutet, dass nicht mehr als 5%, vorzugsweise nicht mehr als 1% des Hüllmaterials mit dem Displayfluid mischbar ist.

[0035] Um diese vollständige oder relative Inkompatibilität zu erreichen, kann ein polymeres Hüllmaterial polare funktionelle Gruppen an seiner Hauptkette oder einer Seitenkette aufweisen. Beispiele solcher polaren funktionellen Gruppen können $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{O-R}$, $-\text{NH-R}$ und ähnliches einschließen (worin R eine Alkyl- oder eine Arylgruppe ist). Jede der Seitenketten weist in diesem Fall vorzugsweise weniger als 6 Kohlenstoffatome auf. In einer Ausführungsform können die Hauptkette oder die Seitenketten eine aromatische Einheit enthalten.

[0036] Weiterhin sollen sich die Kernpigmentpartikel und die Hülle wie eine einzelne Einheit verhalten. Dies kann durch Vernetzung oder eine Einkapselungstechnik erreicht werden, wie unten beschrieben.

[0037] Der sterische Stabilisator (**13**) in **Fig. 1** wird üblicherweise aus Polymeren mit hohem Molekulargewicht gebildet, wie Polyethylen, Polypropylen, Polyester, Polysiloxan oder einer Mischung daraus. Die sterischen Stabilisatoren sollten mit dem Lösungsmittel, in dem die Verbund-Pigmentpartikel dispergiert sind, kompatibel sein, um die Dispersion der Verbund-Pigmentpartikel im Lösungsmittel zu erleichtern.

[0038] Weiterhin kann die Oberfläche der Hülle wahlweise funktionelle Gruppen aufweisen, die Ladungserzeugung oder Wechselwirkung mit einem Ladungssteuerungsmittel ermöglichen.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die Kernpigmentpartikel aus einem organischen Material, wie CI-Pigment PR254, PR122, PR149, PG36, PG58, PG7, PY138, PY150, PY20, PY83, PB15 oder ähnlichem, die üblicherweise als organische Pigmentmaterialien eingesetzt werden und im Farbindex-Handbuch „New Pigment Application Technology“ (CMC Publishing Co., Ltd., 1986) und „Printing Ink Technology“ (CMC Publishing Co., Ltd., 1984) beschrieben sind. Spezielle Beispiele können Clariant Hostaperm Red D3G 70-EDS, Hostaperm Pink E-EDS, PV fast red D3G, Hostaperm red D3G 70, BASF Irgazine red L 3630, Cinquasia Red L 4100 HD, Irgazin Red L 3660 HD, Clariant Novoperm yellow HR-70-EDS, Blue B2G, Green GNX und ähnliches einschließen. Die Verbund-Pigmentpartikel, die aus organischen Kernpartikeln gebildet sind, sind normalerweise gefärbt, wie beispielsweise Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta, Gelb oder ähnliches.

[0040] Die Oberfläche der organischen Kernpartikel kann behandelt oder unbehandelt sein. Die Oberflächenbehandlung würde die Kompatibilität der Kernpigmentpartikel mit dem Monomer in einem Reaktionsmedium oder die chemische Bindung mit dem Monomer beim Bilden der Hülle der Verbundfarbpartikel verbessern. Die vorbehandelten funktionellen Moleküle können auf der Oberfläche der Pigmentpartikel entweder chemisch gebunden oder physikalisch absorbiert werden. Die funktionellen Moleküle können ein Dispergiermittel, ein Tensid oder ähnliches sein.

[0041] Die Hülle für organische Kernpartikel wird üblicherweise aus einem organischen Hüllmaterial gebildet, wie oben beschrieben.

[0042] Die Stabilisatoren für die Verbund-Pigmentpartikel, die aus organischen Kernpartikeln hergestellt sind, können auch hergestellt werden wie unten beschrieben.

[0043] Der „Polymergehalt“ der Verbund-Pigmentpartikel, die aus organischen Kernpartikeln hergestellt sind, kann mindestens 20 Gew.%, vorzugsweise 30 bis 70 Gew.% und stärker bevorzugt 40 bis 60 Gew.% oder 30 bis 50 Gew.% betragen. Der Begriff „Polymergehalt“ wird durch das Gesamtgewicht der Hülle (**12**) und der sterischen Stabilisatoren (**13**) dividiert durch das Gesamtgewicht der Kernpigmentpartikel (**11**), der Hülle (**12**) und der sterischen Stabilisatoren (**13**) bestimmt.

[0044] Der zweite Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist auf die Herstellung der erfindungsgemäßen Verbund-Pigmentpartikel gerichtet, die verschiedene Techniken einschließen kann.

1. Dispersionspolymerisation

[0045] Beispielsweise können sie durch Dispersionspolymerisation gebildet werden. Während der Dispersionspolymerisation wird ein Monomer um die Kernpigmentpartikel herum in Gegenwart eines sterischen Stabilisatorpolymers, das im Reaktionsmedium löslich ist, polymerisiert. Das als Reaktionsmedium ausgewählte Lösungsmittel muss ein gutes Lösungsmittel sowohl für das Monomer als auch für das sterische Stabilisatorpolymer sein, aber kein Lösungsmittel für die gebildete Polymerhülle. Beispielsweise ist in einem aliphatischen Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel aus Isopar G® das monomere Methylmethacrylat löslich; doch nach der Polymerisation ist das resultierende Polymethylmethacrylat nicht löslich.

