



(10) **DE 10 2016 201 716 A1** 2016.08.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 201 716.0**

(22) Anmeldetag: **04.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **25.08.2016**

(51) Int Cl.: **C08L 33/08** (2006.01)

C09D 11/02 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)

B33Y 70/00 (2015.01)

(30) Unionspriorität:

14/630,629 24.02.2015 US

(71) Anmelder:

Xerox Corporation, Norwalk, Conn., US

(74) Vertreter:

**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

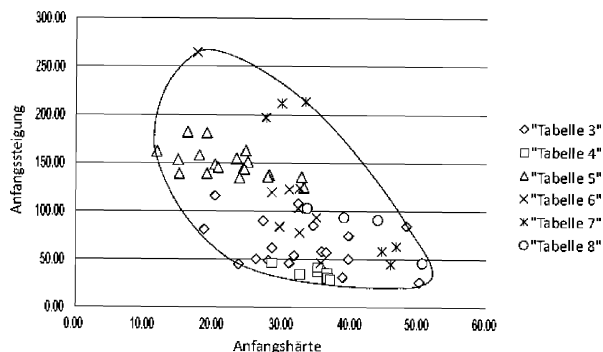
(72) Erfinder:

**Breton, Marcel P., Mississauga, Ontario, CA;
Belelie, Jennifer L., Oakville, Ontario, CA;
Chretien, Michelle N., Mississauga, Ontario,
CA; Chopra, Naveen, Oakville, Ontario, CA;
Keoshkerian, Barkev, Thornhill, Ontario, CA**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **3D-Drucksystem, umfassend Feststoff-Aufbautinte, umfassend Farbmittel**

(57) Zusammenfassung: Ein 3D-Farbdrucksystem umfasst (1) eine Feststoff-Aufbautinte für jede aus einer Mehrzahl von Farben, wobei jede Feststoff-Aufbautinte Folgendes umfasst: (a) ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%, (b) ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%, (c) ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15 Gew.-%, (d) einen Fotostarter und (e) ein Farbmittel; jede Feststoff-Aufbautinte besitzt eine Härtungsgeschwindigkeit, die durch ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt ist, so dass anfängliche Härtungsgeschwindigkeit und Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte für jede aus der Mehrzahl von Farben näherungsweise gleich ist, und (2) ein Trägermaterial umfasst das nicht-härtende Wachs, das in jeder Aufbautinte verwendet wird, wobei das Trägermaterial ein Gerüst zum Auftragen jeder Aufbautinte bereitstellt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft 3D-Druck. Insbesondere betrifft die vorliegende Offenbarung 3D-Druck unter Einsatz UV-härtender Feststofftinten, die diverse Farbmittel tragen können.

[0002] 3D-Drucker werden bei Heim- wie auch bei professionellen Anwendungen zunehmend beliebt. Es gibt viele Vorteile bei der Verwendung von 3D-Druckern, umfassend schnellere, wirtschaftlichere und Hochdurchsatz-Prototyp-Evaluation. 3D-Drucker bieten gegenwärtig eine Reihe von Lösungen für selektive Auftragsmodellierung für professionelle Verwendung.

[0003] Ein typisches Drucksystem trägt ein UV-härtendes, heißschmelzendes Material auf einen nicht-härtenden Wachsträger mittels Tintenstrahl auf. Jede Schicht, typischerweise im Mikrometerbereich, wird nach dem Auftragen gehärtet. Wenn die Fertigung abgeschlossen ist, wird das Trägermaterial abhängig von der Zusammensetzung gewegewaschen, weggeschmolzen oder weggeblasen, so dass die 3D-Fertigung zurückbleibt. Die UV-härtenden Materialien sind mit einer breiten Vielfalt physikalischer Eigenschaften verfügbar (z. B. Zugfestigkeit, Zugmodul, Biegefestigkeit und Ähnliches), jedoch in einer begrenzten Anzahl von Farben, und die Verwendung verschiedener Farben stellt aufgrund unterschiedlicher Härtungsraten und Härtewert bei Endhärte eine besondere Herausforderung dar, was einen Druck von Artikeln mit mehreren Farben verhindern kann.

[0004] In einigen Erscheinungsformen stellen vorliegende Ausführungsformen 3D-Farbdrucksysteme bereit, umfassend (1) eine Feststoff-Aufbautinte (Solid Bautinte) für jede aus einer Mehrzahl von Farben, wobei jede Feststoff-Aufbautinte Folgendes umfasst: (a) ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%, (b) ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%, (c) ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15 Gew.-%, (d) einen Fotostarter und (e) ein Farbmittel, wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch das Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt wird, so dass die anfängliche Härtungsgeschwindigkeit und die Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte für jede Mehrzahl von Farben näherungsweise gleich ist, und (2) ein Trägermaterial, umfassend das nicht-härtende Wachs, das in jeder Bautinte verwendet wird, wobei das Trägermaterial ein Gerüst für das Auftragen jeder Bautinte bereitstellt.

[0005] In einigen Erscheinungsformen stellen Ausführungsformen hierin Verfahren zum 3D-Farbdruck eines dreidimensionalen Artikels bereit, umfassend (1) Bereitstellen einer Feststoff-Aufbautinte für jede der Mehrzahl von Farben, wobei jede Feststoff-Aufbautinte Folgendes umfasst: (a) ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%, (b) ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%, (c) ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15 Gew.-%, (d) einen Fotostarter und (e) ein Farbmittel, wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch das Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt wird, so dass die anfängliche Härtungsgeschwindigkeit und die Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte für jede Mehrzahl von Farben näherungsweise gleich ist, und (2) Bereitstellen eines Trägermaterials, umfassend das nicht-härtende Wachs, das in jeder Bautinte verwendet wird, wobei das Trägermaterial ein oder mehrere Gerüstschichten zum Auftragen mindestens einer Feststoff-Aufbautintenschicht bereitstellt, wie durch die Geometrie des dreidimensionalen Artikels bestimmt, (3) Auftragen einer oder mehrerer Feststoff-Aufbautinten in einer Mehrzahl von Bautintenschichten, um den dreidimensionalen Artikel auf einem Substrat zu bilden, wobei jede aufgetragene Bautintenschicht der Mehrzahl von Bautintenschichten auf Folgendem aufgetragen wird: (a) dem Substrat, (b) einem Teil einer vorigen Feststoff-Aufbautintenschicht, (c) einen Teil der einen oder mehreren Gerüstschichten oder (d) Kombinationen davon, (4) Auftragen des Trägermaterials in die eine oder mehreren Gerüstschichten, wobei jede aufgetragene Gerüstschicht auf Folgendem aufgetragen wird: (a) dem Substrat, (b) einem Teil einer vorigen Feststoff-Aufbautintenschicht, (c) einem Teil der einen oder mehreren Gerüstschichten oder (d) Kombinationen davon, und (5) Härten jede der Mehrzahl von Bautintenschichten, um den 3D-Artikel zu bilden.

[0006] In einigen Erscheinungsformen stellen vorliegende Ausführungsformen Sätze von Feststoff-Aufbautinten für die Verwendung im 3D-Farbdruck zur Verfügung, wobei jeder Satz Feststoff-Aufbautinten ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%, ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%, ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis 15 Gew.-%, einen Fotostarter und ein Farbmittel umfasst, wobei jede Feststoff-Aufbautinte in dem Satz ein anderes Farbmittel und eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die über ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt ist, so dass die Härtungsgeschwindigkeit und die Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte unabhängig von dem Farbmittel in einer gegebenen Feststoff-Aufbautinte im Wesentlichen gleich ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung mit Bezug auf die Figuren beschrieben, wobei:

[0008] Fig. 1 ein Diagramm komplexer Viskosität gegen die Temperatur für Cyan-Feststoff-Aufbautinten gemäß vorliegender Ausführungsformen zeigt.

[0009] Fig. 2 ein Diagramm des Härtingsprofils der beispielhaften Feststoff-Aufbautinten der Fig. 1 vor Zugabe des Farbmittels zeigt.

[0010] Fig. 3 ein Diagramm der Anfangssteigung gegen Anfangshärte für eine Reihe Feststoff-Aufbautinten gemäß vorliegenden Ausführungsformen zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0011] Vorliegende Ausführungsformen stellen Bedingungen für einen Satz Feststoff-Aufbautinten zur Verwendung im 3D-Druck bereit. Die Feststoff-Aufbautinten sind UV-härtende Tinten (keine flüssigen Komponenten) und für die Spezifikationen in Bezug auf Kompatibilität aktueller 3D-Tintenstrahl-Drucksysteme angepasst. Die Feststoff-Aufbautinten bieten viele Vorteile gegenüber herkömmlichen UV-härtenden Aufbautinten nach dem Stand der Technik, wie solchen, die auf Urethanharz und Wachssystemen basieren, wie z. B. in den US-Patentschriften Nr. 7,378,460 und 6,841,589 beschrieben.

[0012] Die hier offenbarten Feststoff-Aufbautinten sind für einen leichten Farbmittel-Einbau gestaltet, um eine Breite Vielfalt von Farben sowie die Fähigkeit bereitzustellen, Schichten von ca. 10 µm bis ca. 5 mm Dicke vor dem Härten zu drucken. Insbesondere sind die Feststoff-Aufbautinten flexibel im Design, um Unterschiede der Anfangshärte und Härtingsraten auszugleichen, so dass jede Farbe in einem Satz Feststoff-Aufbautinten modifiziert werden kann, um Härtingzeiten und Endhärte zu synchronisieren und dadurch mögliche Probleme mit ungleichmäßigem Schwinden und Härtingsraten über verschiedene Farben zu vermeiden.

[0013] In den hier offenbarten selektiven Auftragungsverfahren kann eine Feststoff-Aufbautinte auf ein nicht-härtendes Wachs-Trägermaterial gesprüht werden; optional kann dieses nicht-härtende Wachs eine Variante der härtenden Feststofftinte ohne Fotostarter sein. Obwohl das Trägerwachs aus material-ökonomischen und methodologischen Gründen typischerweise das gleiche Wachs ist, das zum Formulieren der Feststoff-Aufbautinten verwendet wird, besteht keine strenge Anforderung, dass diese gleich sind. Jede Schicht wird nach jeder Auftragung oder alternativ nach mehreren Durchgängen gehärtet; oder in einigen Ausführungsformen erfolgt das Härten nur einmal, wenn das vollständig 3D-Objekt fertiggestellt ist. Wenn die Fertigung abgeschlossen ist, kann das Trägermaterial von der 3D-Fertigung in Abhängigkeit der Zusammensetzung des Trägermaterials gewegewaschen, weggeschmolzen oder weggeblasen werden.

[0014] Die hier offenbarten UV-härtenden Feststoff-Aufbautinten können allgemein die folgenden Eigenschaften aufweisen, wenn sie im Zusammenhang mit Strahldrucksystemen eingesetzt werden: (1) sie sind mit einer Viskosität von ca. 8 bis ca. 16 cPs bei Temperaturen von ca. 70°C bis 95°C sprühbar; (2) sie sind vor dem Härten bei Temperaturen von unter ca. 30°C weiche Feststoffe; und (3) sie besitzen bei Exposition mit UV-Strahlung hohe Härtingsraten.

[0015] In Ausführungsformen sind alle Feststoff-Aufbautintenkomponenten (d. h. Monomere, Fotostarter und Ähnliches) bei Umgebungstemperatur fest. Diese Feststoff-Aufbautinten besitzen die zusätzlichen Vorteile, leicht pigmentiert zu sein, und ihre Phasenwechseleigenschaften machen sie zum Druck auf praktisch jedes Substrat geeignet, umfassend porige Trägermaterialien. Weiterhin, wie oben erwähnt, können die Feststoff-Aufbautinten in einem Durchgang auf die gewünschte 3D-Abmessung ohne die bei herkömmlichen 3D-Prozessen dazwischen liegenden Druck- und Härtingsschritte gedruckt werden. Diese und weitere Vorteile sind dem Fachmann offenkundig.

[0016] In Ausführungsformen werden 3D-Farbdrucksysteme bereitgestellt, die eine Feststoff-Aufbautinte für jede Mehrzahl von Farben umfassen, wobei jede Feststoff-Aufbautinte ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 55 bis ca. 95 Gew.-%, ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 5 bis ca. 45 Gew.-%, ein härten-des Wachs in einer Menge von ca. 0,1 bis ca. 30 Gew.-%, einen Fotostarter und ein Farbmittel umfasst, wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine Härtingsgeschwindigkeit besitzt, die über ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtemdem Wachs eingestellt ist, so dass Härtingsgeschwindigkeit und Endhärte für jede der Mehr-

zahl von Farben näherungsweise gleich ist, wobei das System weiterhin ein Trägermaterial umfasst, das in jeder Aufbautinte verwendete nicht-härtende Wachs umfasst, wobei das Trägermaterial ein Gerüst für die Auftragung jeder Aufbautinte bereitstellt. Das Trägermaterial wird im Wesentlichen über denselben Druckmechanismus aufgebaut, mit dem die Feststoff-Aufbautinte aufgetragen wird.

[0017] Die vorliegenden Ausführungsformen stellen niederenergetisch UV-härtende, pigmentierte Feststoff-Aufbautinten mit hoher Reaktivität und minimalem Schwinden zur Anwendung im 3D-Druck bereit. Diese Feststoff-Aufbautinten können optional ein Geliermitteladditiv enthalten und können mit Viskositäten von weniger als 20 cPs bei 90°C oder von ca. 20 bis ca. 5 cPs bei 90°C oder von ca. 15 bis ca. 8 cPs bei 90°C und einem Schwindungswert von unter 3% oder von ca. 1% bis ca. 3% formuliert werden. Wie hier verwendet, zeigt der Schwindungswert das Schwinden der Tinte beim Abkühlen aus einem flüssigen Zustand an. Zusätzlich besitzen diese Tinten nach Härten eine viel höhere Härte als herkömmliche Feststofftinten, wie solchen, die kommerziell von Xerox Corporation oder Océ North America erhältlich sind. Für diese Feststofftinten konnte sowohl eine Einstellbarkeit von Härterungsrate und Endhärte nach dem Härten als auch eine verbesserte Kompatibilität zwischen Komponenten nach Festwerden gezeigt werden. Härterungsraten können durch Auftragen der Härte gegen die Dauer der Exposition mit UV-Licht in ft/s (Feet pro Sekunde) (Fusions Quecksilber-dotierte UV-D-Lampe, 600 W/cm) und Verwendung der folgenden Ausdrücke erhalten werden:

$$y = m_1 + m_2 \cdot (1 - \exp(-m_3 \cdot x))$$

$$\text{Anfangshärte} = m_1$$

$$\text{Anfangssteigung} = m_2 \cdot m_3$$

$$\text{Endhärte} = m_1 + m_2$$

wobei die Anfangssteigung als anfängliche Härterungsrate genommen wird. Die vorliegenden Feststoff-Aufbautinten können Härterungsraten von ca. 130 bis ca. 250 ft/s aufweisen, wie ca. 180 bis ca. 250 ft/s oder ca. 200 bis ca. 250 ft/s. Abhängig vom verwendeten Lampentyp in der UV-Härtungslampe kann die charakteristische zum Härten verwendete Ausgabe ca. 200 nm bis ca. 450 nm betragen.

