



(10) **DE 10 2013 112 404 B4** 2023.03.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 112 404.6**
(22) Anmeldetag: **12.11.2013**
(43) Offenlegungstag: **28.05.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.03.2023**

(51) Int Cl.: **B41J 3/407 (2006.01)**
B29C 64/112 (2017.01)
B29C 64/20 (2017.01)
B41J 2/01 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
ACTEGA Schmid Rhyner AG, Adliswil, CH

(72) Erfinder:
Schlatterbeck, Dirk, Dr., Frittschen, CH

(74) Vertreter:
**Blumbach Zinngrebe Patentanwälte PartG mbB,
65187 Wiesbaden, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 24 128	A1
GB	2 233 928	A
EP	1 037 716	B1

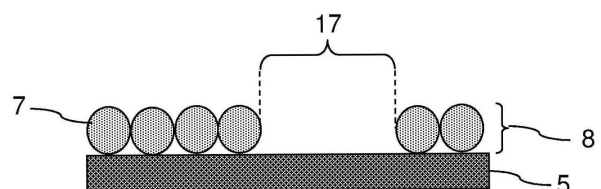
(54) Bezeichnung: **Erzeugung von polymeren Partikeln sowie rauer Beschichtungen mittels Ink-Jet-Druck**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung von rauen, polymeren Beschichtungen auf einem bedruckten oder bedruckbarem Substrat mittels Ink-Jet-Druck durch Herstellung von Polymerpartikeln, bei welchem unter Ansprechen auf elektrische Signale mittels eines Ink-Jet-Druckkopfs mit zumindest einer Düse eine erste fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen, umfassend mindestens einen Vertreter aus der Gruppe der Präpolymere und/oder Oligomere oder der Monomere und/oder Reaktivverdünner sowie mindestens einen Photoinitiator, wobei der Vertreter aus der ersten Verbindungsklasse zumindest eine erste polymerisierbare Gruppe aufweist, die radikalisch polymerisierbar ist, in Form von Tropfen aus der Düse ausgestoßen und mittels einer Strahlungsquelle Strahlung auf die im Flug befindlichen Tropfen gerichtet wird, wobei die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen unter Einwirkung der Strahlung zumindest teilweise aushärtet, so dass vor dem Auffangen oder Auftreffen auf ein bedrucktes oder bedruckbares Substrat aus den fluiden Tropfen polymere, kugelförmige oder weitgehend kugelförmig ausgebildete Partikel erhalten werden und wobei zwischen dem Substrat und dieser ersten, rauen Beschichtung eine zweite polymere Beschichtung aufgebracht wird, an welcher die Partikel anhaften, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

a) Bereitstellen des Substrates und der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen, wobei das bereitgestellte Substrat eine fluide, härtbare Beschichtung aufweist, enthaltend ein drittes Präpolymer und/oder ein drittes Monomer mit einer dritten polymerisierbaren Gruppe,
b) dosiertes Austreten der fluiden Zubereitung zur Verwen-

dung mit Ink-Jet-Düsen durch den Druckkopf, wobei der Druckkopf die fluide Zubereitung zur Verwendung mit Ink-Jet-Düsen als voneinander getrennte Tropfen freisetzt und
c) Fallen der freigesetzten Tropfen vom Druckkopf auf das vom Druckkopf beabstandete Substrat für die Dauer der Flugzeit, wobei die Tropfen innerhalb der Flugzeit durch Strahlung zumindest teilweise gehärtet werden, indem mittels der Strahlungsquelle die Strahlung in den Bereich zwischen dem Druckkopf und dem Substrat eingestrahlt wird, und

d) Auftreffen als zumindest teilweise ausgehärtete polymere, kugelförmige oder weitgehend kugelförmig ausgebildete Partikel auf das Substrat, wobei die erste, raue Beschichtung gebildet wird, wobei die zweite Beschichtung mit dem dritten Präpolymer oder Monomer nicht vor dem Auftreffen der Tropfen vollständig ausgehärtet wird, so dass die Tropfen an der zweiten Beschichtung anhaften.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Verfahren zur Erzeugung von polymeren Partikeln und polymeren Strukturen bestehend aus Thermoplasten und/oder Elastomeren und/oder Duromeren im folgenden als Partikel oder polymere Partikel referenziert. Im Speziellen betrifft die Erfindung insbesondere ein Verfahren zur Herstellung von rauen, polymeren Beschichtungen, raue, polymere Beschichtungen sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Herstellung von rauen, polymeren Beschichtungen.

[0002] Die DE 10 224 128 A1 beschreibt ein Verfahren zur dosierbaren und orts aufgelösten Beschichtung von Substraten, insbesondere zum Lackieren, mit Hilfe einer Vorrichtung, die einen Dosierkopf mit zumindest einer durch ein Steuersignal ansteuerbare Düse aufweist. Durch den Dosierkopf wird ein fluides Beschichtungsmaterial auf das Substrat aufgebracht, welches nachfolgend zu einer Lackschicht ausgehärtet wird.

[0003] Die EP 1 037 716 B1 beschreibt ein Verfahren zum Ausbilden einer Laminatstruktur auf einem flexiblen Substrat, wobei jede Schicht der Laminatstruktur eine definierte und kontrollierte Materialzusammensetzung aufweist.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind auch Verfahren zur Erzeugung von dreidimensionalen Strukturen auf einem Substrat unter Verwendung einer eines Druckkopfes bekannt. Hierbei werden Partikel oder partikelhaltige Lösungen eingesetzt.