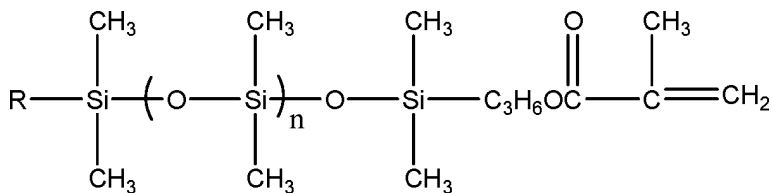
[0046] Die aus dem Monomer gebildete Polymerhülle muss mit dem Lösungsmittel, in dem die Verbund-Pigmentpartikel dispergiert sind, vollständig inkompatibel oder relativ inkompatibel sein. Zur Bildung der Hülle geeignete Monomere können diejenigen sein, die oben beschrieben sind, wie beispielsweise Styrol, Methylacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, Dimethylaminoethylmethacrylat oder ähnliche.

[0047] Das sterische Stabilisatorpolymer kann ein reaktives und polymerisierbares Makromonomer sein, das an die Oberfläche der Polymerhülle, die gebildet wird, adsorbiert, in diese eingebaut wird oder chemisch mit ihr verbunden wird. Das Makromonomer als sterischer Stabilisator bestimmt die Partikelgröße und die kolloidale Stabilität des Systems.

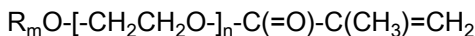
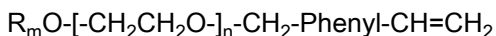
[0048] Das Makromonomer kann ein Acrylat-terminiertes oder ein Vinyl-terminiertes Makromolekül sein, die geeignet sind, weil die Acrylat- oder die Vinylgruppe mit dem Monomer im Reaktionsmedium copolymerisieren kann.

[0049] Das Makromonomer weist vorzugsweise eine lange Schwanzgruppe R auf, die die Verbund-Pigmentpartikel in einem Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel stabilisieren kann.

[0050] Eine Sorte von Makromonomeren ist Acrylat-terminiertes Polysiloxan (Gelest, MCR-M11, MCR-M17, MCR-M22) wie unten gezeigt:

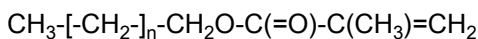


[0051] Eine weitere Sorte von Makromonomeren, die für das Verfahren geeignet ist, sind PE-PEO-Makromonomere, wie unten gezeigt:



[0052] Der Substituent R kann eine Polyethylenkette sein, n ist 1–60 und m ist 1–500. Die Synthese dieser Verbindungen ist in Dongri Chao et al., Polymer Journal, Band 23, Nr. 9, 1045 (1991) und Koichi Ito et al., Macromolecules, 1991, 24, 2348 zu finden.

[0053] Ein weiterer Typ von geeigneten Makromonomeren sind PE-Makromonomere wie unten gezeigt:



[0054] In diesem Fall beträgt n 30–100. Die Synthese dieses Typs von Makromonomeren ist in Seigou Kawaguchi et al., Designed Monomers and Polymers, 2000, 3, 263 zu finden.

2. Lebendradikal-Dispersionspolymerisation

[0055] Alternativ können die Verbund-Pigmentpartikel durch Lebendradikal-Dispersionspolymerisation hergestellt werden, wie in **Fig. 2** gezeigt.

[0056] Die Lebendradikal-Dispersionspolymerisationstechnik ist ähnlich zu oben beschriebenen Dispersionspolymerisation durch das Starten des Prozesses mit Pigmentpartikeln (**21**) und Monomer, die in einem Reaktionsmedium dispergiert sind.

[0057] Die in diesem Verfahren zur Bildung der Hülle (**22**) eingesetzten Monomere können Styrol, Methacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, Dimethylaminoethylmethacrylat und ähnliches einschließen.

[0058] Jedoch werden in diesem alternativen Verfahren mehrere lebende Enden (**24**) auf der Oberfläche der Hülle (**22**) gebildet. Die lebenden Enden können durch Zugabe eines Mittels wie TEMPO (2,2,6,6-Tetramethyl-1-piperidinyloxy), einem RAFT(reversible addition-fragmentation chain transfer, reversible Additions-Fragmentierungs-Kettenübertragungs-)Mittel oder ähnliches in einem Reaktionsmedium erzeugt werden.

[0059] In einem weiteren Schritt wird ein zweites Monomer zum Reaktionsmedium zugegeben, um zu bewirken, dass die lebenden Enden (24) mit dem zweiten Monomer reagieren, um die sterischen Stabilisatoren (23) zu bilden. Das zweite Monomer kann Laurylacrylat, Laurylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Hexylacrylat, Hexylmethacrylat, n-Octylacrylat, n-Octylmethacrylat, n-Octadecylacrylat, n-Octadecylmethacrylat oder ähnliches sein.

3. Nicht-wässrige Emulsions-Polykondensation

[0060] Als weitere Alternative können die Verbund-Pigmentpartikel durch Beschichten der Kernpigmentpartikel durch nicht-wässrige Emulsions-Polykondensation gebildet werden.

[0061] In diesem alternativen Verfahren kann die Hülle des Verbund-Pigmentpartikels ein Polyurethan oder Polyharnstoffmaterial sein. Die sterischen Stabilisatoren können nicht-polare langkettige Kohlenwasserstoffmoleküle sein. Polyurethan und Polyharnstoff sind üblicherweise mit einem nicht-polaren Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel nicht kompatibel, und ihre Härte und elastische Eigenschaften können durch die Monomerzusammensetzung eingestellt werden.

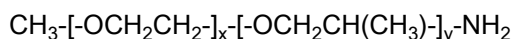
[0062] Dieses Syntheseverfahren ist ähnlich zur Emulsions- oder Dispersionspolymerisation, außer, dass im Inneren von Micellen mit Polyurethanmonomeren und den anorganischen Kernpigmentpartikeln Polykondensation eintritt.