[0018] Die Feststoff-Aufbautinten können Mischungen härtender Wachse, nicht-härtender Wachse, Monomere, optional Geliermittel, Farbmittel und Freie-Radikal-Fotostarter und optional bis zu 5 Gew.-% nicht-härtende Harze umfassen, wie Viskositätsmodifikatoren. Die verschiedenen Komponenten sind unter ca. 40°C oder unter ca. 40°C bis unter ca. 30°C feste Materialien. Diese Komponenten wurden ausgewählt, um Sprühen bei Temperaturen im Bereich von ca. 70°C bis ca. 100°C oder von ca. 80°C bis ca. 100°C oder von ca. 70°C bis ca. 90°C zu erzielen. Diese Feststoff-Aufbautinten besitzen also ein robustes Sprühverhalten bei erhöhter Temperaturen mit einer Viskosität von ca. 5 bis ca. 15 cPs oder von ca. 10 bis ca. 15 cPs oder von ca. 8 bis ca. 12 cPs bei diesen Temperaturen, und sie sind bei Raumtemperatur fest, was übermäßige Verteilung oder Wanderung des gedruckten Tropfens auf z. B. porigen Substraten verhindert. Nach dem Druck von einer oder mehreren Schichten in der Konstruktion eines dreidimensionalen Artikels werden die Zusammensetzungen gehärtet, um robuste Artikel bereitzustellen.

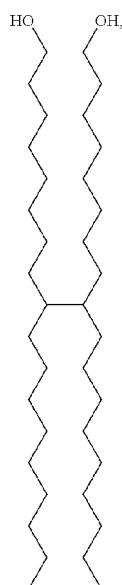
[0019] Die härtenden Feststoff-Aufbautinten können eine Härte vor dem Härten von ca. 0,1 bis ca. 50 oder von ca. 5 bis ca. 50 oder von ca. 10 bis ca. 50 aufweisen. Diese Tinten können eine Härte nach dem Härten von ca. 70 bis ca. 100 oder von ca. 80 bis ca. 97 oder von ca. 80 bis ca. 95 aufweisen. Ein Fachmann erkennt, dass dies Shore Durometer-Härtewerte sind und dass Durometerwerte dimensionslos Quantitäten sind.

[0020] Die härtende Feststoff-Aufbautintenzusammensetzungen können Monomere, härtende Wachse und optional Geliermittel umfassen. Das härtende Wachs kann bei Raumtemperatur (ca. 25°C) ein Feststoff sein. Einschluss des Wachses kann einen Anstieg der Viskosität der Feststoff-Aufbautinte fördern, wenn die Zusammensetzung von der Anwendungstemperatur abkühlt. Das härtende Wachs kann eine beliebige Wachskomponente sein, die mit den anderen Komponenten mischbar ist und die zur Bildung eines Polymers polymerisiert. Der Begriff Wachs umfasst z. B. ein beliebiges der zahlreichen natürlichen, modifizierten natürlichen und synthetischen Materialien, die allgemein als Wachs bezeichnet werden.

[0021] Geeignete Beispiele für härtende Wachse umfassen Wachse, die härtende Gruppen umfassen oder die mit härtenden Gruppen funktionalisiert sind. Die härtenden Gruppen können z. B. ein Acrylat, Methacrylat, Alken, Allylether, Epoxid, Oxetan und Ähnliches umfassen. Diese Wachse können durch Reaktion mit einem Wachs, wie einem Polyethylenwachs synthetisiert werden, das eine Carboxylsäure- oder eine transformierba-

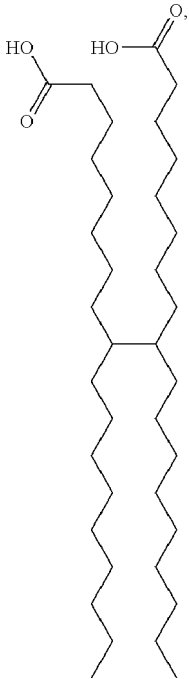
re funktionelle Hydroxylgruppe besitzt. Die hier beschriebenen Wachse können mit der oben beschriebenen Isocarbido-Funktion, mit mindestens einer härtenden Gruppe und/oder dem/den zusätzlichen härtenden Monomer(en) gehärtet werden.

[0022] Geeignete Beispiele für Hydroxyl-terminierte Polyethylenwachse, die mit einer härtenden Gruppe funktionalisiert werden können, umfassen Mischungen von Kohlenstoffketten der Struktur $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_2\text{OH}$, wobei ein Gemisch von Kettenlängen n , wobei die mittlere Kettenlänge im Bereich von ca. 16 bis ca. 50 liegt, und unverzweigtem, niedermolekularem Polyethylen mit ähnlicher mittlerer Kettenlänge vorliegt. Geeignete Beispiele für solche Wachse umfassen, ohne hierauf beschränkt zu sein, die UNILILA-Reihe von Materialien, wie UNILIN 350, UNILIN 425, UNILIN 550 und UNILIN 700 mit einem M_n von jeweils ca. 375, 460, 550 und 700 g/mol. Alle diese Wachse sind kommerziell von Baker-Petrolite erhältlich. Guerbet-Alkohole, gekennzeichnet als 2,2-Dialkyl-1-ethanole, sind ebenfalls geeignete Verbindungen. Beispielhafte Guerbet-Alkohole umfassen solche mit ca. 16 bis ca. 36 Kohlenstoffatomen, von denen viele kommerziell von Jarchem Industries Inc., Newark, N. J. PRIPOL® 2033 erhältlich sind (C-36-Dimer Diol-Mischung, umfassend Isomere der Formel

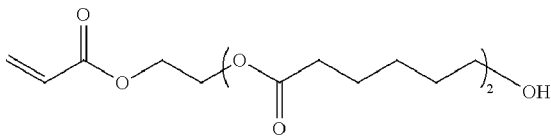


sowie weitere verzweigte Isomere, die ungesättigte und zyklische Gruppen umfassen können, verfügbar von Uniqema, New Castle, Del.; weitere Informationen zu C_{36} -Dimer Diolen dieses Typs ist z. B. offenbart in "Dimer Acids," Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Bd. 8, 4th Ausg. (1992), Seite 223–237. Diese Alkohole können mit Carboxylsäuren reagieren, die UV-härtende Gruppen besitzen, um reaktive Ester zu bilden. Beispiele für diese Säuren umfassen Acryl- und Methacrylsäuren, erhältlich von Sigma-Aldrich Co.

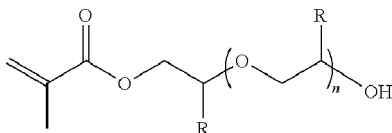
[0023] Geeignete Beispiele für Carboxylsäure-terminierte Polyethylenwachse, die mit einer härtenden Gruppe funktionalisierbar sind, umfassen Mischungen von Kohlenstoffketten mit der Struktur $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$, wobei ein Gemisch von Kettenlängen n , bei dem die mittlere Kettenlänge ca. 16 bis ca. 50 beträgt, und unverzweigten, niedermolekularen Polyethylen mit ähnlicher mittlerer Kettenlänge vorliegt. Geeignete Beispiele für solche Wachse umfassen UNICID® 350, UNICID® 425, UNICID® 550 und UNICID® 700 mit einem M_n von jeweils gleich bis ca. 390, 475, 565 und 720 g/mol. Weitere geeignete Wachse besitzen eine Struktur $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$, wie Hexadecan- oder Palmitinsäure mit $n = 14$, Heptadecan- oder Margarinsäure mit $n = 15$, Octadecan- oder Stearinsäure mit $n = 16$, Eicosan- oder Arachidonsäure mit $n = 18$, Docosan- oder Behensäure mit $n = 20$, Tetracosan- oder Lignocerinsäure mit $n = 22$, Hexacosan- oder Cerotinsäure mit $n = 24$, Heptacosan- oder Carbocerinsäure mit $n = 25$, Octacosan- oder Montansäure mit $n = 26$, Triacontan- oder Melissinsäure mit $n = 28$, Dotriacontan- oder Lacceroinsäure mit $n = 30$, Tritriacontanon- oder Ceromelissinsäure mit $n = 31$, Tetratriacontan- oder Geddinsäure mit $n = 32$, Pentatriacontanon- oder Ceroplastinsäure mit $n = 33$. Guerbet-Säuren, gekennzeichnet als 2,2-Dialkylethansäuren, sind ebenfalls geeignete Verbindungen. Beispielhafte Guerbet-Säuren umfassen solche mit 16 bis 36 Kohlenstoffatomen, von denen viele kommerziell erhältlich sind von Jarchem Industries Inc., Newark, N. J. PRIPOL® 1009 (C-36-Dimer-Säure-Mischung, umfassend Isomere der Formel



sowie weitere verzweigte Isomere, die ungesättigte und zyklische Gruppen umfassen, erhältlich von Uniqema, New Castle, Del.; weitere Informationen zu C_{36} -Dimer-Säuren dieses Typs sind z. B. offenbart in "Dimer Acids," Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Bd. 8, 4th Ausg. (1992), Seiten 223–237. Diese Carboxylsäuren können mit Alkoholen umgesetzt werden, die UV-härtende Gruppen besitzen, um reaktive Ester zu bilden. Beispiele für diese Alkohole umfassen, ohne hierauf beschränkt zu sein, 2-Allyloxyethanol von Sigma-Aldrich Co.;



SR495B von Sartomer Company, Inc. (Exton, Pa.); und



CD572 (R = H, n = 10) und SR604 (R = Me, n = 4) von Sartomer Company, Inc.

[0024] Das härtende Wachs kann in den Feststoff-Aufbautinten in einer Menge von z. B. ca. 0,1 Gew.-% bis ca. 30 Gew.-% der Zusammensetzung umfasst sein, wie ca. 0,5 Gew.-% bis ca. 20 Gew.-% oder ca. 0,5 Gew.-% bis 15 Gew.-% der Zusammensetzung.

[0025] Die in den vorliegenden Ausführungsformen verwendbaren Monomere sind in Ausführungsformen solche, die in der US-Patentschrift Nr. 7,559,639 beschrieben sind. Das Monomer kann z. B. bifunktionales Dime-thanoldiacrylatcyclohexan-Monomer sein, wie z. B. CD-406 von Sartomer (mp = 78°C); ein trifunktionelles Iso-cyanuratriacrylat-Monomer, wie z. B. SR-368 von Sartomer (mp = 50–55°C); eine monofunktionelle Beheny-lacrylat-Monomer C18,C20,C22-Mischung, wie z. B. CD587 von Sartomer (mp = 55°C); eine Acrylat-härtende, monofunktionelle Acrylatwachs C22,C23,C24-Mischung, wie z. B. UNILIN 350 von Baker Petrolite (Houston, Tex.) (mp = 78–83°C); und optional ein härtendes Amid-Gelierungsmittel.

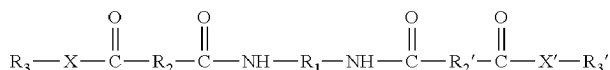
[0026] Die optionalen Gelierungsmittel, die für die Verwendung in der strahlungshärtenden Feststoff-Aufbautinte geeignet sind, können ein Gelierungsmittel umfassen, das ein härtendes Amid, eine härtende Polyamid-Epoxy-Acrylat-Komponente, eine Polyamid-Komponente, Mischungen davon und Ähnliches umfasst. In weiteren Aus-führungsformen kann ein härtendes Komposit-Gelierungsmittel ein härtendes Epoxydharz und ein Polyamidharz,

Mischungen davon und Ähnliches umfassen. Das Geliermittel kann auch am Härten von Monomeren in der Zusammensetzung teilnehmen. Die Geliermittel, die für die Verwendung in den Feststofftinten geeignet sind, können amphiphiler Natur sein, um die Benetzung zu verbessern, wenn die Tintenzusammensetzung über einem Substrat mit Silikon oder anderem Öl darauf genutzt wird. Amphiphil betrifft Moleküle, die sowohl polare als auch unpolare Teile des Moleküls aufweisen. Die Geliermittel können z. B. lange unpolare Kohlenwasserstoffketten und polare Amidbindungen aufweisen.

[0027] Zur Verwendung geeignete Amid-Geliermittel umfassen solche, die in US-Patentanmeldung Nr. 2008/0122914 und Patentschriften Nr. 7,276,614 und 7,279,587 beschrieben sind. Anders jedoch, als in den vorliegenden Ausführungsformen, welches feste, härtende Tinten bei Raumtemperatur sowohl in Gegenwart als auch in Abwesenheit von Geliermittel sind, betreffen die oben aufgeführte Patente flüssig härtende Tinten. In bestimmten Ausführungsformen ist das Geliermittel eine Mischung von Komponenten, die sowohl härtende als auch nicht härtende Geliermittel umfasst.

[0028] In Ausführungsformen sind die Feststoff-Aufbautinten mit einem gelierenden Material formuliert. Geliermittel, die zur Verwendung in den Tintenzusammensetzungen geeignet sind, umfassen ein Geliermittel, umfassend ein härtendes Amid, eine härtende Polyamid-Epoxy-Acrylat-Komponente und eine Polyamid-Komponente, ein härtendes Komposit-Geliermittel, umfassend ein härtendes Epoxydharz und ein Polyamidharz, Mischungen davon und Ähnliche, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 12/474,946 offenbart. Das Geliermittel kann auch am Härten des/der Monomer(e) der Zusammensetzung beteiligt sein.