[0005] In der WO 2011/077200 A1 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem beispielsweise Pigmente bzw. Glitter, Metall- oder Glaspartikel auf einem Substrat aufgebracht werden. Um eine Anhaftung der Partikel zu gewährleisten, weist das Substrat eine härtbare Beschichtung auf, die nach dem Aufbringen der Partikel gehärtet wird. Im beschriebenen Verfahren wird ein Klebstoff partiell auf das Substrat aufgetragen, anschließend werden die Partikel auf das Substrat aufgestreut. In einem nächsten Schritt wird der Klebstoff gehärtet und zuletzt werden die überschüssigen Partikel, die sich nicht im Bereich der Klebstoffbeschichtung auf dem Substrat befinden, abgesaugt oder anderweitig entfernt.

[0006] Die DE 10 2010 063 982 A1 beschreibt ein Verfahren zur Erzeugung von dreidimensionalen Strukturen auf einem Substrat, bei der eine Lösung mit Partikeln auch eine Düsenöffnung auf ein Substrat ausgestoßen wird. Während des Fluges verdunstet der Großteil des eingesetzten Lösungsmittels, so dass sich für jedes Tröpfchen eine

dreidimensionale Struktur während des Fluges ausbildet.

[0007] Das Verfahren macht sich den im Normalfall unerwünschten Effekt zunutze, dass bei entsprechender Ansteuerung von Drop-on-Demand-(DOD) Inkjet-Köpfen, zusätzlich zum erwünschten Tropfen, Satellitentropfchen entstehen. Im Extremfall kann die Ansteuerung so erfolgen, dass nur kleine Satellitentropfchen gebildet werden. Auf diese Weise können wesentlich kleinere Tropfenmassen erzeugt werden, als es dem Düsendurchmesser des eingesetzten DOD Inkjet-Kopfes entsprechen würde. Diese Tröpfchen haben auf Grund ihrer Größe einen besonders hohen Dampfdruck, was das Ziel der Trocknung im Flug unterstützt.

[0008] Als Beschichtungszubereitungen werden beispielsweise kolloidale Tinten mit hochmonodispersen, organischen Polystyrol-Mikrosphären oder alternativ anorganische Silika-Mikrokugeln, also hoch spezielle Beschichtungsmittel eingesetzt. Die Auswahl an Beschichtungsmitteln ist daher in der DE 10 2010 063 982 A1 Zweck massiv eingeschränkt.

[0009] Beim beschriebenen Verfahren kommt es im Flug unter Verdunstung des Lösungsmittels zu einer Selbstorganisation der Mikroteilchen innerhalb der Tröpfchen zu kristallartigen sphärischen Aggregaten.

[0010] Zweck des Verfahrens ist es dann auch, durch die im Flug gebildeten Aggregate auf einfache und kostengünstige Weise aggregierte, dreidimensionale Strukturen mit speziellen photonischen Eigenschaften nach dem „Dry Self Assembly“-Verfahren erzeugen zu können und nicht auf speziell hochhydrophobe Substrate und dergleichen angewiesen zu sein.

[0011] In den Schriften GB 2 233 928 B und US 5 059 266 wird ein 3D-Druckverfahren beschrieben, mit dessen Hilfe es gelingt, dreidimensionale Objekte zu erzeugen und hierbei UVhärtbare Tinten verschiedener Farbe oder mit unterschiedlichen Polymereigenschaften einzusetzen. Das Verfahren macht sich zunutze, dass durch das (teilweise) Härten der Tröpfchen im Flug die Mischung der Farben untereinander vermieden werden kann, da die vorgehärteten Tröpfchen sehr hochviskos oder sogar fest sind.

[0012] Eine weitere Bauform des Druckverfahrens betrifft die Platzierung der Inkjet-Maschine in ein Gehäuse, dass durch Evakuieren und anschließend Befüllen mit Inertgas komplett in einer Inertgasatmosphäre betrieben werden kann. Auf diese Weise wird die der radikalischen Polymerisation von ungesättigten Acrylatverbindungen inhärente Problematik der sogenannten Sauerstoffinhibierung unterdrückt.

[0013] Sauerstoff besitzt die Eigenschaft, die Radikalkettenreaktion durch Anlagerung an die reaktiven Radikale zu unterbrechen und somit eine vollständige Polymerisation zu unterbinden oder wenigstens zu erschweren. Auch wenn durch geeignete Zusatzstoffe diese Inhibierung unterbunden werden kann, ist es doch energetisch günstiger, durch Verwendung einer Inertgasatmosphäre diese Inhibierung auszu-schließen. Zudem kann auf die genannten Zusatzstoffe verzichtet werden.

[0014] In der DE 10 2010 063 982 A1 ist die Erzeugung der kristallartigen Arrays von Bedeutung wobei hier speziell die optischen Eigenschaften der Mikrokristalle genutzt werden sollen wohingegen die mechanischen und ästhetischen oder andere funktionelle Eigenschaften der Beschichtung keine Rolle spielen. In GB 2 233 928 B und US 5 059 266 geht es um die Erreichung einer dreidimensionalen Form und nicht um Beschichtungen im eigentlichen Sinn.