[0063] Das Polyurethan- oder Polyharnstoff-Beschichtungssystem kann als Öl-in-Öl-Emulsion betrachtet werden, das zwei inkompatible Lösungsmittel enthält, von denen eines ein nicht-polares organisches Lösungsmittel und das andere ein polares organisches Lösungsmittel ist. Das System kann auch als nicht-wässrige Emulsions-Polykondensation bezeichnet werden, worin das nicht-polare Lösungsmittel die kontinuierliche Phase und das polare Lösungsmittel die nicht-kontinuierliche Phase darstellt. Das Monomer und die anorganischen Pigmentpartikel sind in der nicht-kontinuierlichen Phase vorhanden. Geeignete nicht-polare Lösungsmittel können die Lösungsmittel der Isopar®-Reihe, Cyclohexan, Tetradecan, Hexan oder ähnliches einschließen. Die polaren Lösungsmittel können Acetonitril, DMF oder ähnliches einschließen.

[0064] Ein Emulgator oder Dispersionsmittel ist für dieses zweiphasige organische System wesentlich. Die molekulare Struktur des Emulgators oder Dispersionsmittels kann einen Teil aufweisen, der im nicht-polaren Lösungsmittel löslich ist, und einen anderen Teil, der in der polaren Phase verankert ist. Dies stabilisiert die Micellen/Tröpfchen, die das Monomer und die anorganischen Pigmentpartikel enthalten und als Mikro-Reaktor für die Partikelbildung durch Polykondensation fungieren.

[0065] Geeignete Emulgatoren oder Dispersionsmittel können Di-Block-Copolymere, wie Poly(isopren)-b-Poly(methylmethacrylat), Polystyrol-b-Poly(ethen-alt-propen) (Kraton) oder ähnliches einschließen.

[0066] Es kann auch ein Co-Emulgator zugegeben werden, um chemische Bindungen mit den Partikeln einzugehen. Beispielsweise können Amin-terminierte Kohlenwasserstoffmoleküle mit den Partikeln während der Polykondensation reagieren und als robuste sterische Stabilisatoren an die Oberfläche binden. Geeignete Co-Emulgatoren können Surfonamin (B-60, B-100 oder B-200), wie unten gezeigt, einschließen:



worin x 5–40 ist und y 1–40 ist.

[0067] In einem Ansatz kann das Verfahren unter Wachstum von sterischen Stabilisatoren aus Polyacrylat weiterlaufen, nachdem die Polykondensationsreaktion im Mikroreaktor beendet ist. In diesem Fall wird die Hülle aus Polyurethan gebildet, während es sich bei den sterischen Stabilisatoren um Polyacrylatketten handeln kann. Nachdem der im Verfahren eingesetzte Emulgator oder das Dispersionsmittel von der Oberfläche der Partikel abgewaschen wurde, sind die Verbundpartikel im nicht-polaren Lösungsmittel (d.h., dem Displayfluid) mit den Polyacrylatstabilisatoren stabil. Manche Materialien, die Acrylatpolymerisation initiieren können, schließen Isocyanatoethylacrylat, Isocyanatostyrol oder ähnliches ein.

[0068] Monomere für den sterischen Stabilisator können eine Mischung aus Hydroxyethylmethacrylat und anderem Acrylat, das mit dem nicht-polaren Lösungsmittel kompatibel ist, sein, wie Laurylacrylat, Laurylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Hexylacrylat, Hexylmethacrylat, n-Octylacrylat, n-Octylmethacrylat, n-Octadecylacrylat, n-Octadecylmethacrylat oder ähnliches.

[0069] In jedem der oben beschriebenen Verfahren kann ein Co-Monomer zum Reaktionsmedium zugegeben werden, um funktionelle Gruppen für die Ladungserzeugung einzubauen. Das Co-Monomer kann die Verbund-Pigmentpartikel entweder direkt aufladen oder Wechselwirkung mit einem Ladungssteuerungsmittel im Displayfluid aufweisen, um den Verbund-Pigmentpartikeln eine gewünschte Ladungspolarität und Ladungsdichte zu verleihen. Geeignete Co-Monomere können Vinylbenzyl-aminoethylaminopropyltrimethoxysilan, Methacryloxypropyltrimethoxysilan, Acrylsäure, Methacrylsäure, Vinylphosphorsäure, 2-Acrylamino-2-methylpropan sulfonsäure, 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat, N-[3-(Dimethylamino)propyl]methacrylamid oder ähnliches einschließen.

[0070] Ein Co-Monomer im Kontext der vorliegenden Erfindung ist ein Monomer, das sich von einem bereits in der Zusammensetzung zur Bildung der Hülle der Verbund-Pigmentpartikel enthaltenen Monomer unterscheidet. Wenn sowohl ein Monomer als auch ein Co-Monomer im Reaktionsmedium zur Bildung der Hülle vorhanden sind, so kann die Ladungspolarität oder Intensität der Verbund-Pigmentpartikel auf ein gewünschtes Niveau eingestellt werden.

[0071] Beispielsweise zeigt ein Gelbpigment (Clariant Hostaperm H4G-EDS), hergestellt durch ein Standardsyntheseverfahren (Methylmethacrylat als Monomer zur Bildung der Hülle und PDMS (Polydimethylsiloxan)acrylat als Stabilisatorpolymer) ein positives Zetapotential. Wenn allerdings ein fluoriertes Co-Monomer, beispielsweise 2-Perfluorbutylethylacrylat zum Reaktionsmedium zur Bildung der Hülle zugegeben wird, so kann das Zetapotential des Gelbpigments in den negativen Bereich verschoben werden (siehe **Fig. 3**).