[0029] Die Geliermittel, die zur Verwendung in der Feststoff-Aufbautinte geeignet sind, können amphiphiler Natur sein, um die Benetzung zu verbessern, wenn die Zusammensetzung über einem Substrat mit Silikon oder einem anderen Öl darauf genutzt wird. Amphiphil betrifft Moleküle, die sowohl polare als auch unpolare Teile des Moleküls besitzen. Geliermittel können z. B. lange unpolare Kohlenwasserstoffketten und polare Amidbindungen besitzen. Für die Verwendung geeignete Amid-Geliermittel umfassen solche, die in der US-Patentanmeldung Nr. 2008/0122914 und den US-Patentschriften Nr. 7,276,614 und 7,279,587 beschrieben sind. Weitere für die Verwendung geeignete Geliermittel umfassen auch die in der US-Patentanmeldung Nr. 12/765,148 von Chopra et al., eingereicht am 22. Apr. 2010, beschrieben sind. Wie in US-Patentschrift Nr. 7,279,587 beschrieben, kann das Amid-Geliermittel eine Verbindung der folgenden Formel sein:



wobei:

- R_1 für Folgendes steht:
 - (i) eine Alkylengruppe (wobei eine Alkylengruppe eine divalente aliphatische Gruppe oder eine Alkylgruppe ist, umfassend unverzweigte und verzweigte, gesättigte und ungesättigte, zyklische und azyklische und substituierte und unsubstituierte Alkylengruppen, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, in der Alkylengruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 12 Kohlenstoffatomen, wie ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 8 Kohlenstoffatomen oder ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 5 Kohlenstoffatomen,
 - (ii) eine Arylengruppe (wobei eine Arylengruppe eine divalente aromatische Gruppe oder Arylgruppe ist, umfassend substituierte und unsubstituierte Arylengruppen, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche in der Arylengruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 15 Kohlenstoffatomen, wie ca. 3 Kohlenstoffatomen bis ca. 10 Kohlenstoffatomen oder ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 8 Kohlenstoffatomen,
 - (iii) eine Arylalkylengruppe (wobei eine Arylalkylengruppe eine divalente Arylalkylgruppe, umfassend substituierte und unsubstituierte Arylalkylengruppen, wobei der Alkyl-Anteil der Arylalkylengruppe verzweigt oder unverzweigt, gesättigt oder ungesättigt und zyklisch oder azyklisch sein kann, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, entweder in dem Aryl- oder dem Alkyl-Teil der Arylalkylengruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 32 Kohlenstoffatomen, wie ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 22 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 12 Kohlenstoffatomen, oder
 - (iv) eine Alkylarylengruppe (wobei eine Alkylarylengruppe eine divalente Alkylarylgruppe ist, umfassend substituierte oder unsubstituierte Alkylarylengruppen, wobei der Alkyl-Teil der Alkylarylengruppe unverzweigt oder verzweigt, gesättigt oder ungesättigt und zyklisch oder azyklisch sein kann, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, entweder in dem Aryl- oder Alkyl-Anteil der Alkylarylengruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 5 Kohlenstoffato-

men bis ca. 32 Kohlenstoffatomen, wie ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 22 Kohlenstoffatomen oder ca. 7 Kohlenstoffatomen bis ca. 15 Kohlenstoffatomen,

• wobei die Substituenten an den substituierten Alkylen-, Arylen-, Arylalkylen- und Alkylarylengruppen Halogenatome, Cyanogruppen, Pyridingruppen, Pyridiniumgruppen, Ethergruppen, Aldehydgruppen, Ketogruppen, Estergruppen, Amidgruppen, Carbonylgruppen, Thiocarbonylgruppen, Sulfidgruppen, Nitrogruppen, Nitrosogruppen, Acylgruppen, Azogruppen, Urethangruppen, Harnstoffgruppen, Mischungen davon und Ähnliches, wobei zwei oder mehr Substituenten unter Ringbildung verknüpft sein können;

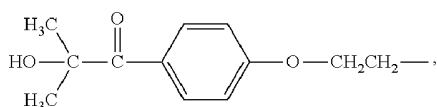
R_2 and R_2' jeweils unabhängig für Folgendes stehen:

- (i) Alkylengruppen mit ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 54 Kohlenstoffatomen, wie ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 48 Kohlenstoffatomen oder ca. 1 Kohlenstoffatom bis ca. 36 Kohlenstoffatomen,
- (ii) Arylengruppen mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 15 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 13 Kohlenstoffatomen oder ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 10 Kohlenstoffatomen,
- (iii) Arylalkylengruppen mit ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 32 Kohlenstoffatomen, wie ca. 7 Kohlenstoffatomen bis ca. 33 Kohlenstoffatomen oder ca. 8 Kohlenstoffatomen bis ca. 15 Kohlenstoffatomen, oder
- (iv) Alkylarylengruppen mit ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 32 Kohlenstoffatomen, wie ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 22 Kohlenstoffatomen oder ca. 7 Kohlenstoffatomen bis ca. 15 Kohlenstoffatomen,

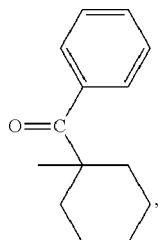
wobei die Substituenten an den substituierten Alkylen-, Arylen-, Arylalkylen- und Alkylarylengruppen Halogenatome, Cyanogruppen, Ethergruppen, Aldehydgruppen, Ketogruppen, Estergruppen, Amidgruppen, Carbonylgruppen, Thiocarbonylgruppen, Phosphingruppen, Phosphoniumgruppen, Phosphatgruppen, Nitrogruppen, Mercaptogruppen, Nitrogruppen, Nitrosogruppen, Acylgruppen, Säureanhydridgruppen, Azidgruppen, Azogruppen, Cyanatogruppen, Urethangruppen, Harnstoffgruppen, Mischungen davon und Ähnliches sein können und wobei zwei oder mehr Substituenten zur Bildung eines Rings verknüpft sein können;

R_3 und R_3' jeweils unabhängig alternativ für Folgendes stehen:

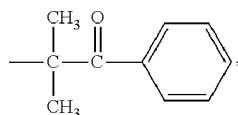
- (a) fotostartende Gruppen, wie Gruppen, abgeleitet von 1-(4-(2-Hydroxyethoxy)phenyl)-2-hydroxy-2-methylpropan-1-on der Formel



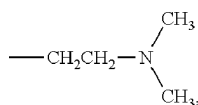
Gruppen, abgeleitet von 1-Hydroxycyclohexylphenylketon der Formel



Gruppen, abgeleitet von 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on der Formel



Gruppen, abgeleitet von N,N-Dimethylethanolamin oder N,N-Dimethylethylendiamin der Formel



oder Ähnlichem oder:

- (b) eine Gruppe, die Folgendes ist:
- (i) eine Alkylgruppe (umfassend unverzweigte und verzweigte, gesättigte und ungesättigte, zyklische und azyklische und substituierte und unsubstituierte Alkylgruppen, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, in der Alkylgruppe vorkommen können aber

nicht müssen) mit ca. 2 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 3 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 4 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen,

- (ii) eine Arylgruppe (umfassend substituiert und unsubstituierte Arylgruppen, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, in der Arylgruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen, wie Phenyl oder Ähnliches,

- (iii) eine Arylalkylgruppe (umfassend substituiert und unsubstituierte Arylalkylgruppen, wobei der Alkyl-Anteil der Arylalkylgruppe unverzweigt oder verzweigt, gesättigt oder ungesättigt und zyklisch oder azyklisch sein kann, und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, entweder in dem Aryl- oder dem Alkyl-Anteil der Arylalkylgruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen, wie Benzyl oder Ähnliches, oder

- (iv) eine Alkylarylgruppe (umfassend substituierte und unsubstituierte Alkylarylgruppen, wobei der Alkyl-Anteil der Alkylarylgruppe unverzweigt oder verzweigt, gesättigt oder ungesättigt, zyklisch oder azyklisch sein kann und wobei Heteroatome, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Silicium, Phosphor, Bor und Ähnliche, entweder in dem Aryl- oder dem Alkyl-Anteil der Alkylarylgruppe vorkommen können aber nicht müssen) mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen, wie Toloyl oder Ähnliches,

wobei die Substituenten an den substituierten Alkyl-, Arylalkyl- und Alkylarylgruppen Halogenatome, Ethergruppen, Aldehydgruppen, Ketogruppen, Estergruppen, Amidgruppen, Carbonylgruppen, Thiocarbonylgruppen, Sulfidgruppen, Phosphingruppen, Phosphoniumgruppen, Phosphatgruppen, Nitridgruppen, Mercaptogruppen, Nitrogruppen, Nitrosogruppen, Acylgruppen, Säureanhydridgruppen, Azidgruppen, Azogruppen, Cyanatgruppen, Isocyanatgruppen, Thiocyanatgruppen, Isothiocyanatgruppen, Carboxylatgruppen, Carboxylsäuregruppen, Urethangruppen, Harnstoffgruppen, Mischungen davon und Ähnliches sein können, und wobei zwei oder mehr Substituenten zur Bildung eines Rings verknüpft sein können; und X und X' jeweils unabhängig für ein Sauerstoffatom oder eine Gruppe der Formel $-NR_4-$ stehen, wobei R_4 für Folgendes steht:

- (i) ein Wasserstoffatom;

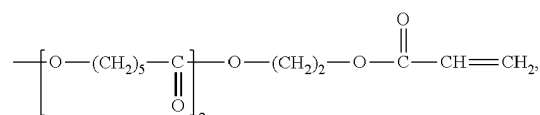
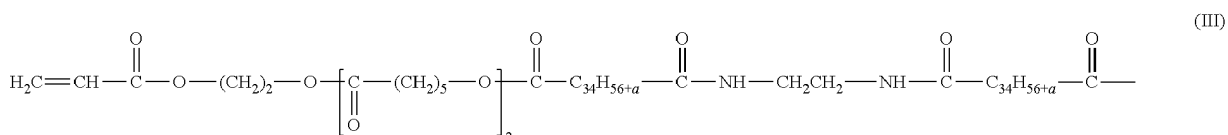
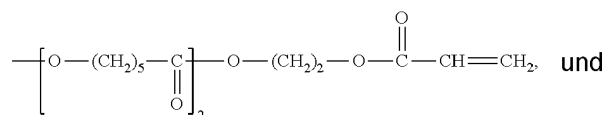
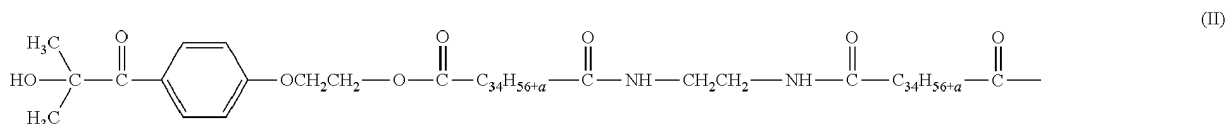
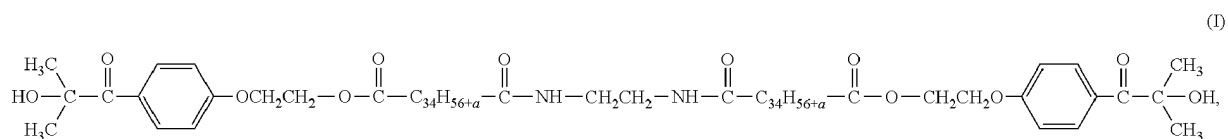
- (ii) eine Alkylgruppe, umfassend unverzweigte und verzweigte, gesättigte und ungesättigte, zyklische und azyklische und substituierte und unsubstituierte Alkylgruppen, und wobei Heteroatome in der Alkylgruppe vorkommen können aber nicht müssen, mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen,

- (iii) eine Arylgruppe, umfassend substituierte und unsubstituierte Arylgruppen, und wobei Heteroatome in der Arylgruppe vorkommen können aber nicht müssen, mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen,

- (iv) eine Arylalkylgruppe, umfassend substituierte und unsubstituierte Arylalkylgruppen, wobei der Alkylteil der Arylalkylgruppe unverzweigt oder verzweigt, gesättigt oder ungesättigt und zyklisch oder azyklisch sein kann und wobei Heteroatome entweder in dem Aryl- oder dem Alkyl-Anteil der Arylalkylgruppe vorkommen können aber nicht müssen, mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen, oder

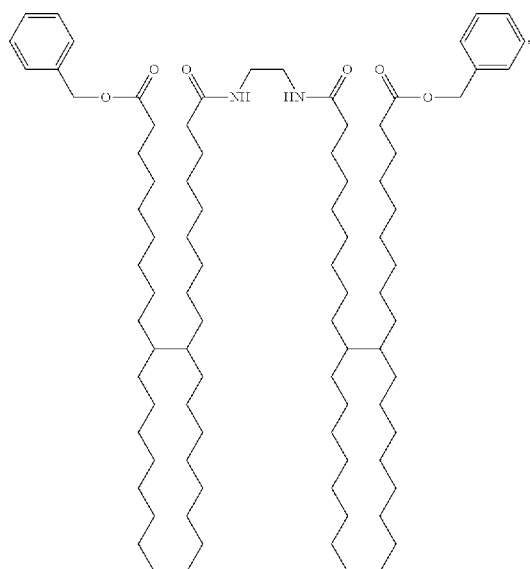
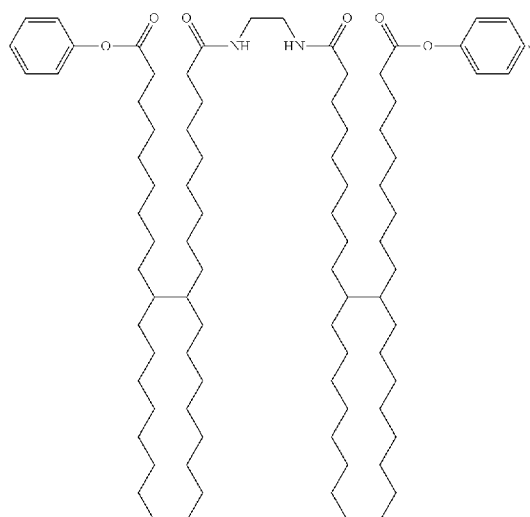
- (v) eine Alkylarylgruppe, umfassend substituierte und unsubstituierte Alkylarylgruppen, wobei der Alkyl-Anteil der Alkylarylgruppe unverzweigt oder verzweigt, gesättigt oder ungesättigt und zyklisch oder azyklisch sein kann, und wobei Heteroatome entweder in dem Aryl- oder dem Alkyl-Anteil der Alkylarylgruppe vorkommen können aber nicht müssen, mit ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 100 Kohlenstoffatomen, wie ca. 5 Kohlenstoffatomen bis ca. 60 Kohlenstoffatomen oder ca. 6 Kohlenstoffatomen bis ca. 30 Kohlenstoffatomen, wobei die Substituenten an den substituierten Alkyl-, Aryl-, Arylalkyl- und Alkylarylgruppen Halogenatome, Ethergruppen, Aldehydgruppen, Ketogruppen, Estergruppen, Amidgruppen, Carbonylgruppen, Thiocarbonylgruppen, Sulfatgruppen, Sulfonatgruppen, Sulfonsäuregruppen, Sulfidgruppen, Sulfoxidgruppen, Phosphingruppen, Phosphoniumgruppen, Phosphatgruppen, Nitridgruppen, Mercaptogruppen, Nitrogruppen, Nitrosogruppen, Sulfongruppen, Acylgruppen, Säureanhydridgruppen, Azidgruppen, Azogruppen, Cyanatgruppen, Isocyanatgruppen, Thiocyanatgruppen, Isothiocyanatgruppen, Carboxylatgruppen, Carboxylsäuregruppen, Urethangruppen, Harnstoffgruppen, Mischungen davon und Ähnliches sein können, und wobei zwei oder mehr Substituenten zur Bildung eines Rings verknüpft sein können.