[0015] Mit Beschichtungen im Allgemeinen möchte man die unterschiedlichsten Material- und Oberflächeneigenschaften und -funktionen erzielen. Bei der Verwendung von flüssigen Beschichtungsmitteln können hierzu sowohl flüssige als auch feste Bestandteile eingesetzt werden. Die Verwendung fester Bestandteile verfolgt dabei aus den unterschiedlichsten Absichten. So können beispielsweise Feststoffe eingesetzt werden um die Beschichtung zu mattieren oder um einen Einfluss auf die Oberflächeneigenschaften wie z.B. die Gleitreibung zu nehmen. Nachteilig an dieser Vorgehensweise ist, dass die Partikel im Beschichtungsmaterial gleichmäßig verteilt sind und daher nicht spezifisch an die Oberfläche gebracht werden können. Des Weiteren können Partikel in Beschichtungen enthalten sein, um die mechanischen Eigenschaften der Beschichtung zu beeinflussen. So können Partikel beispielsweise Beschichtungen zugegeben werden, um deren Kratzfestigkeit zu verbessern. Auch ist der Einsatz von Pigmenten üblich. Weiterhin können auch die Leitfähigkeit oder magnetische Eigenschaften von Beschichtungen durch die Verwendung von Partikeln beeinflusst werden. Bei all den genannten Materialtypen gibt es Vertreter, die ihre Wirkung auf Grund einer gewissen Partikelgröße entfalten, wodurch sie nicht beliebig klein hergestellt werden können.

[0016] Beim Einsatz von Inkjet sind auf Grund der kleinen Düsendurchmesser im Mikrometerbereich dem Einsatz von Partikeln Grenzen gesetzt. Zu große Partikel können die Düsen blockieren und somit den Inkjet-Kopf ggf. zerstören. Neben diesem Risiko sind Partikel, mit Durchmessern die grösser als die Düsendurchmesser sind, durch Inkjet nicht zu verarbeiten.

Aufgabe der Erfindung

[0017] Die hier vorgestellte Erfindung befasst sich mit polymeren Partikeln und Beschichtungen, die aus fluiden Zubereitungen mittels Inkjet-Technologie erzeugt werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren löst das Problem, die Aufbringung von Partikeln unter Verwendung von Inkjet-Technologie zu ermöglichen. Hierbei macht man sich die Eigenschaft der Inkjet-Technologie zunutze, dass unter digitaler Ansteuerung der Düsen die Partikel zeitlich und örtlich gezielt appliziert werden können.

[0019] Ein weiterer Vorteil der Inkjet-Technologie zur erfindungsgemässen Erzeugung der Partikel liegt in der Flexibilität des Verfahrens bezüglich der Partikelgröße. Nicht nur kann durch geeignete Auswahl des Druckkopfs hinsichtlich Düsengröße und erzielbarer Auflösung gezielt Einfluss auf die Tropfengröße und Positioniergenauigkeit genommen werden, auch durch die Beeinflussung der Ansteuerung der Düsen ist die Tropfengröße in weiten Bereichen einstellbar, sogar in Bereiche hinein, die wesentlich kleiner sind als das spezifizierte Tropfenvolumen eines Kopfes, indem man sich die Methode aus der DE 10 2010 063 982 A1 zunutze macht und die Köpfe gezielt mit einem für Einzeltropfen ungeeigneten Signal ansteuert.

[0020] Bei dem erfindungsgemässen Verfahren werden vorzugsweise fluide Zubereitungen zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen ohne Feststoffanteile verwendet. Die Partikel werden also gewissermaßen in situ erzeugt. Ein Verstopfen der Düsenöffnung wird aufgrund des fehlenden Feststoffgehalts vermieden. Es können somit größere Partikelgrößen als bei der Verwendung von Dispersionen erhalten werden. Zudem ist die in situ Erzeugung der Partikel vorteilhaft, da somit beispielsweise auf eine entsprechende Matrix oder zusätzliche Bindemittel und/oder Hilfsstoffe zur Partikelstabilisierung in der entsprechenden fluiden Zubereitung verzichtet werden kann.

[0021] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Erzeugung von polymeren Partikeln unter Verwendung eines Ink-Jet-Druckkopfes.

[0022] Mit dem Verfahren können insbesondere raue, polymere Beschichtungen auf Substrate appliziert werden. Unter einer rauen Beschichtung wird insbesondere auch eine Beschichtung verstanden, deren Oberfläche uneben bzw. strukturiert ist. Solche Beschichtungen werden in der Fachliteratur auch als Strukturlack bezeichnet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt in der Bereitstellung einer Vorrichtung zur Beschichtung von Substraten mit rauen, polymeren Beschichtungen mittels Ink-Jet-Druck sowie in

der Bereitstellung von Substraten mit rauen, polymeren Beschichtungen.

[0023] Die Aufgabe wird bereits durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhaft Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Beschreibung der Erfindung

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Polymerpartikeln sieht vor, dass eine fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen mittels eines Ink-Jet-Druckkopfes in Form von Tropfen aus der Düse ausgestoßen durch Strahlung im Flug zumindest teilweise gehärtet wird, so dass vor dem Auftreffen oder Auffangen aus den fluiden Tropfen polymere Partikel erhalten werden. Der Ink-Jet-Druckkopf weist dabei zumindest eine Düse auf, mit der unter Ansprechen auf elektrische Signale die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen als fluide Tropfen ausgestoßen werden.

[0025] Die Härtung erfolgt dabei durch Polymerisations- und/oder Vernetzungsreaktionen. Die erfindungsgemäße fluide Zubereitung umfasst zumindest ein Präpolymer und/oder ein Monomer, welches zumindest eine polymerisierbare Gruppe aufweist. Die polymerisierbare Gruppe ist dabei radikalisch polymerisierbar und/oder vernetzbar. Insbesondere handelt es sich bei der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen, z.B. um eine Lösung mindestens eines Präpolymers und/oder Oligomers in mindestens einem Monomer und/oder Reaktivverdünner.

[0026] Des Weiteren enthält die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen mindestens einen Photoinitiator, wobei unter einem Photoinitiator im Sinne der Erfindung sowohl ein Photoinitiator als auch ein Photosensibilisator und/oder ein Synergist verstanden wird.