[0072] In einem weiteren Beispiel zeigt ein Blaupigment (Clariant Hostaperm B2G-EDS), hergestellt durch ein Standardsyntheseverfahren (Methylmethacrylat als Monomer zur Bildung der Hülle und PDMS (Polydimethylsiloxan)acrylat als Stabilisatorpolymer) ein sehr niedriges positives Ladungsniveau. Doch wenn ein Co-Monomer, 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat bei der Synthese der Hülle zugegeben wird, steigt das Ladungsniveau des Blaupigments mit steigender Menge des zugegebenen Co-Monomers an (siehe **Fig. 4**).

[0073] Wie gezeigt, kann die Ladungspolarität eines Pigmentmaterials von negativ nach positiv oder umgekehrt durch Zugabe eines Co-Monomers in das Reaktionsmedium zum Bilden der Hülle geändert werden. Das Ladungsniveau des Pigmentmaterials kann ebenfalls durch dieses Verfahren eingestellt werden.

[0074] Die Co-Monomere, die eine negative Ladung einführen können, können fluoriertes Acrylat oder fluoriertes Methacrylat einschließen, sind aber nicht darauf beschränkt. Spezielle Beispiele schließen 2-Perfluorbutylethylacrylat,

2,2,2-Trifluorethylmethacrylat,
2,2,3,3-Tetrafluorpropylmethacrylat,
1,1,1,3,3,3-Hexafluorisopropylacrylat,
1,1,1,3,3,3-Hexafluorisopropylmethacrylat,
2,2,3,3,3-Pentafluorpropylacrylat,
2,2,3,3-Tetrafluorpropylacrylat,
2,2,3,4,4,4-Hexafluorbutylmethacrylat,
2,2,3,3,4,4,4-Heptafluorbutylmethacrylat oder ähnliches ein.

[0075] Die Co-Monomere, die eine positive Ladung einführen können, können 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat, N-[3-(Dimethylamino)propyl]methacrylamid einschließen, sind aber nicht darauf beschränkt. Die funktionellen Gruppen in diesen Co-Monomeren, die eine positive Ladung erzeugen, schließen -NHR, -NR₂, -NH-, -NH₂ oder ähnliches (worin R bis zu 4 Kohlenstoffatome aufweist) ein, sind aber nicht darauf beschränkt.

[0076] Die Hauptmonomere zum Bilden der Hülle sind in dieser Anmeldung oben aufgelistet. Beispielsweise kann es sich um Styrol, Methylacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, Dimethylaminoethylmethacrylat oder ähnliches handeln. In manchen Fällen kann das Hauptmonomer Acrylat, Methacrylat oder Styrol mit Kohlenwasserstoffseitenketten sein.

[0077] Einige Beispiele geeigneter Monomer-Comonomerpaare sind Methylmethacrylat und 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat, Methylmethacrylat und 2-Perfluorbutylethylacrylat, Methylmethacrylat und 2,2,2-Trifluorethylmethacrylat und ähnliches.

[0078] Das Molverhältnis des ladungseinstellenden Co-Monomers zu den gesamten Monomeren (Hauptmonomer plus Co-Monomer) kann zwischen 0,1% bis 50%, basierend auf der gewünschten Ladungsintensität der Partikel liegen, vorzugsweise zwischen 1% und 10%.

[0079] Die Mengen der eingesetzten Reagenzien (beispielsweise der anorganischen Kernpigmentpartikel, des Hüllmaterials und des Materials zum Bilden der sterischen Stabilisatoren) in jedem der oben beschriebenen Verfahren kann eingestellt und gesteuert werden, um den gewünschten organischen Gehalt in den resultierenden Verbund-Pigmentpartikeln zu erhalten.

[0080] Der dritte Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist auf ein Displayfluid gerichtet, das die erfindungsgemäßen Verbund-Pigmentpartikel umfasst, wobei die Verbund-Pigmentpartikel in einem Lösungsmittel dispergiert sind. Ein bevorzugtes Lösungsmittel weist eine niedrige Dielektrizitätskonstante (vorzugsweise etwa 2 bis 3), einen hohen Volumenwiderstand (vorzugsweise etwa 1015 Ohm-cm oder höher) und eine niedrige Wasserlöslichkeit (vorzugsweise weniger als 10 Teile pro Million) auf. Geeignete Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel können Dodecan, Tetradecan, die aliphatischen Kohlenwasserstoffe in der Isopar®-Reihe (Exxon, Houston, Texas) und ähnliche einschließen, sind aber nicht darauf beschränkt. Das Lösungsmittel kann auch eine Mischung aus einem Kohlenwasserstoff und einem Material auf Basis von halogenierten Kohlenwasserstoffen oder Silikonöl sein.

[0081] Die vorliegende Erfindung ist für ein Ein-Partikel-, Zwei-Partikel- oder Mehrpartikel-elektrophoretisches Displayfluidsystem einsetzbar. In einem Mehrpartikelsystem können mehr als zwei Sorten von Pigmentpartikeln vorliegen, und jede Sorte hat eine Farbe, die sich von den Farben der anderen Sorten unterscheidet.

[0082] Mit anderen Worten kann die vorliegende Erfindung auf ein Displayfluid gerichtet sein, das nur die Verbund-Pigmentpartikel umfasst, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt sind und die in einem Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel dispergiert sind. Die Verbund-Pigmentpartikel und das Lösungsmittel haben Farben, die miteinander in Kontrast stehen.