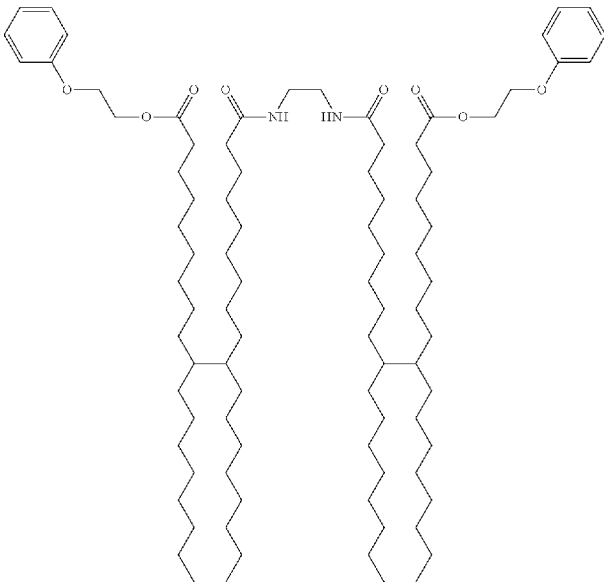
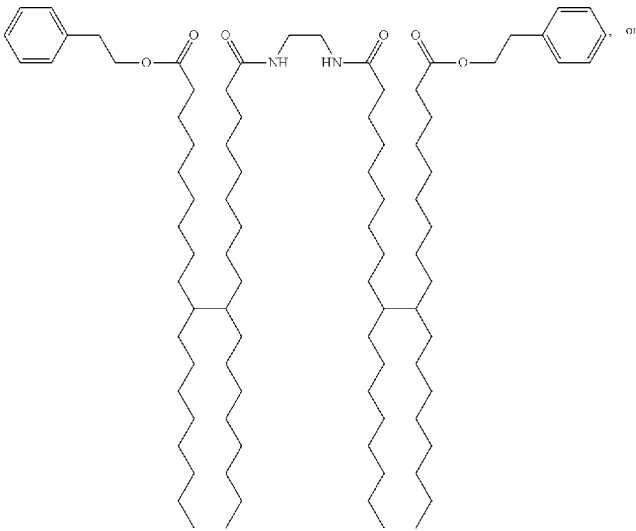
[0030] Bestimmte geeignete Substituenten und Geliermittel der oben ausgeführten werden weiter in den US-Patentschriften Nr. 7,279,587 und 7,276,614 ausgeführt. In Ausführungsformen kann das Geliermittel eine Mischung umfassen, die Folgendes umfasst:



wobei $-\text{C}_{34}\text{H}_{56+a}-$ eine verzweigte Alkylengruppe darstellt, die ungesättigte und zyklische Gruppen umfassen kann, wobei die Variable "a" für eine ganze Zahl von 0 bis 12 steht.

[0031] In Ausführungsformen kann das Geliermittel eins der aromatischen, end-capped Geliermittel sein, die in der US-Patentanmeldung Nr. 12/765,148 von Chopra et al., eingereicht am 22. Apr. 2010, beschrieben sind. In Ausführungsformen können Geliermittel der Tinte Verbindungen mit folgenden allgemeinen Strukturen sein





[0032] Wie oben erwähnt, kann die Feststoff-Aufbautinte das optionale Geliermittel in einer beliebigen geeigneten Menge umfassen, wie ca. 1 Gew.-% bis ca. 50 Gew.-% oder ca. 2 Gew.-% bis ca. 20 Gew.-% oder ca. 5 Gew.-% bis ca. 15 Gew.-% der Tinte.

[0033] Die nicht-härtenden Feststoffkomponenten der Feststoff-Aufbautinte können nicht-härtende Wachse, umfassend ethoxylierte Octylphenol-Derivate, umfassen, die in den Tintenzusammensetzungen löslich sind und/oder einen Schmelzpunkt von ca. 5°C bis ca. 10°C unter den Sprühtemperaturen liegen (welche im Bereich von ca. 70°C bis ca. 100°C liegen können), so dass die nicht-härtenden Wachse homogen mit den anderen Komponenten der Feststoff-Aufbautintenzusammensetzung kombinieren. Weiterhin liegt die Molekularmasse (MW) ethoxylierter Octylphenol-Derivate im Bereich von ca. 600 bis ca. 5.000 g/mol.

[0034] Reaktanten für die ethoxylierten Octylphenol-Derivate können ausgewählt werden aus der Triton- und IGEPAL CA-Reihe, basierend auf Octylphenoethoxylaten, wie z. B. IGEPAL CA-210 (äquivalent zu Triton X-15), IGEPAL CA-420 (äquivalent zu Triton X-35), IGEPAL CA-510 (äquivalent zu Triton X-45), IGEPAL CA-620 (äquivalent zu Triton X-114), IGEPAL CA-630 (äquivalent zu Triton X-100), IGEPAL CA-720 (äquivalent zu Triton X-102), IGEPAL CA-887 (äquivalent zu Triton X-305), IGEPAL CA-890 (äquivalent zu Triton X-405), IGEPAL CA-897 (äquivalent zu Triton X-705), sowie der IGEPAL CO-Reihe (basierend auf Nonylphenoethoxylaten) wie IGEPAL CO210, IGEPAL CO520, IGEPAL CO630, IGEPAL CO720, IGEPAL CO890 und IGEPAL DM970 basierend auf Dinonylphenoethoxylaten.

[0035] Die ethoxylierten Octylphenol-Derivate können durch Mischen bestimmter reaktiver Komponenten dargestellt werden, z. B. einem ethoxylierten Octylphenol, einem unverzweigten Alkohol und einem Diisocyanat und/oder einem Polyisocyanat. Diese reaktiven Komponenten können Folgendes umfassen: einen unverzweigten Alkohol mit 38 oder 30 Kohlenstoffatomen (verkauft unter dem Markenzeichen UNILIN 425); ethoxylierte Octylphenole, wie IGEPALE CA-210, IGEPALE CA-420, IGEPALE CA-520, IGEPALE CA-620, IGEPALE CA-630 und IGEPALE CA-720 (ethoxylierte Octylphenole verkauft unter dem Markenzeichen IGEPALE; früher hergestellt von Rhone-Poulenc Co. und gegenwärtig hergestellt von Rhodia; die Triton-Reihe wurde ursprünglich hergestellt von Union Carbide und wird gegenwärtig hergestellt von Dow Chemical Company); Diisocyanate und Polyisocyanate, umfassend aromatische, aliphatische, zykoaliphatische und/oder (cyclo)aliphatische Diisocyanate und/oder Polyisocyanate. Geeignete aliphatische Diisocyanate oder Polyisocyanate können 3 bis 16 Kohlenstoffatome oder 4 bis 12 Kohlenstoffatome im unverzweigten oder verzweigten Alkyl-Anteil besitzen, und geeignete zykoaliphatische oder (cyclo)aliphatische Diisocyanate können 4 bis 18 Kohlenstoffatome oder 6 bis 15 Kohlenstoffatome in dem Zylkoalkyl-Anteil besitzen. Der Begriff "(cyclo)aliphatische Diisocyanate" betrifft z. B. NCO-Gruppen, die gleichzeitig zyklisch und aliphatisch gebunden sind (wie Isophoronediiisocyanat); und zykoaliphatische Diisocyanate umfassen solche, die nur NCO-Gruppen enthalten, die direkt an den zykoaliphatischen Ring gebunden sind, wie H₁₂MDI. Geeignete Diisocyanate und Polyisocyanate umfassen z. B. solche, die in der US-Patentanmeldung Nr. 12/704,194 von Breton et al. aufgeführt sind.

[0036] Die Feststoff-Aufbautinten können unter Verwendung nicht-härtender Komponenten und sowohl des kommerziellen Harzes Licowax-KFO als auch der Custom-IGEPALE-Materialien formuliert werden. In einer Ausführungsform ist die nicht-härtende Komponente der vorliegenden Ausführungsformen, vorliegend im Bereich von 0 bis 25 Gew.-% in der Tinte, ein IGEPALE CA210-Derivat oder eine Mischung von IGEPALE CA210-Derivaten. Bestimmte Ausführungsformen verwendeten die TMHDI- und IPDI-Derivate, mit Schmelzpunkten von 87°C bzw. 88°C.

[0037] Die Feststoff-Aufbautinten können auch ein Farbmittel enthalten. In den Tintenzusammensetzungen kann jedes gewünschte oder wirksame Farbmittel eingesetzt werden, umfassend Farbstoffe, Pigmente, Mischungen davon und Ähnliches, sofern das Farbmittel in dem Tintenträger gelöst oder dispergiert werden kann und es mit den anderen Tintenkomponenten kompatibel ist. Pigmente, die typischerweise preiswerter und robuster als Farbstoffe sind, können in der härtenden Feststoff-Aufbautinte umfasst sein. Die Farbe vieler Farbstoffe kann sich durch den Polymerisationsprozess, der während des Härtungsstadiums auftritt, ändern, vermutlich durch Angriff auf deren molekulare Struktur durch die freien Radikale. Die Zusammensetzungen können in Kombination mit herkömmlichen Tinten-Farbmitteln verwendet werden, wie Color Index (C. I.). Lösungsmittelfarbstoffe, Dispersionsfarbstoffe, modifizierte Säure- und Direktfarbstoffe, Laugenfarbstoffe, Schwefelfarbstoffe, Küpenfarbstoffe und Ähnliche.

[0038] Beispiele für geeignete Farbstoffe umfassen Neozapon Red 492 (BASF); Orasol Red G (Ciba); Direct Brilliant Pink B (Oriental Giant Dyes); Direct Red 3BL (Classic Dyestuffs); Supranol Brilliant Red 3BW (Bayer AG); Lemon Yellow 6G (United Chemie); Light Fast Yellow 3G (Shaanxi); Aizen Spilon Yellow C-GNH (Hodogaya Chemical); Bernachrome Yellow GD Sub (Classic Dyestuffs); Cartasol Brilliant Yellow 4GF (Clariant); Cibanon Yellow 2GN (Ciba); Orasol Black CN (Ciba); Savinyl Black RLSN (Clariant); Pyrazol Black BG (Clariant); Morfast Black 101 (Rohm & Haas); Diaazol Black RN (ICI); Orasol Blue GN (Ciba); Savinyl Blue GLS (Clariant); Luxol Fast Blue MBSN (Pylam Products); Sevron Blue 5GMF (Classic Dyestuffs); Basacid Blue 750 (BASF), Neozapon Black X51 (BASF), Classic Solvent Black 7 (Classic Dyestuffs), Sudan Blue 670 (C. I. 61554) (BASF), Sudan Yellow 146 (C. I. 12700) (BASF), Sudan Red 462 (C. I. 26050) (BASF), C. I. Disperse Yellow 238, Neptune Red Base NB543 (BASF, C. I. Solvent Red 49), Neopen Blue FF-4012 von BASF, Lampronol Black BR von ICI (C. I. Solvent Black 35), Morton Morplas Magenta 36 (C. I. Solvent Red 172), Metall-Phthalocyanin-Farbmittel, wie solche, die in der US-Patentschrift Nr. 6,221,137 offenbart sind. Polymerfarbstoff können ebenfalls verwendet werden, wie solche, die z. B. in den US-Patentschriften Nr. 5,621,022 und US-Patentschrift Nr. 5,231,135 offenbart sind und kommerziell erhältlich sind, z. B. von Milliken & Company als Milliken Ink Yellow 869, Milliken Ink Blue 92, Milliken Ink Red 357, Milliken Ink Yellow 1800, Milliken Ink Black 8915-67, uncut Reactant Orange X-38, uncut Reactant Blue X-17, Solvent Yellow 162, Acid Red 52, Solvent Blue 44 und uncut Reactant Violet X-80.