[0027] Unter Verwendung einer Strahlungsquelle wird auf die im Flug befindlichen Tropfen dabei mittels einer Strahlungsquelle Strahlung gerichtet. Denkbar wäre auch eine Härtung durch Elektronenstrahl.

[0028] Photoinitiator und Wellenlänge der Strahlung sind bei der Härtung durch Strahlung im UV- oder VIS-Bereich dabei derart aufeinander abgestimmt, dass der Photoinitiator unter Einwirkung der Strahlung eine radikalische Polymerisation und/oder Vernetzung der polymerisierbaren Gruppen der Präpolymere und/oder der Monomere auslöst.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform enthält die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen Präpolymere und/oder Monomere, welche

zumindest zwei polymerisierbare Gruppen pro Präpolymerkette bzw. Monomer aufweisen. Dies ist in Hinblick auf eine Vernetzung der einzelnen Polymerketten besonders vorteilhaft.

[0030] Durch die Verwendung eines Ink-Jet-Druckkopfes sowie der Härtung der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen in Tropfenform während des Fluges ist es möglich, entsprechende fluide Zubereitungen mit niedrigen Viskositäten einzusetzen, was insbesondere in Hinblick auf die Prozessierbarkeit vorteilhaft ist. Weiterhin erfolgt die Formbildung der Partikel durch die Verfahrensparameter, insbesondere durch die Ausstoßbedingungen des verwendeten Druckkopfes sowie durch die Härtung der Partikel während des Fluges, so dass beispielsweise auf selbstorganisierende oder partikuläre Bestandteile in der fluiden Zubereitungen zur Verwendung mit Ink-Jet-Düsen verzichtet werden kann. Somit steht eine große Auswahl an geeigneten Präpolymeren und Monomeren zur Verfügung.

[0031] Durch die erfindungsgemäße Einwirkung der Strahlung auf die Tropfen während des Fluges kommt es zu einer zumindest teilweisen Härtung der einzelnen Tropfen wobei die Härtung vom flüssigen über einen Gel- und einen Sol/Gel-Zustand in den festen Zustand verläuft. Der erreichbare Zustand hängt unter anderem von der UV-Dosis ab. Hierbei kann entweder unter gezielter Ausnutzung der Sauerstoffinhibierung der Tropfen im Volumen ausgehärtet werden, wobei der Tropfen auf der Oberfläche klebrig bleibt. Oder es kann durch Abstimmung der Wellenlänge des verwendeten UV-Lichts in Kombination mit Photoinitiatoren und ggf. dem Einsatz von UV-Absorbern nur die Oberfläche gehärtet werden. Selbstverständlich kann durch geeignete Auswahl der Komponenten und der UV-Strahlungsquelle auch ein vollständige Oberflächen- und Durchhärtung erzielt werden. Durch die Härtung wird eine Formstabilität gewährleistet, so dass polymere Partikel erhalten werden.

[0032] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist auch angedacht, anorganische oder hybridpolymere Fluide als Ink-Jet-Fluid oder Bestandteil des Ink-Jet-Fluids zu verwenden. Auf diese Weise lassen sich entsprechende anorganische oder hybridpolymere Partikel in loser Form oder als raue Beschichtung analog dem Sol/Gel Verfahren erzeugen. Eine Härtung im Flug erfolgt hier anstelle einer strahlungsinduzierten Vernetzung und/oder Polymerisierung durch Verdampfen eines Lösungsmittels. Strahlungsinduzierte Vernetzung und/oder Polymerisierung kann mit dieser Ausführungsform bei Zugabe geeigneter Formulierungsbestandteile zusätzlich erfolgen.

[0033] Im Folgenden wird nicht mehr auf die vorstehend genannte Härtung durch Verdampfung eines

Lösungsmittels, sondern auf die erfindungsgemäße Härtung durch Polymerisations- und/oder Vernetzungsreaktionen Bezug genommen.

[0034] Abhängig von der applizierten UV-Dosis können die erhaltenen Partikel vollständig oder teilweise ausgehärtet sein. Ein hoher Polymerisationsgrad und/oder Vernetzungsgrad innerhalb der Tropfen führt dabei zu einem hohen Härtingsgrad. Eine Erhöhung des Härtingsgrades führt dabei zu einer Erhöhung der Viskosität.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform sind die erhaltenen Partikel vorwiegend in den Randbereichen bzw. oberflächennahen Bereichen ausgehärtet während die Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen im Inneren der Partikel noch fluide Eigenschaften und/oder eine niedrigere Viskosität als in den Randbereichen aufweist. Die Tropfenform hat sich dabei für eine gleichmäßige Härtung von den Randbereichen zur Tropfenmitte als besonders vorteilhaft herausgestellt und ermöglicht eine kontrollierte Härtung. So können im erfindungsgemäßen Verfahren der Härtingsgrad und somit Partikeleigenschaften wie Formstabilität oder Klebrigkeit durch die Wahl der einzelnen Verfahrensparameter wie beispielsweise die Flugzeit, das Volumen der ausgestoßenen Tropfen oder die Intensität und Wellenlänge der eingestrahlten Strahlung eingestellt werden. Ebenfalls kann der Härtingsgrad durch die Bestandteile der eingesetzten fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen sowie deren Zusammensetzung beeinflusst werden. Somit ist es möglich, polymere Partikel mit maßgeschneiderten Eigenschaften zu erhalten.

[0036] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weisen die Partikel lokal also unterschiedliche Härtingsgrade aus. So kann beispielsweise der Härtingsgrad an der Partikeloberfläche oder in oberflächennahen Bereichen höher sein als im Inneren der Partikel.