[0083] Alternativ dazu kann die vorliegende Erfindung auf ein Displayfluid gerichtet sein, das zwei Sorten von Pigmentpartikeln umfasst, die in einem organischen Lösungsmittel dispergiert sind, und wobei mindestens eine der beiden Sorten von Pigmentpartikeln gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde. Die zwei Sorten der Pigmentpartikel tragen entgegengesetzte Ladungspolaritäten und haben Farben, die miteinander in Kontrast stehen. Beispielsweise können die zwei Sorten von Pigmentpartikeln Schwarz bzw. Weiß sein. In diesem Fall können die schwarzen Partikel erfindungsgemäß hergestellt sein, oder die weißen Partikel können erfindungsgemäß hergestellt sein, oder sowohl die schwarzen als auch die weißen Partikel können erfindungsgemäß hergestellt sein.

[0084] Die erfindungsgemäß hergestellten Verbund-Pigmentpartikel weisen viele Vorteile auf, wenn sie in einem organischen Lösungsmittel dispergiert sind. Beispielsweise kann die Dichte der Verbund-Pigmentpartikel im Wesentlichen an die des organischen Lösungsmittels angepasst sein, wodurch die Leistung der Displayvorrichtung verbessert wird. Mit anderen Worten kann die Differenz zwischen der Dichte der Verbund-Pigmentpartikel und der Dichte des Lösungsmittels weniger als 2 g/cm³ sein, vorzugsweise weniger als 1,5 g/cm³ und am stärksten bevorzugt weniger als 1 g/cm³.

[0085] Wenn im Zwei-Partikelsystem nur eine Sorte der Pigmentpartikel erfindungsgemäß hergestellt wurde, kann die andere Sorte von Pigmentpartikeln durch beliebige andere Verfahren hergestellt sein. Beispielsweise können die Partikel Polymer-eingekapselte Pigmentpartikel sein. Die Mikroverkapselung der Pigmentpartikel kann chemisch oder physikalisch bewirkt werden. Typische Mikroverkapselungsverfahren schließen Grenzflächenpolymerisation/Vernetzung, in-situ-Polymerisation/Vernetzung, Phasentrennung, einfache oder komplexe Coacervation, elektrostatische Beschichtung, Sprühtrocknen, Wirbelbettbeschichtung und Lösungsmittelverdampfung, etc. ein.

[0086] Die Verbund-Pigmentpartikel, die durch vorbekannte Verfahren hergestellt wurden, können auch eine natürliche Ladung aufweisen, oder können unter Einsatz eines Ladungskontrollmittels explizit geladen werden, oder können eine Ladung erhalten, wenn sie im organischen Lösungsmittel suspendiert sind. Geeignete Ladungskontrollmittel sind im Stand der Technik wohlbekannt; sie können polymerer oder nicht-polymerer Natur sein und können auch ionisch oder nicht-ionisch sein, einschließlich ionischer Tenside, wie Natriumdodecylbenzolsulfonat, Metallseife, Polybutensuccinimid, Maleinsäureanhydrid-Copolymere, Vinylpyridin-Copolymere, Vinylpyrrolidon-Copolymer (Meth)acrylsäure-Copolymere oder N,N-Dimethylaminoethyl(meth)acrylat-Copolymere, Alcolac LV30 (Soya-Lecitin), Petrostep B100 (Petroleumsulfonat) oder B70 (Bariumsulfonat), Sols-

perse 17000 (Aktivpolymerdispersionsmittel), Solperse 9000 (Aktivpolymerdispersionsmittel), OLOA 11000 (aschfreies Succinimiddispersionsmittel), OIOA 1200 (Polyisobutylensuccinimide), Unithox 750 (Ethoxylate), Petronate L (Natriumsulfonat), Disper BYK 101, 2095, 185, 116, 9077 & 220 sowie die ANTI-TERRA-Reihe.

BEISPIELE

Beispiel 1

Schritt A: Abscheidung von Vinylbenzylaminoethylaminopropyltrimethoxysilan auf Schwarzpigment-Partikel

[0087] In einen 1 L-Reaktor wurde Schwarz 444 (Shepherd, 40 g), Isopropanol (320 g), DI Wasser (12 g), Ammoniumhydroxid (28%, 0,4 g) und Z-6032 (Dow Corning, 16 g, 40% in Methanol) zugegeben. Der Reaktor wurde unter mechanischem Rühren in einem Ultraschallbad auf 65°C erwärmt. Nach 5 Stunden wurde die Mischung bei 6000 U/min 10 Minuten zentrifugiert. Die Feststoffe wurden in Isopropanol (300 g) erneut dispergiert, zentrifugiert und bei 50°C im Vakuum über Nacht getrocknet, um 38 g der gewünschten Pigmentpartikel herzustellen.

Schritt B: Herstellung einer Polymerbeschichtung auf Pigmentpartikel durch Dispersionspolymerisation

[0088] Zwei (2) g Polyvinylpyrrolidon (PVP K30) wurde in einer Mischung aus 94,5 g Wasser und 5,5 g Ethanol aufgelöst. Die Lösung wurde 20 Minuten mit Stickstoff gespült und auf 65°C erwärmt. Die in Schritt A hergestellten Pigmentpartikel (4 g) wurden in einer Mischung aus 3,0 g Laurylacrylat, 0,2 g Divinylbenzol und 0,03 g AIBN (Azobisisobutyronitril) dispergiert, um eine gleichförmige Suspension zu bilden. Diese Suspension wurde zur PVP-Lösung bei 65°C zugegeben. Unter Rühren dauerte die Polymerisationsreaktion etwa 12 Stunden.

[0089] Dann wurde eine Mischung aus 3,0 g Octadecylacrylat und 0,03 g AIBN in den obigen Reaktionskolben zugegeben, und die Reaktion wurde 12 Stunden fortgesetzt.