[0039] Pigmente sind ebenfalls geeignete Farbmittel für härtende Phasenwechsel-Tinten. Beispiele für geeignete Pigmente umfassen PALIOGEN Violet 5100 (kommerziell erhältlich von BASF); PALIOGEN Violet 5890 (kommerziell erhältlich von BASF); HELIOGEN Green L8730 (kommerziell erhältlich von BASF); LITHOL Scarlet D3700 (kommerziell erhältlich von BASF); SUNFAST Blue 15:4 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); Hostaperm Blue B2G-D (kommerziell erhältlich von Clariant); Hostaperm Blue B4G (kommerziell erhältlich von Clariant); Permanent Red P-F7RK; Hostaperm Violet BL (kommerziell erhältlich von Clariant); LITHOL Scarlet

4440 (kommerziell erhältlich von BASF); Bon Red C (kommerziell erhältlich von Dominion Color Company); ORACET Pink RF (kommerziell erhältlich von Ciba); PALIOGEN Red 3871 K (kommerziell erhältlich von BASF); SUNFAST Blue 15:3 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); PALIOGEN Red 3340 (kommerziell erhältlich von BASF); SUNFAST Carbazole Violet 23 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); LITHOL Fast Scarlet 14300 (kommerziell erhältlich von BASF); SUNBRITE Yellow 17 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); HELIOGEN Blue L6900, L7020 (kommerziell erhältlich von BASF); SUNBRITE Yellow 74 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); SPECTRA PAC C Orange 16 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); HELIOGEN Blue K6902, K6910 (kommerziell erhältlich von BASF); SUNFAST Magenta 122 (kommerziell erhältlich von Sun Chemical); HELIOGEN Blue D6840, D7080 (kommerziell erhältlich von BASF); Sudan Blue OS (kommerziell erhältlich von BASF); NEOPEN Blue FF4012 (kommerziell erhältlich von BASF); PV Fast Blue 82001 (kommerziell erhältlich von Clariant); IRGALITE Blue BCA (kommerziell erhältlich von Ciba); PALIOGEN Blue 6470 (kommerziell erhältlich von BASF); Sudan Orange G (kommerziell erhältlich von Aldrich), Sudan Orange 220 (kommerziell erhältlich von BASF); PALIOGEN Orange 3040 (BASF); PALIOGEN Yellow 152, 1560 (kommerziell erhältlich von BASF); LITHOL Fast Yellow 0991 K (kommerziell erhältlich von BASF); PALIOTOL Yellow 1840 (kommerziell erhältlich von BASF); NOVOPERM Yellow FGL (kommerziell erhältlich von Clariant); Ink Jet Yellow 4G VP2532 (kommerziell erhältlich von Clariant); Toner Yellow HG (kommerziell erhältlich von Clariant); Lumogen Yellow DO790 (kommerziell erhältlich von BASF); Suco-Yellow L1250 (kommerziell erhältlich von BASF); Suco-Yellow DI355 (kommerziell erhältlich von BASF); Suco Fast Yellow DI355, DI351 (kommerziell erhältlich von BASF); HOSTAPERM Pink E 02 (kommerziell erhältlich von Clariant); Hansa Brilliant Yellow 5GX03 (kommerziell erhältlich von Clariant); Permanent Yellow GRL 02 (kommerziell erhältlich von Clariant); Permanent Rubine L6B 05 (kommerziell erhältlich von Clariant); FANAL Pink D4830 (kommerziell erhältlich von BASF); CINQUASIA Magenta (kommerziell erhältlich von DU PONT); PALIOGEN Black L0084 (kommerziell erhältlich von BASF); Pigment Black K801 (kommerziell erhältlich von BASF); und Carbon Blacks, wie REGAL 330™ (kommerziell erhältlich von Cabot), Nipex 150 (kommerziell erhältlich von Degussa) Carbon Black 5250 und Carbon Black 5750 (kommerziell erhältlich von Columbia Chemical), und Ähnliche sowie Mischungen davon.

[0040] Ebenfalls geeignet sind die Farbmittel, offenbart in US-Patentschrift Nr. 6,472,523, US-Patentschrift Nr. 6,726,755, US-Patentschrift Nr. 6,476,219, US-Patentschrift Nr. 6,576,747, US-Patentschrift Nr. 6,713,614, US-Patentschrift Nr. 6,663,703, US-Patentschrift Nr. 6,755,902, US-Patentschrift Nr. 6,590,082, US-Patentschrift Nr. 6,696,552, US-Patentschrift Nr. 6,576,748, US-Patentschrift Nr. 6,646,111, US-Patentschrift Nr. 6,673,139, US-Patentschrift Nr. 6,958,406, US-Patentschrift Nr. 6,821,327, US-Patentschrift Nr. 7,053,227, US-Patentschrift Nr. 7,381,831 und US-Patentschrift Nr. 7,427,323.

[0041] In Ausführungsformen können Lösungsmittelfarbstoffe eingesetzt werden. Ein Beispiel für einen Lösungsmittelfarbstoff, der zur Verwendung hier geeignet ist, kann wegen ihrer Kompatibilität mit den hier offenbarten Tintenträgern Alkohol-lösliche Farbstoffe umfassen. Beispiele für geeignete Alkohol-Lösungsmittelfarbstoffe umfassen Neozapon Red 492 (BASF); Orasol Red G (Ciba); Direct Brilliant Pink B (Global Colors); Aizen Spilon Red C-BH (Hodogaya Chemical); Kayanol Red 3BL (Nippon Kayaku); Spirit Fast Yellow 3G; Aizen Spilon Yellow C-GNH (Hodogaya Chemical); Cartasol Brilliant Yellow 4GF (Clariant); Pergasol Yellow CGP (Ciba); Orasol Black RLP (Ciba); Savinyl Black RLS (Clariant); Morfast Black Conc. A (Rohm and Haas); Orasol Blue GN (Ciba); Savinyl Blue GLS (Sandoz); Luxol Fast Blue MBSN (Pylam); Sevron Blue 5GMF (Classic Dyestuffs); Basacid Blue 750 (BASF), Neozapon Black X51 [C. I. Solvent Black, C. I. 12195] (BASF), Sudan Blue 670 [C. I. 61554] (BASF), Sudan Yellow 146 [C. I. 12700] (BASF), Sudan Red 462 [C. I. 260501] (BASF), Mischungen davon und Ähnliches.

[0042] Das Farbmittel kann in der Feststoff-Aufbautinte in einer beliebigen oder wirksamen Menge vorliegen, um die gewünschte Farbe oder Farbtönung zu erhalten, wie z. B. mindestens ca. 0,1 Gew.-% der Tinte bis ca. 30 Gew.-% der Tinte oder mindestens ca. 0,2 Gew.-% der Tinte bis ca. 20 Gew.-% der Tinte oder mindestens ca. 0,5 Gew.-% der Tinte bis ca. 10 Gew.-% der Tinte.

[0043] Die härtende Feststoff-Aufbautinte kann optional einen Starter umfassen, wie z. B. einen Fotostarter. Ein solcher Starter ist zur Unterstützung beim Härten der Feststoff-Aufbautinte erwünscht. In Ausführungsformen absorbiert ein Fotostarter Strahlung, z. B. UV-Strahlung, um das Härten der härtenden Komponenten der Feststoff-Aufbautinte zu starten. Da der Fotostarter für Feststoff-Aufbautinten, die durch Freie-Radikalpolymerisation gehärtet werden, z. B. Tintenzusammensetzungen, umfassend Acrylatgruppen oder Tinten, umfassend Polyamide, wie oben erwähnt, können aus Fotostartern aufgebaut sein, wie Benzophenone, Benzoinether, Benzilketale, α -Hydroxyalkylphenone, α -Alkoxyalkylphenone, α -Aminoalkylphenone und Acylphosphin-Fotostarter, vertrieben unter den Markenzeichen IRGACURE und DAROCUR von Ciba. Bestimmte Beispiele für geeignete Fotostarter umfassen 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylp-

hosphinoxid (erhältlich als BASF LUCIRIN TPO); 2,4,6-Trimethylbenzoylthioxyphenylphosphinoxid (erhältlich als BASF LUCIRIN TPO-L); Bis(2,4,6-trimethylbenzoyl)-phenyl-phosphinoxid (erhältlich als Ciba IRGACURE 819) und weitere Acylphosphine; 2-Methyl-1-(4-methylthio)phenyl-2-(4-morpholinyl)-1-propanon (erhältlich als Ciba IRGACURE 907) und 1-(4-(2-Hydroxyethoxy)phenyl)-2-hydroxy-2-methylpropan-1-on (erhältlich als Ciba IRGACURE 2959); 2-Benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholinophenyl)butanon-1 (erhältlich als Ciba IRGACURE 369); 2-Hydroxy-1-(4-(4-(2-hydroxy-2-methylpropionyl)-benzyl)-phenyl)-2-methylpropan-1-on (erhältlich als Ciba IRGACURE 127); 2-Dimethylamino-2-(4-methylbenzyl)-1-(4-morpholin-4-ylphenyl)-butanon (erhältlich als Ciba IRGACURE 379); Titanocene; Isopropylthioxanthone; 1-Hydroxycyclohexylphenylketon; Benzophenon; 2,4,6-Trimethylbenzophenon; 4-Methylbenzophenon; Diphenyl-(2,4,6-trimethylbenzoyl)phosphinoxid; 2,4,6-Trimethylbenzoylphenylphosphinsäureethylester; Oligo(2-hydroxy-2-methyl-1-(4-(1-methylvinyl)phenyl)propanon); 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenyl-1-propanon; Benzyl-dimethylketal; und Mischungen davon. Amin-Synergisten können ebenfalls eingesetzt werden, welche als Co-Starter beschrieben werden, die ein Wasserstoffatom an einen Fotostarter abgeben und dadurch eine Radikalspezies bilden, die die Polymerisation startet (Amin-Synergisten können auch in der Tinte gelösten Sauerstoff verbrauchen – da Sauerstoff Freie-Radikalpolymerisation inhibiert, erhöht dessen Verbrauch die Polymerisationsgeschwindigkeit), z. B. als Ethyl-4-dimethylaminobenzoat und 2-Ethylhexyl-4-dimethylaminobenzoat. Diese Liste ist nicht erschöpfend, und es kann ohne Einschränkung jeder beliebige bekannte Fotostarter verwendet werden, der die Freie-Radikalreaktion bei Exposition mit einer erwünschten Wellenlänge einer Strahlung startet, wie UV-Licht.

[0044] Der Fotostarter kann Strahlung mit Wellenlängen von ca. 200 bis ca. 420 nm absorbieren, um die Härtung zu starten, obwohl Starter, die längere Wellenlängen absorbieren, wie die Titanocene, die bei bis zu 560 nm absorbieren können, ebenfalls ohne Einschränkungen verwendet werden können. Die Gesamtmenge Starter, die in der Feststoff-Aufbautinte umfasst ist, kann z. B. ca. 0,5 bis ca. 15 Gew.-% betragen, wie ca. 1 bis ca. 10 Gew.-% der Tintenzusammensetzung. In Ausführungsformen ist die Härtungsgeschwindigkeit jeder Aufbautinte nicht nur von dem gewählten Fotostarter für jede Aufbautinte abhängig, sondern auch von dem Verhältnis von nicht-härtendem zu härtendem Wachs in der Tinte.

[0045] In bestimmten Ausführungsformen können die härtenden Monomere in der Feststoff-Aufbautinte in einer Menge von ca. 50 bis ca. 95 Gew.-% oder von ca. 60 bis ca. 90 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der härtenden Feststofftinte vorliegen. Das härtende Wachs kann in der Feststoff-Aufbautinte in einer Menge von ca. 0,1 bis ca. 30 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der härtenden Tinte vorliegen. Das optionale Geliermittel kann in der Feststoff-Aufbautinte in einer Menge von ca. 1 bis ca. 30 Gew.-% oder von ca. 5 bis ca. 10 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der härtenden Feststofftinte vorliegen. In einer bestimmten Ausführungsform ist das Geliermittel in der härtenden Tinte in einer Menge von ca. 7 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der härtenden Feststofftinte vorhanden. Das Farbmittel kann in der härtenden Feststofftinte in einer Menge von ca. 0,1 bis ca. 10 Gew.-% oder von ca. 1 bis ca. 5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der härtenden Feststofftinte vorliegen. Der Fotostarter kann in der härtenden Feststofftinte in einer Menge von ca. 0,5 bis ca. 15 Gew.-% oder von ca. 1 bis ca. 10 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der härtenden Feststofftinte vorliegen.

[0046] In Ausführungsformen besitzt jede Feststoff-Aufbautinte eine unterschiedliche Anfangshärte für jede Mehrzahl von Farben.

[0047] In Ausführungsformen umfasst die Mehrzahl von Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz. In Ausführungsformen, wenn die Farbe Cyan oder Schwarz ist, beträgt das Gewichtsverhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs ca. 2:1 bis ca. 5:1 oder ca. 3:1 bis ca. 4,5:1. In Ausführungsformen, wenn die Farbe Gelb oder Magenta ist, beträgt das Gewichtsverhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs ca. 0,5:1 bis ca. 4:1 oder ca. 1:1 bis ca. 3:1.

[0048] Menge und Typ der Fotostarter in jedem der gefärbten Wachse können auch eingestellt werden, um eine vergleichbare Endhärte zu erzielen. In Ausführungsformen beträgt die Gesamtmenge der Mischung von Fotostartern ca. 4 bis ca. 15 Gew.-%, wobei die gelbe Tinte ca. 4 bis ca. 10 Gew.-% und Cyan-, Magenta- und schwarze Tinten ca. 7 bis ca. 15 Gew.-% enthalten.

[0049] In Ausführungsformen beträgt die Dicke einer Schicht vor dem Härten maximal 10 µm bis ca. 5 mm. In Ausführungsformen besitzt jede Aufbautinte eine Anfangshärte im Bereich von ca. 5 bis ca. 60 Einheiten oder ca. 10 bis ca. 50 oder ca. 20 bis ca. 50 Einheiten. In Ausführungsformen besitzt jede Aufbautinte eine Anfangssteigung, welche die anfängliche Härtungsrate darstellt, im Bereich von ca. 25 bis ca. 300 Einheiten oder von ca. 100 bis ca. 300 Einheiten oder von ca. 150 bis ca. 300 Einheiten.

[0050] In Ausführungsformen werden Verfahren zum 3D-Farbdrucken bereitgestellt, umfassend das Bereitstellen einer Feststoff-Aufbautinte für jede aus einer Mehrzahl von Farben, wobei jede Feststoff-Aufbautinte ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%, ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45%, ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15%, einen Fotostarter und ein Farbmittel umfasst, wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine anfängliche Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt wird, so dass Härtungsgeschwindigkeit und Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte näherungsweise die gleiche für jede der Mehrzahl von Farben ist, so dass ein Trägermaterial bereitgestellt wird, umfassend das nicht-härtende Wachs, das in jeder Aufbautinte verwendet wird, wobei das Trägermaterial ein Gerüst zum Auftragen jeder Aufbautinte bereitstellt, das Auftragen einer oder mehrerer Feststoff-Aufbautinten in einer Mehrzahl von Schichten, um einen dreidimensionalen Artikel auf einem Substrat zu bilden, Härten jeder der Mehrzahl von Schichten und Unterstützen der einen oder mehreren Schichten mit dem Trägermaterial.

[0051] In Ausführungsformen beträgt eine Dicke der einen oder mehreren Schichten vor Härtung maximal ca. 10 µm bis ca. 5 mm. In Ausführungsformen können Verfahren weiterhin das Entfernen des Trägermaterials nach Fertigstellung des dreidimensionalen Artikels umfassen. In Ausführungsformen umfasst der Entfernungsschritt Waschen, Schmelzen oder physikalisches Entfernen des Trägermaterials.