[0037] Insbesondere wird zur Härtung eine Strahlungsquelle verwendet, die Licht im UV-VIS-Bereich ausstrahlt. Eine Ausführungsform der Erfindung sieht die Verwendung von Licht im UV-Bereich vor. Durch den Einsatz von LED- oder Laserstrahlungsquellen können auch monochromatische oder in einem sehr engen Wellenlängenbereich liegende Strahlen einer in weiten Grenzen einstellbaren Wellenlänge zur Härtung eingesetzt werden. Damit kann die Härtung der Tropfen gegenüber anderen in der Umgebung oder schon auf dem Substrat befindlichen UV-härtbaren Materialien selektiv gesteuert werden, so dass entweder die Tropfen zu polymeren Partikeln gehärtet werden oder die Beschichtung auf dem Substrat (vor)gehärtet wird und somit unterschiedliche Effekte bezüglich der resultierenden Oberflächeneigenschaften erzielt werden.

[0038] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von 150 bis 700 nm, vorzugsweise mit einer Wellenlänge im Bereich von 200 bis 500 nm einzustrahlen. Durch Auswahl des eingestrahlten Wellenlängenbereichs (bzw. des gegenüber diesem Wellenlängenbereich sensiblen Photoinitiators) kann beeinflusst werden, ob der Tropfen vorwiegend an den Randbereichen gehärtet wird oder in wieweit eine Härtung auch im Inneren des Tropfens stattfindet, da die Eindringtiefe des Lichtes mit dessen Wellenlänge korreliert.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von 350 bis 700 nm eingestrahlt. Die Einstrahlung von langwelligem Licht ist dabei besonders vorteilhaft, wenn die Tropfen während des Fluges auch im Inneren gehärtet werden sollen, da die bei den obengenannten Wellenlängenbereichen große Eindringtiefen erzielt werden können, so dass auch im Inneren des Tropfens eine Härtung der eingesetzten fluiden Zubereitung zur Verwendung mit Ink-Jet-Düsen erfolgen kann. Gegebenenfalls zuvor aufgebraachte oder nachfolgend aufgebraachte Schichten und die Partikel können so selektiv ausgehärtet werden, wenn die Materialien der Schicht und der Partikel für unterschiedliche Wellenlängen empfindlich sind.

[0040] Des Weiteren kann die Verwendung von langwelligerem Licht bei der Verwendung von fluiden Zubereitungen, die Farbmittel enthalten, vorteilhaft sein, da langwelligeres Licht meist von den Farbmitteln weniger stark absorbiert wird als kurzwelligeres Licht. Generell kann die Wellenlänge des zur Härtung eingesetzten Lichtes so an die Absorptionseigenschaften der in der fluiden Zubereitung enthaltenen Farbmittel angepasst werden, dass ein zur Härtung ausreichender Anteil des eingestrahlten Lichtes transmittiert.

[0041] Das Auffangen auch so erfolgen, beispielsweise in einem geeigneten Behälter, dass lose, nicht miteinander verbundene Polymerpartikel erhalten werden. Durch die Oberflächenspannung werden diese Polymerpartikel rund bis kugelförmig. Im Gegensatz zu durch Mikronisierung (z.B. Sprüh-Mikronisierung oder Mahlprozesse) erzeugten Partikeln zeichnen sich die erfindungsgemäß herstellbaren Partikel durch eine sehr enge und homogene Größenverteilung aus. Spricht man in einem Fall von einer gewissen, beispielsweise gaußförmigen Verteilung mit einer breiten Streuung und der Charakterisierung beispielsweise durch D_{50} und/oder D_{99} -Werte ist durch die erfindungsgemäße Art der Partikelerzeugung die Partikelgröße festgelegt. Die Partikelgröße ergibt sich idealerweise (optimaler Tropfenbildungsprozess ohne Satelliten) aus den im Ink-Jet-Prozess eingestellten Parametern. Es ist aber auch möglich, durch Variation der Parameter, wie Pulsform

und Amplitude gezielt eine gewünschte Größenverteilung zu erzielen. Eine geeignete Ansteuerung ist, wie oben dargelegt, in der DE 10 2010 063 982 A1 beschrieben.

[0042] Für derartige Polymer-Mikrokugeln ergeben sich eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise als Mikrooptiken, lichtbrechende oder lichtreflektierende Elemente, Additive, insbesondere für Beschichtungsmittel, als Füllstoff oder auch als Gleitmittel, sowie auch als Pigment. Die runde Form der Partikel kann auch sehr vorteilhaft sein, wenn die Partikel als Beschichtung auf einem Substrat aufgebracht werden. Eine mögliche Anwendung hierbei ist eine Reflektorbeschichtung. Dabei reflektieren die Mikrokugeln einfallendes Licht zurück in die Lichteinfallrichtung.

[0043] Als weiterer Verfahrensschritt kann das Herstellen einer Beschichtung mit den Partikeln erfolgen.

[0044] Mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren können mittels Ink-Jet-Druck raue Beschichtungen direkt auf einem Substrat erzeugt werden.

[0045] Die rauen Beschichtungen werden im Folgenden auch als erste Beschichtungen bezeichnet. Anders ausgedrückt wird die erste Beschichtung durch die aufgebrachte fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen erhalten. Die Bezeichnungen „erste“ und „zweite“ Beschichtung dient dabei zur sprachlichen Unterscheidung der verschiedenen Beschichtungen, kennzeichnet jedoch nicht die Abfolge der jeweiligen Beschichtungen auf einem mehrfach beschichteten Substrat.