[0090] Die hergestellten Feststoffe wurden von der Flüssigkeit durch Zentrifugation separiert und dann mit Isopropanol und Methylethylketon gewaschen, um PVP K30 und andere Chemikalien, die nicht an die Pigmentpartikel gebunden waren, zu entfernen. Die Feststoffe wurden bei 50°C unter Vakuum getrocknet, um Verbund-Schwarzpartikel als Endprodukt herzustellen. Der organische Gehalt der hergestellten Partikel war etwa 34 Gew.%, geprüft durch TGA (thermogravimetrische Analyse).

Beispiel 2

Synthese von gefärbten Verbund-Pigmentpartikeln

[0091] Hostaperm Red D3G 70-EDS (Clariant, 2,5 g), Methylmethacrylat (8 g) und Toluol (2 g) wurden in ein 20 ml Fläschchen gegeben und 2 Stunden ultraschallbehandelt. Die obige Mischung, MCR-M22 (Gelest, 5,7 g) und DMS-T01 (Gelest, 30 g) wurden in einem 250 mL-Reaktor zugegeben. Der Reaktor wurde unter magnetischem Rühren auf 70°C erwärmt und 20 Minuten mit Stickstoff gespült, gefolgt von der Zugabe von Lauroylperoxid (0,07 g). Nach 19 Stunden wurde die Mischung bei 5000 U/min 15 Minuten zentrifugiert. Die hergestellten Feststoffe wurden in Hexan erneut dispergiert und zentrifugiert. Dieser Zyklus wurde zweimal wiederholt, und die Feststoffe wurden bei Raumtemperatur unter Vakuum getrocknet, um die Partikel als Endprodukt herzustellen. Der Polymergehalt der hergestellten Partikel war etwa 49 Gew.%, geprüft durch TGA (thermogravimetrische Analyse).

[0092] Während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf spezifische Ausführungsformen von ihr beschrieben wurde, versteht es sich für den Fachmann, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Äquivalente ausgetauscht werden können, ohne vom Bereich der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung des Ladungsniveaus eines Verbund-Pigmentpartikels, umfassend:
 - (i) Bereitstellen einer Zusammensetzung, die ein Monomer umfasst,
 - (ii) Auswahl eines zur Zusammensetzung zuzugebenden Co-Monomers, worin das Co-Monomer in der Lage ist, eine positive Ladung oder eine negative Ladung in den Verbund-Pigmentpartikel einzubringen oder das Ladungsniveau des Verbund-Pigmentpartikels zu ändern, und
 - (iii) Bilden einer Hülle des Verbund-Pigmentpartikels unter Einsatz der Zusammensetzung.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Monomer Styrol, Methacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat oder Dimethylaminoethylmethacrylat ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Monomer Acrylat, Methacrylat oder Styrol mit einer Kohlenwasserstoffseitenkette ist.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Co-Monomer aus der Gruppe bestehend aus Vinylbenzyl-aminoethylamino-propyltrimethoxysilan, Methacryloxypropyltrimethoxysilan, Acrylsäure, Methacrylsäure, Vinylphosphorsäure, 2-Acrylamino-2-methylpropansulfonsäure, 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat und N-[3-Dimethylamino)propyl]methacrylamid ausgewählt ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Co-Monomer ein fluoriertes Acrylat oder ein fluoriertes Methacrylat ist, um eine negative Ladung einzuführen.

6. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Co-Monomer
2-Perfluorbutylethylacrylat,
2,2,2-Trifluorethylmethacrylat,
2,2,3,3-Tetrafluorpropylmethacrylat,
1,1,1,3,3,3-Hexafluorisopropylacrylat,
1,1,1,3,3,3-Hexafluorisopropylmethacrylat,
2,2,3,3,3-Pentafluorpropylacrylat,
2,2,3,3-Tetrafluorpropylacrylat,
2,2,3,4,4,4-Hexafluorbutylmethacrylat oder
2,2,3,3,4,4,4-Heptafluorbutylmethacrylat ist, um eine negative Ladung einzuführen.

7. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Co-Monomer 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat oder N-[3-(Dimethylamino)propyl]-methacrylamid ist, um eine positive Ladung einzuführen.

8. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Co-Monomer eine funktionelle Gruppe ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus -NHR, -NR₂, -NH- und -NH₂, worin R eine Alkylgruppe mit bis zu 4 Kohlenstoffatomen ist, umfasst, um eine positive Ladung einzuführen.

9. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Paar aus Monomer und Co-Monomer Methylmethacrylat und 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat, Methylmethacrylat und 2-Perfluorbutylethylacrylat oder Methylmethacrylat und 2,2,2-Trifluorethylmethacrylat ist.

10. Verfahren gemäß Anspruch 1, worin das Molverhältnis des Co-Monomers zur Gesamtheit aus Monomer und Co-Monomer zwischen 0,1 bis 50% liegt.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, worin das Molverhältnis des Co-Monomers zur Gesamtheit aus Monomer und Co-Monomer zwischen 1 und 10% liegt.

12. Verbund-Pigmentpartikel für ein elektrophoretisches Display, der zumindest einen Kernpigmentpartikel, eine über dem Kernpigmentpartikel aufgebrachte Hülle und sterische Stabilisatormoleküle auf der Oberfläche des Verbund-Pigmentpartikels umfasst, worin die Hülle aus einem Monomer und einem Co-Monomer gebildet ist, worin das Monomer Styrol, Methacrylat, Methylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, t-Butylacrylat, t-Butylmethacrylat, Vinylpyridin, N-Vinylpyrrolidon, 2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxyethylmethacrylat, Dimethylaminoethylmethacrylat ist.