[0052] In Ausführungsformen umfassen Verfahren weiterhin das Mischen von zwei oder mehr Aufbautinten, um eine neue Farbe zu bilden, bevor unter Verwendung der gemischten Aufbautinten eine Schicht aufgetragen wird. Ob einzelne Tinten oder Mischungen von Tinten eingesetzt werden, umfassen die vorliegenden Ausführungsformen Tinten mit im Wesentlichen gleicher anfänglicher Härtungsrate und Endhärte. Wie hier verwendet, bedeutet "im Wesentlichen gleich" im Zusammenhang mit anfänglicher Härtungsrate und/oder Endhärte ca. 10% Abweichung voneinander oder ca. 5% Abweichung voneinander oder ca. 2% Abweichung voneinander oder ca. 1% Abweichung voneinander.

[0053] In Ausführungsformen setzt der Auftragungsschritt einen Tintenstrahldrucker ein. In Ausführungsformen umfasst der Härtungsschritt UV-Strahlung.

[0054] In Ausführungsformen werden dreidimensionale Artikel bereitgestellt, die durch die hier offenbarten Verfahren hergestellt werden. In Ausführungsformen umfasst ein hier beschriebener dreidimensionaler, gedruckter Artikel eine Mehrzahl von Schichten der Feststoff-Aufbautinte, wobei die Schichten der Feststoff-Aufbautinte gemäß Daten in einem computerlesbaren Format aufgetragen werden. Weiterhin können eine oder mehrere der aufgetragenen Schichten Feststoff-Aufbautinte durch das hier beschriebene Trägermaterial gestützt werden. Das Trägermaterial kann zum Abschließen der Produktion des dreidimensionalen, gedruckten Artikels oder Objekts entfernt werden.

[0055] In einer weiteren Erscheinungsform werden hier Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels oder Objekts beschrieben. In Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels das selektive Auftragen von Schichten von Feststoff-Aufbautinten, um einen dreidimensionalen Artikel auf einem Substrat zu bilden, wobei die Feststoff-Aufbautinten in einer Auswahl von Farben verfügbar sind, und optional das Unterstützen einer oder mehrerer Feststoff-Aufbautintenschicht mit dem Trägermaterial, wobei das Trägermaterial eine nicht-härtende Wachskomponente umfasst.

[0056] In Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels das selektive Auftragen von Schichten von Feststoff-Aufbautinten, verfügbar in einer Auswahl von Farben, um den dreidimensionalen Artikel auf einem Substrat zu bilden, und Unterstützen einer oder mehrerer Feststoff-Aufbautintenschicht mit einem Trägermaterial, wobei das Trägermaterial eine nicht-härtende Wachskomponente und optional eine viskositätsmodifizierende Komponente umfasst.

[0057] In einigen Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels weiterhin das Härten der Feststoff-Aufbautinte. Dies kann in jedem Stadium erfolgen, umfassend bei jeder einzelnen Aufbautintenschicht oder einer beliebigen Kombination von Schichten, umfassend einen Härtungsschritt des vollständig gebildeten dreidimensionalen Objekts. In Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels weiterhin die Exposition der Aufbautinte mit elektromagnetischer Strahlung ausreichender Wellenlänge und Intensität, um das Aufbaumaterial zu härten. In Ausführungsformen zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels kann eine Schicht aufgetragener Feststoff-Aufbautinte vor dem Auftragen einer weiteren oder benachbarten Schicht Aufbaumaterial gehärtet werden.

[0058] In Ausführungsformen kann eine vorgewählte Menge Feststoff-Aufbautinte auf die geeignete Temperatur erhitzt und durch einen Druckkopf oder eine Mehrzahl von Druckköpfen eines geeigneten Tintenstrahldruckers gesprüht werden, um eine Schicht auf die Trägerplattform in einer Baukammer zu bilden. Jede Schicht Aufbautinte kann gemäß den vorgewählten CAD-Parametern aufgetragen werden. Ein geeigneter Druckkopf zum Auftragen des Aufbaumaterials kann einen piezoelektrischen Z850-Druckkopf, erhältlich von Xerox Corporation, OR, umfassen. Weitere geeignete Druckköpfe für das Auftragen von hier beschriebenen Bau- und Trägermaterialien sind kommerziell von einer Reihe von Herstellern von Tintenstrahldruckapparaten erhältlich. So können z. B. auch der Taipan-Druckkopf, erhältlich von Xerox, oder Ricoh-Druckköpfe verwendet werden.

[0059] In Ausführungsformen kann die Temperatur der Aufbauumgebung kontrolliert werden, so dass sich die gesprühten Tropfen Feststoff-Aufbautinte bei Kontakt mit der aufnehmenden Oberfläche fest werden; in weiteren Ausführungsformen werden die gesprühten Tropfen Aufbaumaterial nicht bei Kontakt mit der aufnehmenden Oberfläche fest, sondern verbleiben in einem halb-fluiden Zustand. In einigen Ausführungsformen kann nach dem Auftragen einer jeden Schicht das aufgetragene Material optional planarisiert und mit elektromagnetischer Strahlung (z. B. UV) vor dem Auftragen der nächsten Schicht gehärtet werden. Optional können vor dem optionalen Planarisieren und Härten mehrere Schichten aufgetragen werden, oder es können mehrere Schichten aufgetragen und gehärtet werden, gefolgt von einer oder mehreren Schichten, die dann optional planarisiert werden ohne zu Härten. Planarisieren kann verwendet werden, um die Dicke einer oder mehrerer Schichten vor dem Härten der Feststoff-Aufbautinte zu korrigieren, indem das abgegebene Material zu ebenen, um überschüssiges Material zu entfernen und eine gleichförmig glatte exponierte oder flache, nach oben weisende Oberfläche auf der Trägerplattform des Druckers zu erzeugen. In Ausführungsformen kann das Planarisieren mit einer Wischvorrichtung, wie einer Walze, erzielt werden, die in einer oder mehreren Druckrichtungen entgegen rotieren kann, nicht jedoch in einer oder mehreren anderen Druckrichtungen entgegen rotieren kann. In Ausführungsformen umfasst die Wischvorrichtung eine Walze und einen Wischer, die überschüssiges Material von der Walze entfernt. In Ausführungsformen kann die Wischvorrichtung erhitzt werden. Der Prozess wird fortgesetzt, bis ein brauchbares, verfeinertes dreidimensionales Design hergestellt ist. Es ist anzumerken, dass die Konsistenz der gesprühten Feststoff-Aufbautinte vor dem Härten ausreichend sein kann, um die Form aufrecht zu erhalten und nicht übermäßigem viskösem Zug durch den Planierer aussetzen zu müssen. In Ausführungsformen können Konsistenz und Genauigkeit der gesprühten Feststoff-Aufbautinte ausreichend sein, so dass keine Notwendigkeit für eine Planarisierung besteht.

[0060] In Ausführungsformen kann das Trägermaterial in einer Weise aufgetragen, die der hier für die Feststoff-Aufbautinte beschriebenen entspricht. Das Trägermaterial kann z. B. gemäß den vorgewählten CAD-Parametern aufgetragen werden, so dass das Trägermaterial benachbart oder kontinuierlich zu einer oder mehreren Schichten des Aufbaumaterials ist. Gesprühte Tropfen des Trägermaterials werden bei Kontakt mit der aufnehmenden Oberfläche fest oder frieren ein. In einigen Ausführungsformen wird das aufgetragene Trägermaterial ebenfalls optional einer Planarisierung unterzogen.

[0061] Geschichtete Auftragung der Feststoff-Aufbautinte und des Trägermaterials können wiederholt werden, bis der dreidimensionale Artikel gebildet ist. In einigen Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Artikels weiterhin das Entfernen des Trägermaterials von dem Aufbaumaterial. Da hier beschriebene Trägermaterialien Wasserdispergierbar und/oder mindestens teilweise wasserlöslich sind, umfasst das Entfernen des Trägermaterials von dem Aufbaumaterial in einigen Ausführungsformen das Dispergieren des Trägermaterials in Wasser. Dispergieren des Trägermaterials in Wasser umfasst in einigen Ausführungsformen das Inkontaktbringen des Trägermaterials mit fließendem Wasser. In einigen Ausführungsformen umfasst das Dispergieren des Trägermaterials in Wasser das mindestens teilweise Eintauchen des dreidimensionalen, gedruckten Artikels in ein Wasserbad. In einigen Ausführungsformen wird das Wasserbad während des Eintauchens des dreidimensionalen gedruckten Artikels gerührt. In weiteren Ausführungsformen können andere Lösungsmittel als Wasser verwendet werden, um das Trägermaterial wegzuwaschen, wie Aceton, Methanol, Ethanol, 1-Propanol, 2-Propanol, 2-Butanol, Methylethylketon, Methylisobutylketon und Mischungen davon.

[0062] In einigen Ausführungsformen können ein oder mehrere Tenside oder Detergenzien zum Wasser gegeben werden, das verwendet wird, um das Trägermaterial von dem Aufbaumaterial zu entfernen. Zusätzlich kann in einigen Ausführungsformen das Trägermaterial mechanischer Agitation unterzogen werden. In einigen Ausführungsformen wird mechanische Agitation des Trägermaterials durch Inkontaktbringen des Trägermaterials mit fließendem oder gesprühtem Wasser angewendet. In einigen Ausführungsformen kann das Trägermaterial einer Ultraschallbehandlung unterzogen werden, um das Trägermaterial von dem Aufbaumaterial zu entfernen, in einigen Ausführungsformen kann das Trägermaterial einer Kombination aus mechanischer und

Ultraschallbehandlung unterzogen werden, um das Trägermaterial von der gehärteten Aufbautinte zu entfernen.

[0063] In Ausführungsformen werden Sätze von Feststoff-Aufbautinten zur Verwendung im 3D-Farbdruck bereitgestellt, wobei jeder Satz der Feststoff-Aufbautinten ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 50 Gew.-%, ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 30 bis ca. 40 Gew.-%, ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 5 bis ca. 10 Gew.-%, einen Fotostarter und ein Farbmittel umfasst, wobei jede Feststoff-Aufbautinte in dem Satz eine andere Farbe und eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch das Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt ist, so dass Härtungsgeschwindigkeit und Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte unabhängig vom Farbmittel in einer gegebenen Feststoff-Aufbautinte näherungsweise gleich ist.

[0064] Der Fachmann kann die hier bereitgestellten Lehren und Anleitungen leicht anwenden, um neue Tinten-Designs mit einem Satz gewünschter Eigenschaften erstellen. Somit werden in einigen Ausführungsformen Verfahren zum Design einer Zieltinte mit einer gewünschten anfänglichen Härtungsrate und einer gewünschten Endhärte bereitgestellt, umfassend das Auswählen mindestens einer Tinte aus der Mehrzahl etablierter Tinten-Designs (wie den etablierten Designs in **Fig. 3**), wobei die mindestens eine Tinte eine anfängliche Härtungsrate und Endhärte in der Nähe zu der gewünschten Härtungsrate und Endhärte besitzt, und Vorhersage einer Modifikation von mindestens einem Verhältnis von einem nicht-härtenden Wachs zu einem härtenden Wachs in der mindestens einen Tinte, um die Zieltinte bereitzustellen. Weitere potenzielle Modifikationen können abhängig von der Auswahl eines bestimmten Farbmittels und/oder Fotostarters sein.

[0065] Die folgenden Beispiele werden eingereicht, um Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zu veranschaulichen. Diese Beispiele verstehen sich nur als veranschaulichend und nicht als den Umfang der vorliegenden Offenbarung beschränkend. Teile und Prozentsätze sind bezogen auf das Gewicht, sofern nicht anders angezeigt. Wie hier verwendet, betrifft der Begriff "Raumtemperatur" eine Temperatur von ca. 20°C bis ca. 25°C.

BEISPIELE

Beispiel 1

[0066] Dieses Beispiel beschreibt die Bildung beispielhafter Feststoff-Aufbautinten und die Charakterisierung einiger ihrer physikalischen Eigenschaften.

[0067] Gefärbte Tintenformulierungen wurden wie folgt dargestellt: In eine 30 ml-Braunglasflasche wurde Folgendes gegeben: 2,019 g CD406, 1,007 g SR368, 2,843 g CD587, alle erhältlich von Sartomer Company Inc., 0,825 g Unilin 350 Acrylat, eine Acrylat-härtende, monofunktionelle Acrylatwachs C22,C23,C24-Mischung mit Schmelzpunkten von 50°C bis 60°C, 2,528 g Licowax KFO, ein Esterwachs, erhältlich von Clariant, 0,155 g Irgacure 819, 0,224 g Irgacure 184 und 0,100 g Irgacure 907, alle erhältlich von Ciba Specialty Chemicals. Zu dieser Mischung wurde ein Rührstab gegeben, und die Mischung wurde in einen Variomag-Reaktionsblock gestellt. Die Tintenmischung wurde erhitzt und bei 90°C und 300 RPM für mindestens 20 min gerührt, oder bis die Mischung homogen erschien. Die Temperatur wurde für 5 min auf 100°C erhöht, bevor 0,300 g Blue Olefin Dye zugegeben wurden. Die Mischung wurde wieder auf 90°C heruntergefahren und für 1,5 h gerührt, an welchem Punkt die Mischung homogen erschien.

[0068] Pigmentierte Tintenformulierungen wurden wie folgt dargestellt: In eine 30 ml-Braunglasflasche wurde Folgendes gegeben: 2,019 g CD406, 1,007 g SR368, 2,843 g CD587, 0,825 g Unilin 350 Acrylat, 2,528 g Licowax KFO, 0,155 g Irgacure 819, 0,224 g Irgacure 184 und 0,100 g Irgacure 907. Zu dieser Mischung wurde ein Rührstab gegeben, und die Mischung wurde in einen Variomag-Reaktionsblock gestellt. Die Tintenmischung wurde erhitzt und bei 90°C und 300 RPM für mindestens 20 min gerührt, oder bis die Mischung homogen erschien. Die Temperatur wurde für ca. 5 min auf 100°C erhöht, bevor 0,300 g Microlith Magenta Pigment zugegeben wurden. Die Mischung wurde wieder auf 90°C heruntergefahren und über Nacht (16 h) gerührt, an welchem Punkt die Mischung homogen erschien.

[0069] Tintenformulierungen wurden wie folgt dargestellt: In eine 30 ml-Braunglasflasche wurde Folgendes gegeben: 2,019 g CD406, 1,007 g SR368, 2,843 g CD587, 0,825 g Unilin 350 Acrylat, 2,528 g Licowax KFO, 0,155 g Irgacure 819, 0,224 g Irgacure 184 und 0,100 g Irgacure 907. Zu dieser Mischung wurde ein Rührstab gegeben, und die Mischung wurde in einen Variomag-Reaktionsblock gestellt. Die Tintenmischung wurde er-

hitzt und bei 90°C und 300 RPM für mindestens 20 min gerührt, oder bis die Mischung homogen erschien. Die Temperatur wurde für ca. 5 min auf 100°C erhöht und dann weitere 10 min gerührt.