[0046] Das entsprechende Herstellungsverfahren weist dabei zumindest die Verfahrensschritte a) bis c) auf, welche im Folgenden näher erläutert werden.

[0047] In Schritt a) wird zunächst die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen sowie ein Substrat bereitgestellt. Bei dem Substrat handelt es sich dabei insbesondere um ein bedruckbares und/oder bedrucktes Substrat. Als Substrate können beispielsweise, aber nicht ausschließlich, Druckmedien wie Papiererzeugnisse oder Kunststofffolien verwendet werden. Auch die Verwendung von gläsernen oder metallischen Substraten, sowie von Holz oder Kunststoff in Folien- oder Plattenform, beispielsweise von Werkstoffen, wie sie für den Möbelbau oder für Bodenbeläge verwendet werden, ist möglich. Die Substrate können sowohl flexibel als auch starr sein.

[0048] Im nachfolgenden Schritt b) erfolgt ein dosiertes Austreten der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen durch den Druckkopf,

wobei sich das Substrat oder Teile des Substrates unterhalb des Druckkopfes befinden und Substrat und Druckkopf voneinander beabstandet sind. Durch den Druckkopf wird die entsprechende fluide Zubereitung in Form von einzelnen, voneinander getrennten, fluiden Tropfen freigesetzt.

[0049] Die Tropfen fallen in Schritt c) für die Dauer der Flugzeit vom Druckkopf auf das vom Druckkopf beabstandete Substrat. In den Bereich zwischen Druckkopf und Substrat wird mittels einer Strahlungsquelle Strahlung, insbesondere ultraviolette Strahlung und/oder Strahlung im sichtbaren Spektralbereich (UV-VIS-Bereich), eingestrahlt, so dass die Tropfen während der Flugzeit durch die Einwirkung von Strahlung zumindest teilweise gehärtet werden.

[0050] Die zumindest teilweise gehärteten Tropfen bzw. die so erhaltenen polymeren Partikel treffen nach Beendigung der Flugzeit in Schritt d) auf dem Substrat auf und bilden eine raue, beziehungsweise strukturierte oder unebene Beschichtung. Eine solche Beschichtung kann matt sein, einen haptischen Effekt (Sandeffekt und dgl.) aufweisen, besonders gleitfähig, besonders wenig gleitfähig (beispielsweise als Anti-Rutsch-Beschichtung), aber auch visuell funktionalisiert (Farbtupfer, Glanzpunkte mit Metallurpigmenten etc.) sein.

[0051] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Aufbringung der Partikel zur Erreichung von Oberflächeneffekten liegt u.a. darin, dass die Partikel gezielt auf die Oberfläche wirken und nicht über das Volumen der Beschichtungsmittels in der gesamten Schicht vorhanden sind und nur ein kleiner Teil der Konzentration an der Oberfläche seine Wirkung entfaltet.

[0052] Die Anhaftung der Beschichtung auf dem Substrat sowie der Partikel untereinander wird dabei insbesondere durch Form und Klebrigkeit der Partikel und der Oberfläche oder der vorhandenen Beschichtung des Substrats bestimmt.

[0053] Unter dem Begriff „Klebrigkeit“ im Sinne der Erfindung wird dabei das Adhäsionsvermögen der Partikel verstanden. Die Klebrigkeit wirkt sich dabei sowohl auf die Anhaftung der Partikel innerhalb der Beschichtung als auch auf die Anhaftung der Partikel und somit der Beschichtung auf dem Substrat auf. Diese Eigenschaften werden z.B. im Bereich der Haftklebstoffe (pressure sensitive adhesives PSA) unter dem Begriff „dynamische Adhäsion“ beschrieben. Die Klebrigkeit wird insbesondere durch den Härtegrad an der Oberfläche der Partikel bestimmt. Dabei führt ein hoher Härtegrad an der Partikeloberfläche bzw. in den oberflächennahen Bereichen der Partikel zu einer eher geringen Klebrigkeit der Partikel.

[0054] Die Intensität der Strahlung der verwendeten Strahlungsquelle wirkt sich auf den Härungsgrad aus, wobei eine hohe Strahlungsintensität zu einem hohen Härungsgrad führt.

[0055] Gemäß einer Ausführungsform wird die raue Beschichtung auf dem Substrat lateral strukturiert aufgebracht. So können beispielsweise gezielt lediglich Teilbereiche des Substrates mit der rauen Beschichtung, beziehungsweise mit den erfindungsgemäß erzeugten Partikeln versehen werden, während andere Teilbereiche des Substrates nicht beschichtet werden.

[0056] Allgemein kann durch Einstellung der Flächendichte (Anzahl Partikel pro Flächeneinheit) und/oder der Partikelgröße eine Oberfläche gezielt in gewünschten Bereichen Matt- oder Glanzeffekte erzielt werden. Generell können auch Gradienten des Mattierungsgrades oder haptischer Effekte in einfacher Weise durch entsprechende Ansteuerung des Druckkopfs und damit durch lateral variierende Flächendichten und/oder Partikelgrößen erzeugt werden. Durch geeignete Wahl des Beschichtungsmaterials und der Beschichtungsparameter kann die Art des haptischen Effekts beeinflusst werden. Die Haptik kann zwischen Sandlack- oder Schleifpapiereffekten bis hin zu Soft-Touch-Eigenschaften variiert werden. Durch die Beeinflussung der Schichtdicke können diese Eigenschaften durch ein zusätzliches Relief verstärkt werden. Mit Sandlack wird ein Strukturlack bezeichnet, der eine sandpapierähnliche Struktur und Haptik aufweist. Auch ist es möglich, die Oberflächen chemisch zu funktionalisieren wie es z.B. bei Ormoceren der 1. bis 3. Generation bekannt ist.