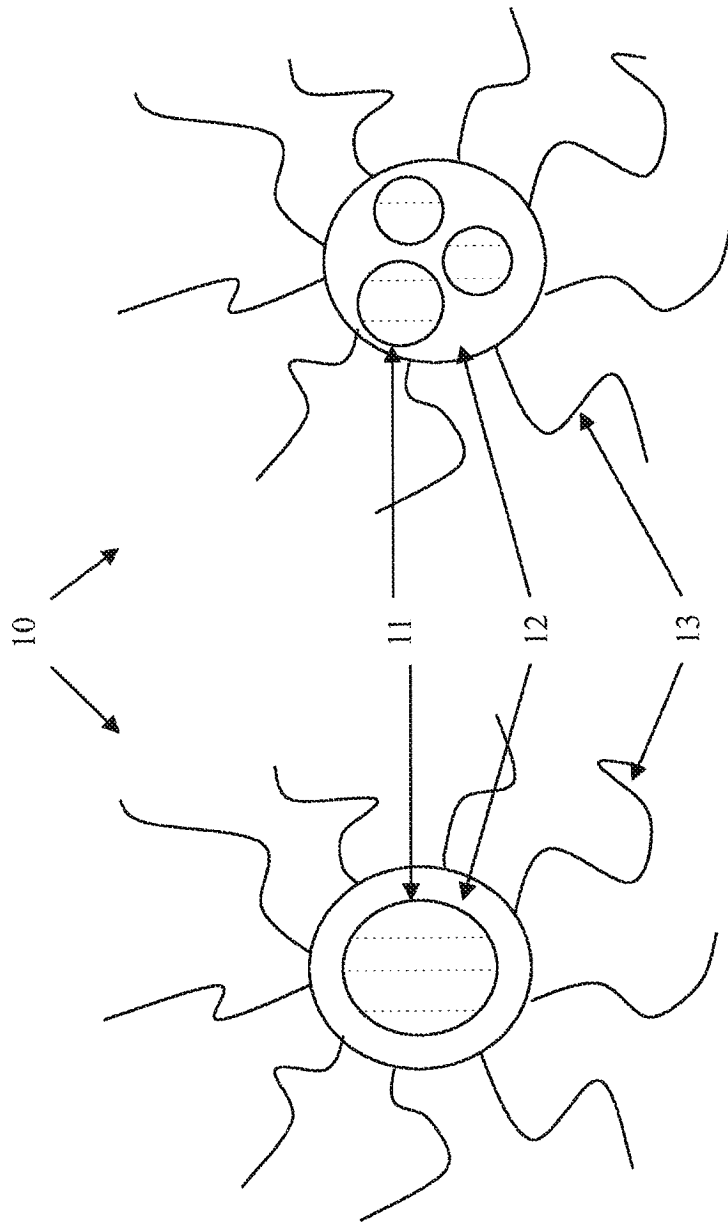
13. Verbund-Pigmentpartikel gemäß Anspruch 12, worin das Co-Monomer 2-Perfluorbutylethylacrylat,
2,2,2-Trifluorethylmethacrylat,
2,2,3,3-Tetrafluorpropylmethacrylat,
1,1,1,3,3,3-Hexafluorisopropylacrylat,
1,1,1,3,3,3-Hexafluorisopropylmethacrylat,
2,2,3,3,3-Pentafluorpropylacrylat,
2,2,3,3-Tetrafluorpropylacrylat,
2,2,3,4,4,4-Hexafluorbutylmethacrylat oder
2,2,3,3,4,4,4-Heptafluorbutylmethacrylat ist.

14. Partikel gemäß Anspruch 12, worin das Co-Monomer 2-(Dimethylamino)ethylmethacrylat oder N-[3-(Dimethylamino)propyl]methacrylamid ist.

15. Partikel gemäß Anspruch 12, worin das Molverhältnis des Co-Monomers zur Gesamtheit aus Monomer und Co-Monomer zwischen 0,1 und 50% liegt.

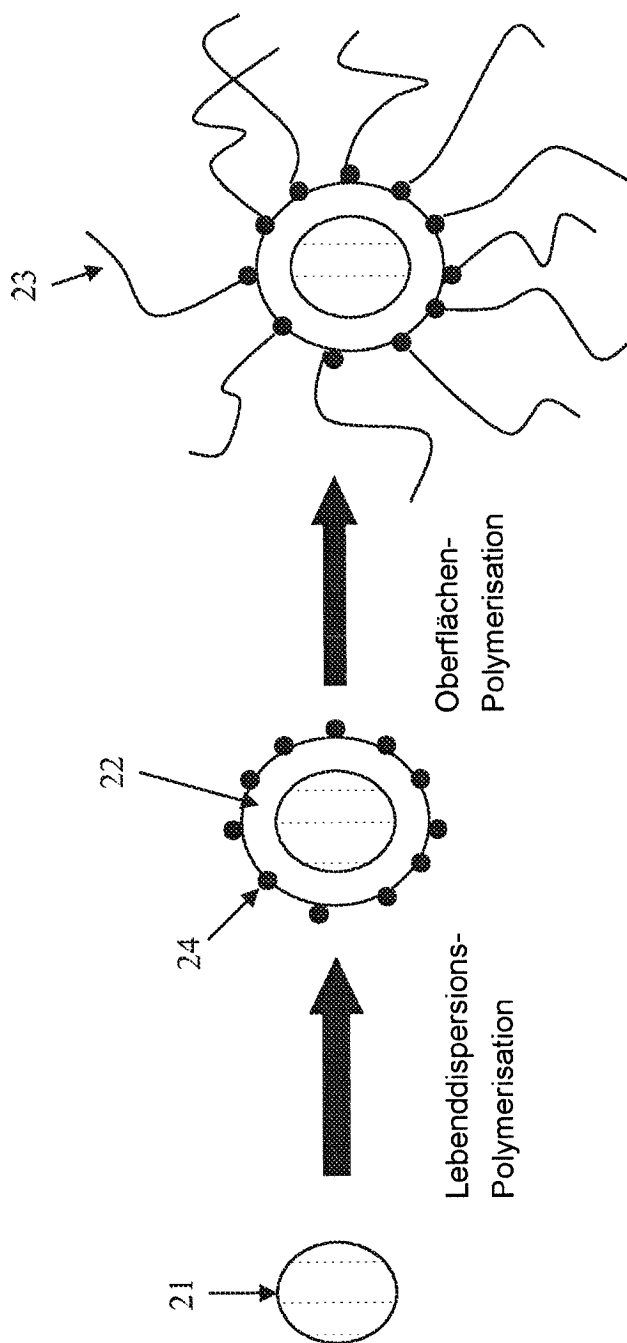
Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