[0070] Weitere Beispiele für härtende Feststoff-Aufbautinten, die in die hier offenbarten Parameter fallen, sind den US-Patentanmeldungen Nr. 2012/0287212, 2012/0287199 und 2012/0274699 beschrieben.

[0071] Bestimmte Beispiele für härtende Feststoff-Aufbautinten, die für 3D-Druckprozesse geeignet sind, sind in Tab. 1 unten aufgeführt. Formulierungen O1 bis O3 wurden gewählt, um einen Bereich von Härtungseigenschaften abzudecken, aber immer noch Homogenität sowie die richtige Viskosität bei der Sprühtemperatur zu erzielen.

Komponente	O1	O2	O3	L1
Monomer				
CD406	31,105	28,861	20,600	20,394
SR368	0	2,244	10,250	10,172
CD587	17,581	17,581	29,010	28,724
härtendes Wachs				
Unilin 350 Acrylat	8,330	8,330	8,330	8,330
nicht härtendes Wachs				
Licowax KFO	36,142	0	0	25,539
Igepal A	0	36,142	24,970	0
Fotostarter				
Irgacure 819	1,568	1,568	1,570	1,570
Irgacure 184	2,264	2,264	2,260	2,258
Irgacure 907	1,009	1,009	1,010	1,013
Farbmittel				
Blue Olefin Dye	2,00	2,00	2,00	2,00
Gesamt	100	100	100	100

Tab. 1

[0072] In **Fig. 1** sind rheologische Profile für erfindungsgemäße Tinten gezeigt. In einem Temperaturbereich von ca. 80°C bis ca. 90°C verhalten sich die Tinten newtonsch. Die Härtungsprofile analoger Formulierungen ohne Farbmittel wurden ebenfalls erhalten, wie in **Fig. 2** und Tab. 2 unten gezeigt. Es ist anzumerken, dass aus Einfachheitsgründen die Daten ohne Farbmittel erzeugt wurden, um bequeme Vergleichbarkeit von Formulierungen ohne Bezug auf den Einfluss des Farbmittels bereitzustellen. Ein Fachmann erkennt jedoch, dass ein Farbmittel umfasst sein kann und sich ein optimales Fotostarter-Paket für jede Farbe bestimmen und mit diesem Optimum vergleichen lässt.

[0073] Die Daten in Tab. 2 wurden aus den Fitting-Daten von **Fig. 2** unter Verwendung der folgenden Beziehung extrahiert:

$$y = m_1 + m_2 \cdot (1 - \exp(-m_3 \cdot x))$$

$$\text{Anfangshärte} = m_1$$

$$\text{Anfangssteigung} = m_2 \cdot m_3$$

$$\text{Endhärte} = m_1 + m_2$$

Vorhergesagte Eigenschaften (analoge Formulierungen ohne Farbmittel)			
Anfangshärte	50,4	33,5	17,8
Endhärte	82,3	82,9	81,4
Anfangssteigung	46	214	280

Tab. 2

[0074] Es wurden zahlreiche härtende Feststoff-Aufbautinten formuliert, um den Design-Raum für Drucke zu definieren. Während schnelle Härtungsraten für herkömmliche Druckprozesse nützlich sind, wo die Anfangshärte unter ca. 20 liegt, besitzen die hier offenbarten Feststofftinten eine Anfangshärte von allgemein über ca. 30 mit einer Anfangssteigung über ca. 25. In Ausführungsformen kann die Anfangshärte niedriger sein, aber in solchen Fällen sollten die Materialien sehr hohe Härtungsraten besitzen, wie eine Anfangssteigung von mehr als ca. 200.

[0075] Fig. 3 zeigt ein Diagramm einer Anfangssteigung gegen die Anfangshärte für eine Auswahl von Feststoff-Aufbautinten, die gemäß den vorliegenden Ausführungsformen dargestellt wurden. Der obere rechte Quadrant stellt einen vorteilhaften Arbeitsbereich für Materialien dar, d. h. schnellste anfängliche Härtungsrate (Anfangssteigung) oder höchste Anfangshärte. Für 3D-Objektdruck ist eine niedrigere Anfangshärte vertretbar, sofern sie hoch genug ist, um Fließen bei Umgebungstemperatur innerhalb des Zeitrahmens für den Bau des Objekts zu verhindern. Die folgende tabellarische Reihe von Tinten sind beispielhafte 3D-Formulierungen gemäß den vorliegenden Ausführungsformen und wurde verwendet, um die in Fig. 3 gezeigten Daten zu erstellen.

Tintenr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CD406	2,00	2,00	4,74	3,34	2,74	6,00	6,00	2,00	2,00	3,57

SR368	1,44	2,10	0,70	2,10	0,70	1,44	0,70	2,10	2,10	1,25
CD587	4,00	3,34	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	1,34	1,34	1,57
Unilin 350 Acrylat	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,74	2,00	0,00	0,53
Licowax KFO	2,00	2,00	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	2,53
ITX	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Irgacure 907	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Gesamt	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Tintenr.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CD406	2,00	3,57	2,00	2,00	2,00	6,00	5,34	4,74	3,34	6,00
SR368	0,70	1,25	0,70	0,70	0,70	0,70	2,10	0,70	2,10	0,70
CD587	2,74	1,57	4,00	2,74	4,00	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Unilin 350 Acrylat	2,00	0,53	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
Licowax KFO	2,00 0	2,52 7	2,74 0	4,00 0	2,00 0	2,00 0	2,00 0	2,00 0	4,00 0	2,74 0
ITX	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Irgacure 907	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Gesamt	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Tab. 3

Tintennr.	21	22	23	24	25	26	27	28
Monomer								
CD406	2,000	2,000	2,000	2,010	2,901	2,000	2,000	2,010
SR368	1,025	1,025	1,025	1,030	1,600	1,025	1,025	1,030
CD587	3,037	3,037	3,037	3,052	2,563	3,037	3,037	3,052
Härtendes Wachs								
Unilin 350 Acrylat	0,806	0,806	0,806	0,810	0,374	0,806	0,806	0,810
Oligomer								
CN2255	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,000	0,000
CN2256	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,000
Nicht-härtendes Wachs								
LicoWax KFO	2,570	2,570	2,570	2,583	2,000	2,493	2,493	2,583
Fotostarter								
Darocur ITX	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,000
Irgacure 907	0,510	0,510	0,510	0,513	0,510	0,510	0,510	0,513
Gesamt	10,00	10,00	10,00	10,05	10,00	10,00	10,00	10,00

Tab. 4

Tintennr.	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Monomer										
CD406	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
SR368	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
CD587	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93

Härtendes Wachs										
Unlin 350 Acrylat	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Nicht-härtendes Wachs										
Licowax KFO	1,60	1,70	1,60	1,80	1,94	2,70	2,20	1,60	2,30	2,10
Fotostarter										
Irgacure 819	0,30	0,30	0,10	0,10	0,19	0,10	0,10	0,30	0,10	0,30
Irgacure 184	0,10	0,50	0,30	0,50	0,31	0,10	0,10	0,50	0,10	0,10
Irgacure 379	0,50	0,50	0,50	0,10	0,31	0,10	0,10	0,50	0,50	0,50
Irgacure 907	0,60	0,10	0,60	0,60	0,34	0,10	0,60	0,20	0,10	0,10
Gesamt	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Tintennr.										
11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Monomer										
CD406	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	
SR368	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	
CD587	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	
Härtendes Wachs										
Unlin 350 Acrylat	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Nicht-härtendes Wachs										
Licowax KFO	1,60	1,80	2,00	2,10	1,60	2,30	1,90	2,50	1,60	
Fotostarter										
Irgacure 819	0,10	0,10	0,30	0,30	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	
Irgacure 184	0,50	0,10	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50	0,10	0,50	
Irgacure 379	0,30	0,50	0,10	0,10	0,50	0,10	0,50	0,10	0,10	
Irgacure 907	0,60	0,60	0,60	0,10	0,40	0,10	0,10	0,10	0,60	
Gesamt	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	

Tab. 5

Tintennr.	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Monomer									
CD406	2,081	2,081	2,081	2,081	2,081	2,081	2,081	2,081	2,010
SR368	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,030
CD587	2,931	2,931	2,931	2,931	2,931	2,931	2,931	2,931	3,052
Härtendes Wachs									
Unilin 350 Acrylat	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,810
Licowax KFO	2,522	2,606	2,606	2,655	2,717	2,522	0,000	2,217	2,326
Fotostarter									
Irgacure 819	0,155	0,160	0,160	0,000	0,167	0,000	0,155	0,100	0,000
Irgacure 184	0,223	0,230	0,230	0,235	0,000	0,581	0,223	0,353	0,000
Irgacure 907	0,100	0,103	0,000	0,105	0,108	0,000	0,100	0,330	0,513
Gesamt	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tab. 6

Tintennr.	48	49	50	51	52	53
Monomer						
CD406	2,945	2,945	2,945	2,442	3,234	2,945
SR368	0,229	0,229	0,229	0,319	0,251	0,229

CD587	1,794	1,794	1,794	2,501	1,970	1,794
Härtendes Wachs						
Unilin 350 Acrylat	0,850	0,850	0,850	1,185	0,000	0,850
Nicht-härtendes Wachs						
Licowax KFO	3,688	0,000	0,000	0,000	4,050	2,889
Igepal A	0,000	3,688	0,000	3,058	0,000	0,800
Igepal D	0,000	0,000	3,688	0,000	0,000	0,000
Photoinitiator						
Irgacure 819	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Irgacure 184	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231
Irgacure 907	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103
Gesamt	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tintenr.	54	55	56	57
Monomer				
CD406	2,234	2,234	2,234	3,174
SR368	0,174	0,174	0,174	0,000
CD587	1,361	1,361	1,361	1,794
Härtendes Wachs				
Unilin 350 Acrylat	0,850	0,850	0,850	0,850
Nicht-härtendes Wachs				
Licowax KFO	0,000	0,000	0,000	3,688
Igepal A	4,888	0,000	4,088	0,000
Igepal D	0,000	4,888	0,000	0,000
Amid-Gelierzmittel	0,000	0,000	0,800	0,000
Fotostarter				
Irgacure 819	0,160	0,160	0,160	0,160
Irgacure 184	0,231	0,231	0,231	0,231
Irgacure 907	0,103	0,103	0,103	0,103
Gesamt	10,00	10,00	10,00	10,00

Tab. 8

[0076] Jede der Tinten in Tab. 3 bis Tab. 8 wurde unter Verwendung desselben Verfahrens evaluiert, das für die Tinten der Tab. 1 verwendet wurde, so dass für jede Daten für "Anfangshärte" (anfängliche Härtingsrate) und "Anfangshärte" erzeugt wurden. Die Daten wurden dann aufgetragen (**Fig. 3**), um Designhöhe/-raum zu formulieren. Dies wird durch die gekrümmt durchgezogene Linie dargestellt, die die Datenpunkte in **Fig. 3** zusammenfasst. Basierend auf den Ergebnissen lassen sich Tinten mit Eigenschaften zwischen denen in Tab. 3 gezeigten vorhersagen, und solche Tinten können durch Ändern des Verhältnisses der bestehenden Tintenkomponenten formuliert werden. Tinten mit dazwischen liegenden Eigenschaften können auch durch Kombinieren von Zusammensetzungen erzeugt werden, deren Datenpunkte in enger Nachbarschaft zueinander liegen (siehe **Fig. 3**). Somit wird es ermöglicht, die Formulierungen eines Tintensatzes einzustellen, so dass alle Farben näherungsweise die gleiche Anfangshärte und Härtingsrate besitzen. Optional kann dieser Ansatz verwendet werden, Aufbaumaterialien zu formulieren, die verschiedene Anfangseigenschaften und verschiedene Härtingseigenschaften besitzen, so dass Teile mit kontrollierten Härtingprofilen erzeugt werden. Dies kann z. B. geeignet sein, wenn die Oberfläche eines Teils anders als der Massenteil sein soll, oder wenn einzelne Abschnitte des Teils eines gedruckten Objekts andere anfängliche Härtingseigenschaften aufweisen muss, um Nachbearbeitung zu ermöglichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| - US 7378460 [0011] | - US 6663703 [0040] |
| - US 6841589 [0011] | - US 6755902 [0040] |
| - US 7559639 [0025] | - US 6590082 [0040] |
| - US 7276614 [0027, 0029, 0030] | - US 6696552 [0040] |
| - US 7279587 [0027, 0029, 0030] | - US 6576748 [0040] |
| - US 6221137 [0038] | - US 6646111 [0040] |
| - US 5621022 [0038] | - US 6673139 [0040] |
| - US 5231135 [0038] | - US 6958406 [0040] |
| - US 6472523 [0040] | - US 6821327 [0040] |
| - US 6726755 [0040] | - US 7053227 [0040] |
| - US 6476219 [0040] | - US 7381831 [0040] |
| - US 6576747 [0040] | - US 7427323 [0040] |
| - US 6713614 [0040] | |

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- "Dimer Acids," Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Bd. 8, 4th Ausg. (1992), Seite 223–237 [0022]
- "Dimer Acids," Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Bd. 8, 4th Ausg. (1992), Seiten 223–237 [0023]