[0057] Bei geeigneter Materialwahl können mit der Erfindung auch siegelbare Bereiche hergestellt werden. Beispielsweise können die Partikel dazu heißschmelzbar ausgebildet werden. Auch ist eine thermische Nachvernetzung denkbar.

[0058] In einer weiteren Ausführungsform beträgt die Flugzeit der Tropfen vom Ausstoß aus dem Druckkopf bis zum Auftreffen auf dem Substrat höchstens 10 ms, vorzugsweise höchstens 5 ms, besonders bevorzugt weniger als 1,5 ms. Bei kleinen Abständen des Druckkopfs von der zu beschichteten Oberfläche kann die Flugzeit auch noch deutlich geringer sein. Insbesondere kann die Flugzeit dabei auch weniger als 0,5 ms betragen. Auch diese kurzen Flugzeiten ermöglichen noch eine ausreichende Härtung der Partikel während des Fluges, so dass formstabile polymere Partikel und/oder polymere Partikel mit einer formstabilen Hülle erhalten werden. Gemäß noch einer Weiterbildung der Erfindung beträgt die Flugzeit aber mindestens als 0,05 ms

[0059] Die in Schritt b) gebildeten Tropfen weisen gemäß einer Weiterbildung der Erfindung eine Geschwindigkeit von 0,5 bis 14 m/s, bevorzugt 1 bis 12 m/s, insbesondere bevorzugt 3 m/s bis 8 m/s auf.

[0060] Die Tropfengröße und die Bildung von Satelliten, allgemein die Art der Tropfenbildung und damit Form und Größe der aus den Tropfen gebildeten Partikel können gemäß noch einer Weiterbildung der Erfindung durch die Einstellung der Form der elektrischen Pulse, mit welchen die Düsen angesteuert werden, beeinflusst werden. Die Pulsform kann auch so eingestellt werden, dass nicht ein einzelner großer Tropfen, sondern mehrere etwa gleich große Tropfen pro Puls erzeugt werden. Dies kann für die Erfindung von Vorteil sein, um kleine Partikel zu erzeugen.

[0061] Vorzugsweise werden für die Erfindung Piezo-Jet-Düsen verwendet. Bei diesen Düsen erfolgt durch den elektrischen Puls eine Verformung eines piezoelektrischen Materials, und dadurch eine Schall- oder Druckwelle, wodurch das Beschichtungsmaterial in Form von Tropfen durch die Düse ausgestoßen wird. Die Pulse werden durch eine Steuereinrichtung, typischerweise rechnergesteuert erzeugt.

[0062] Durch die Geschwindigkeit der Tropfen sowie den Abstand vom Druckkopf zum Substrat kann deren Flugzeit eingestellt werden. Zudem können sich Druck und Geschwindigkeit auf die Form der Tropfen und somit auf die Form der gehärteten Partikel auswirken. So kann beispielsweise eine hohe Geschwindigkeit eine Deformation der Partikel beim Auftreffen auf die Substratoberfläche zu Folge haben, wobei dieser Effekt besonders bei teilgehärteten Partikeln mit einem geringen Härungsgrad ausgeprägt sein kann. Des Weiteren kann insbesondere bei Tropfen bzw. Partikeln mit einem geringen Härungsgrad deren Form durch die Oberflächenspannung des Tropfens, den Härungsgrad der Oberfläche oder Wechselwirkungen zwischen Tropfen und Substrat (beispielsweise hydrophobe oder hydrophile Wechselwirkungen) beeinflusst werden.

[0063] Das in Schritt a) bereitgestellte Substrat weist eine zweite, härtbare Beschichtung auf. Die zweite Beschichtung enthält ein drittes Präpolymer und/oder ein drittes Monomer mit einer dritten polymerisierbaren Gruppe und ist noch nicht oder zumindest noch nicht vollständig ausgehärtet. Die zweite Beschichtung wird erst nach dem Auftreffen der in Schritt b) erzeugten polymeren Partikel ausgehärtet, so dass die Partikel nach dem Auftreffen auf der zweiten Beschichtung anhaften. Gemäß einer Ausführungsform dieser Weiterbildung wird die zweite Beschichtung durch Polymerisation und/oder Vernetzung der dritten polymerisierbaren Gruppe in Schritt c) ausgehärtet. Eine andere Ausführungsform sieht

eine Härtung der zweiten Beschichtung durch Reaktion der dritten polymerisierbaren Gruppe in einem dem Schritt d) nachfolgenden Schritt e) vor.

[0064] Ein Aushärten der zweiten Beschichtung mit dem dritten Präpolymer bzw. Monomer nach dem Auftreffen der Partikel führt zu einer verbesserten Anhaftung der polymeren Partikel auf dem beschichteten Substrat. Somit kann die zweite Beschichtung mit dem dritten Präpolymer bzw. Monomer als Haftvermittler bzw. Haftverstärker eingesetzt werden.