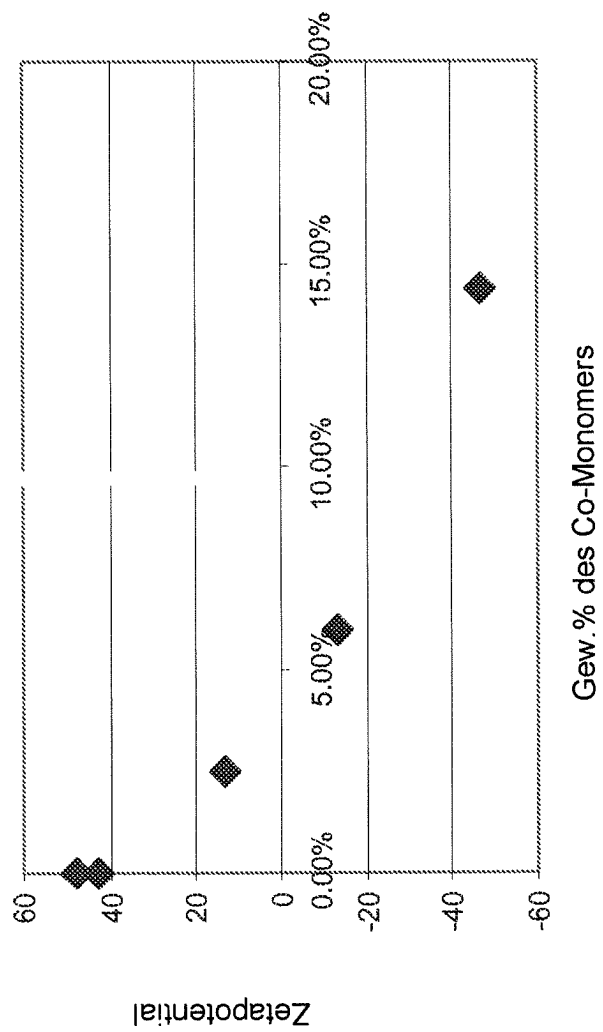


Figur 1b

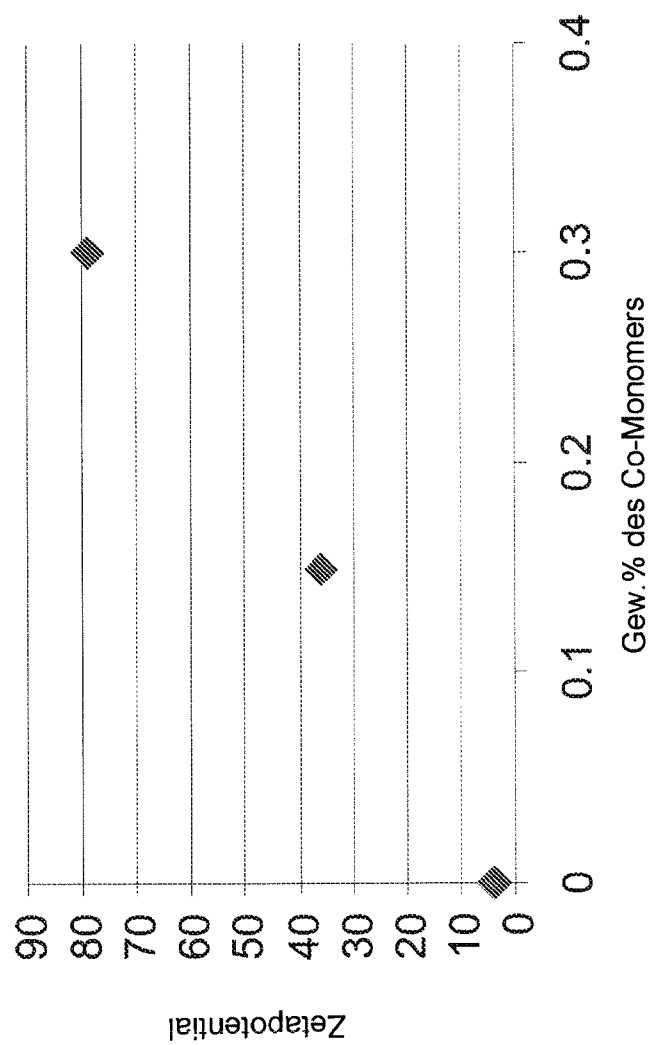
Figur 1a



Figur 2



Figur 3



Figur 4