Patentansprüche

1. 3D-Farbdrucksystem, umfassend:
eine Feststoff-Aufbautinte für jede aus einer Mehrzahl von Farben, wobei jede Feststoff-Aufbautinte Folgendes umfasst:
ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%;
ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%;
ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15 Gew.-%;
einen Fotostarter; und
ein Farbmittel;
wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt ist, so dass anfängliche Härtungsgeschwindigkeit und Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte für jede aus der Mehrzahl von Tinten näherungsweise gleich ist; und
ein Trägermaterial, umfassend das nicht-härtende Wachs, das in jeder Aufbauantinte verwendet wird, wobei das Trägermaterial ein Gerüst zum Auftragen jeder Aufbauantinte bereitstellt.
2. System nach Anspruch 1, wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine verschiedene Anfangshärte für jede aus der Mehrzahl von Farben besitzt.
3. System nach Anspruch 1, wobei die Härtungsgeschwindigkeit jeder Feststoff-Aufbautinte teilweise von dem ausgewählten Fotostarter für jede Aufbauantinte abhängig ist.
4. System nach Anspruch 1, wobei die Mehrzahl von Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz umfasst.
5. System nach Anspruch 1, wobei jede Aufbauantinte eine Anfangshärte in einem Bereich von ca. 5 bis ca. 60 Einheiten besitzt.
6. System nach Anspruch 1, wobei jede Aufbauantinte eine Anfangssteigung in einem Bereich von ca. 25 bis ca. 300 besitzt, wobei die Steigung der Härtungsgeschwindigkeit entspricht.
7. Verfahren zum 3D-Farbdruck eines dreidimensionalen Artikels, umfassend:
Bereitstellen einer Feststoff-Aufbautinte für jede aus einer Mehrzahl von Farben, wobei jede Feststoff-Aufbautinte Folgendes umfasst:
ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%;
ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%;
ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15 Gew.-%;
einen Fotostarter; und
ein Farbmittel;
wobei jede Feststoff-Aufbautinte eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt ist, so dass Härtungsgeschwindigkeit und Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte für jede aus der Mehrzahl von Farben näherungsweise gleich ist;
Bereitstellen eines Trägermaterials, umfassend das nicht-härtende Wachs, das in jeder Aufbauantinte verwendet wird, wobei das Trägermaterial eine oder mehrere Gerüstschichten zum Auftragen mindestens einer Feststoff-Aufbautinte bereitstellt, wie durch die Geometrie des dreidimensionalen Artikels vorgegeben;
Auftragen von einer oder mehreren Feststoff-Aufbautinten in einer Mehrzahl von Aufbauantintenschichten, um den dreidimensionalen Artikel auf einem Substrat zu bilden, wobei jede aufgetragene Aufbauantintenschicht der Mehrzahl von Aufbauantintenschichten auf Folgendes aufgetragen ist: (1) das Substrat; (2) einen Teil einer vorherigen Feststoff-Aufbautintenschicht; (3) einen Teil der einen oder mehreren Gerüstschichten oder Kombinationen davon;
Auftragen des Trägermaterials in einer oder mehreren Gerüstschichten, wobei jede aufgetragene Gerüstschicht auf Folgendes aufgetragen ist: (1) das Substrat; (2) einen Teil einer vorherigen Feststoff-Aufbautintenschicht; (3) einen Teil der einen oder mehreren Gerüstschichten oder Kombinationen davon; und
Härten jeder der Mehrzahl von Aufbauantintenschichten, um den dreidimensionalen Artikel zu bilden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei eine Dicke einer aus der Mehrzahl von Schichten vor Härten maximal im Bereich von ca. 10 µm bis ca. 5 mm liegt.
9. Dreidimensionaler Artikel, hergestellt durch das Verfahren aus Anspruch 7.

10. Satz von Feststoff-Aufbautinten zur Verwendung im 3D-Farbdruck, wobei jeder Satz von Feststoff-Aufbautinten Folgendes umfasst:

ein festes Acrylat in einer Menge von ca. 40 bis ca. 70 Gew.-%;

ein nicht-härtendes Wachs in einer Menge von ca. 10 bis ca. 45 Gew.-%;

ein härtendes Wachs in einer Menge von ca. 1 bis ca. 15 Gew.-%;

einen Fotostarter; und

ein Farbmittel;

wobei jede Feststoff-Aufbautinte in dem Satz ein anderes Farbmittel besitzt und eine Härtungsgeschwindigkeit besitzt, die durch ein Verhältnis von nicht-härtendem Wachs zu härtendem Wachs eingestellt ist, so dass Härtungsgeschwindigkeit und Endhärte jeder Feststoff-Aufbautinte unabhängig vom Farbmittel in einer gegebenen Feststoff-Aufbautinte im Wesentlichen gleich ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

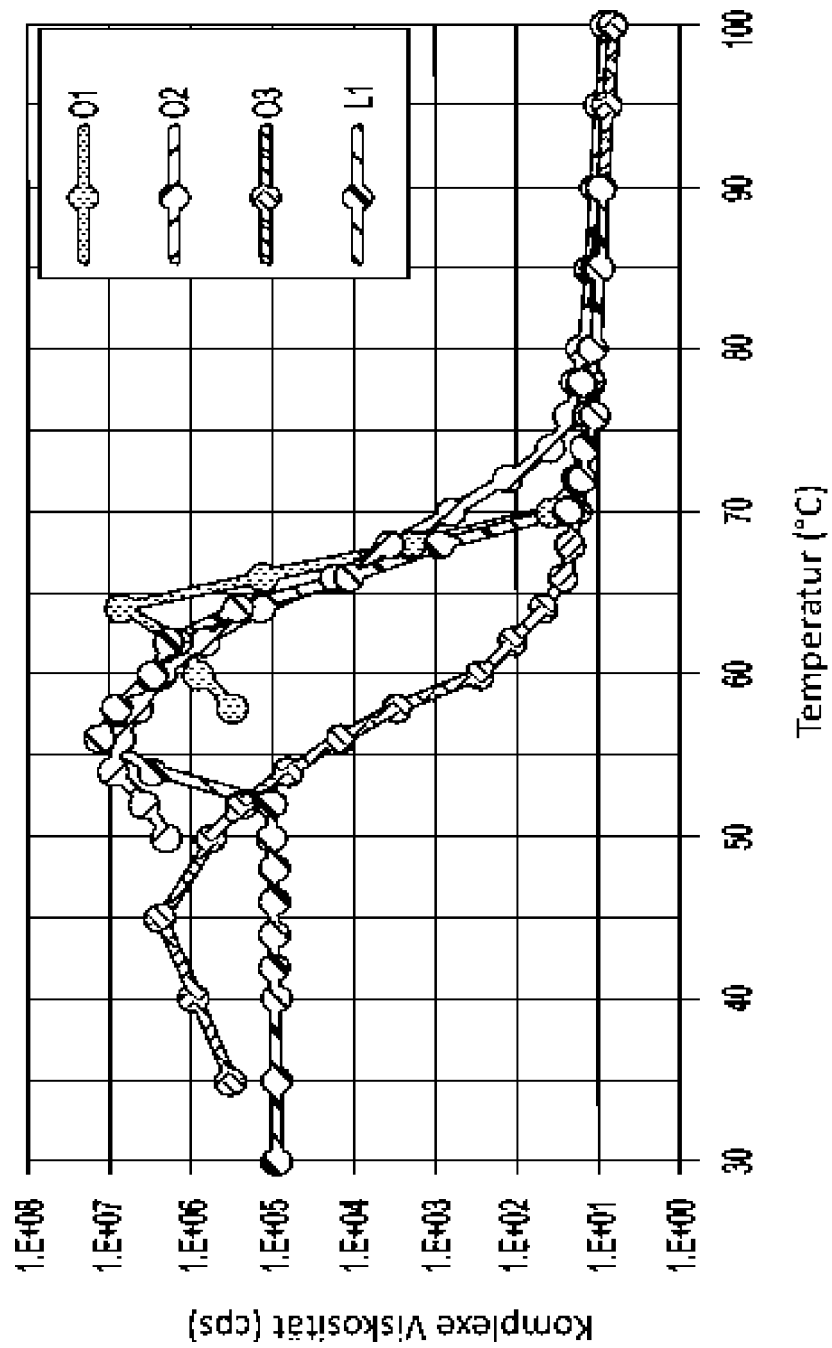


FIG. 1

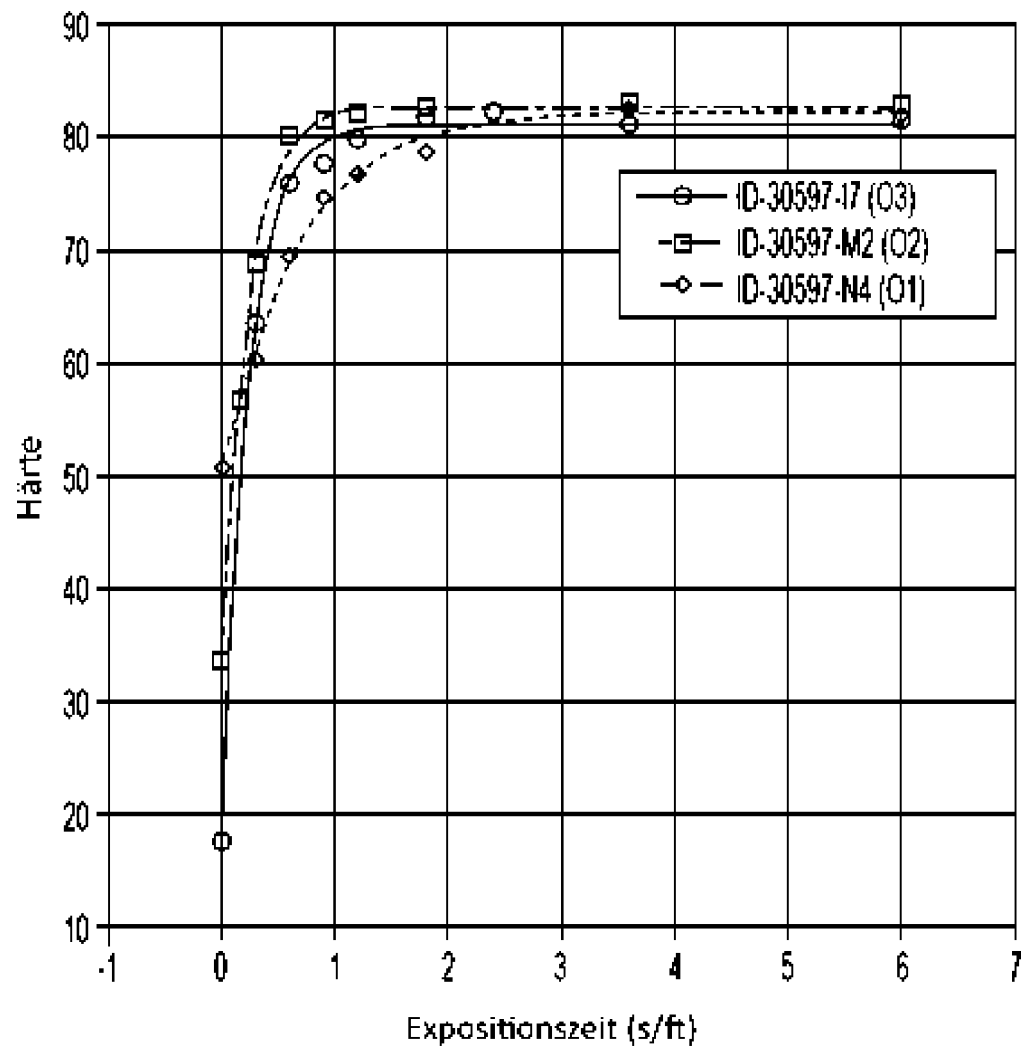


FIG. 2

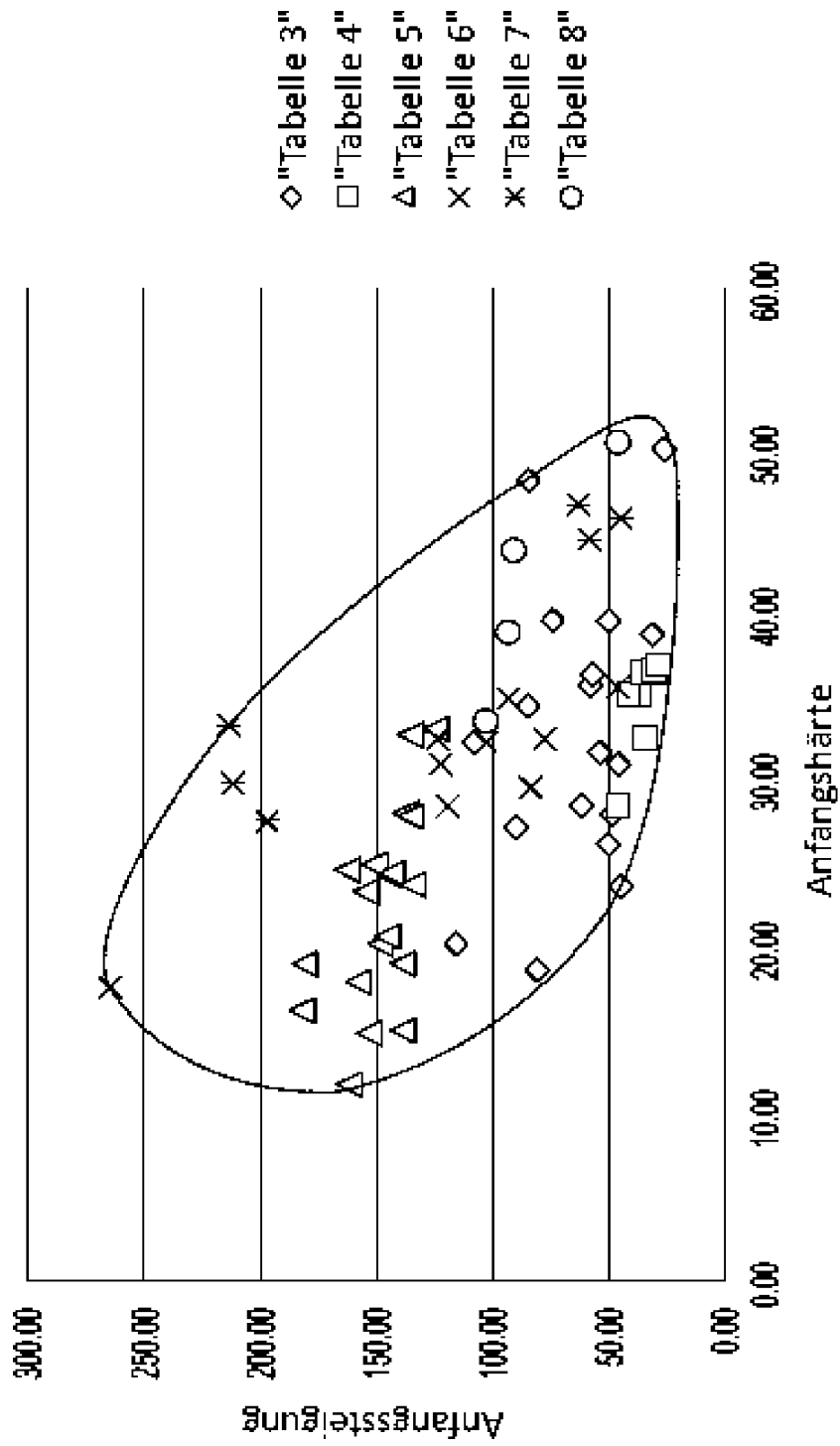


FIG. 3