[0065] In einer Weiterbildung der Erfindung enthält die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen ein Präpolymer, welches neben der ersten polymerisierbaren Gruppe zumindest eine zweite polymerisierbare Gruppe aufweist, wobei die erste und die zweite polymerisierbare Gruppe nicht identisch sind und die zweite polymerisierbare Gruppe gegenüber den Polymerisationsbedingungen der ersten Gruppe inert oder zumindest weitgehend inert ist. Die zweite polymerisierbare Gruppe führt insbesondere zu einer Vernetzung der Präpolymerketten. Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass während des Fluges die erste polymerisierbare Gruppe reagiert und somit zu einer Härtung des Tropfens führt. Da die zweite polymerisierbare Gruppe unter den entsprechenden Reaktionsbedingungen nicht oder nur im geringen Ausmaße reagiert, stehen diese Gruppen zur Vernetzung der abgeschiedenen Beschichtung zur Verfügung. Durch Reaktion der zweiten polymerisierbaren Gruppen kann in einem nachfolgenden Verfahrensschritt so beispielsweise eine Vernetzung der Partikel untereinander erfolgen. Über den Vernetzungsgrad der zweiten polymerisierbaren Gruppen können somit Beschichtungseigenschaften wie die Porosität der Beschichtung oder deren Abriebfestigkeit eingestellt werden.

[0066] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die zweiten polymerisierbaren Gruppen derart ausgestaltet sind, dass in einem weiteren Verfahrensschritt eine Oberflächenfunktionalisierung der Partikel erfolgen kann. Insbesondere kann die zweite polymerisierbare Gruppe eine Ankergruppe für selektive chemische Reaktionen umfassen. In dieser Ausführungsform kann die Beschichtung beispielsweise Sensor- und/oder Indikatoreigenschaften aufweisen.

[0067] Alternativ oder zusätzlich kann die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen auch ein Monomer mit einer ersten und einer zweiten polymerisierbaren Gruppe enthalten, wobei die erste und die zweite polymerisierbare Gruppe nicht identisch sind und die zweite polymerisierbare Gruppe gegenüber den Polymerisationsbedingungen der ersten Gruppe inert oder zumindest weitgehend inert ist. In dieser Ausführungsform der Erfindung

können somit die auf dem Substrat abgeschiedenen Partikel in einem nachfolgenden Schritt weiter ausgehärtet und/oder untereinander vernetzt werden.

[0068] Alternativ oder zusätzlich kann in Schritt a) ein beschichtetes Substrat mit einer dritten polymerisierbaren Gruppe gemäß der oben beschriebenen Weiterbildung der Erfindung bereitgestellt werden. Sowohl die zweite als auch die dritte polymerisierbare Gruppe werden in dieser Ausführungsform in Schritt e) polymerisiert. Bei der zweiten und der dritten polymerisierbaren Gruppe kann es sich um verschiedene oder gleiche funktionelle Gruppen handeln. Insbesondere sind die zweite und die dritte polymerisierbare Gruppe derart ausgebildet, dass Polymerisations- und/oder Vernetzungsreaktionen der zweiten mit der dritten polymerisierbaren Gruppe stattfinden können. Durch die gleichzeitige Polymerisation der zweiten und der dritten polymerisierbaren Gruppe kann somit eine kovalente Anbindung der Partikel an das beschichtete Substrat erfolgen.

[0069] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung werden die Schritte c) und d) auf Teilbereichen des beschichteten Substrates wiederholt, so dass eine dreidimensional strukturierte raue Beschichtung erhalten wird.

[0070] Eine Herstellung von solchen dreidimensionalen Strukturen ist auch möglich, indem in einem Beschichtungsvorgang so viele Partikel pro Flächeneinheit aufgebracht werden, dass die Partikel sich zumindest teilweise übereinander ablagern.

[0071] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein bedrucktes oder bedruckbares Substrat mit einer ersten, rauen, polymeren Beschichtung, wobei die Beschichtung durch polymere, insbesondere kugelförmige oder weitgehend kugelförmig ausgebildete Partikel gebildet wird.

[0072] Die polymeren Partikel der Beschichtung können ganz oder teilweise ausgehärtet sein. Gemäß einer Ausführungsform weisen die Partikel in unterschiedlichen Bereichen unterschiedliche Härtingsgrade auf. Insbesondere ist in dieser Ausführungsform der Härtingsgrad an der Oberfläche der Partikel und/oder in oberflächennahen Bereichen der Partikel höher als in der Partikelmitte. D.h. der Härtingsgrad kann in Abhängigkeit vom Radius als Funktion der Strahlungsdosis, der Wellenlänge, der Tröpfchengröße etc. einen Gradienten aufweisen.

[0073] So kann eine raue Beschichtung erhalten werden, bei denen die Partikel eine feste Hülle und einen fluiden, klebrigen Kern aufweisen. Die Partikel können dabei derart ausgebildet sein, dass die Hülle bei Krafteinwirkung platzt und das Partikelinnere freigesetzt wird. Derartige Beschichtungen können beispielsweise als Mehrkomponentensysteme und/oder

in der Füge-technik verwendet werden (PSA, Pressure Sensitive Adhesive). Eine feste Verklebung kann dann durch erneutes Aushärten des freigesetzten Beschichtungsmaterials erfolgen, wobei es zu einer Nachvernetzung kommt.

[0074] Insbesondere weisen die Partikel der Beschichtung ein durchschnittliches Volumen von 0.01 bis 500 Picolitern, vorzugsweise 0,1 bis 150, besonders bevorzugt 0,1 bis 25 Picolitern auf.

[0075] Gemäß einer Ausführungsform kann es sich bei den rauen Beschichtungen um poröse Beschichtungen handeln. Die Porosität der Beschichtung kann dabei über die Partikelgröße bzw. das Partikelvolumen eingestellt werden.

[0076] Abhängig von der Porosität der rauen Beschichtung können diese beispielsweise als Membranen, beispielsweise semipermeable Membranen oder Filter verwendet werden.

[0077] Die Partikel der Beschichtung können untereinander vernetzt sein. Durch die Vernetzung der Partikel kann die Festigkeit der rauen Beschichtung eingestellt werden, wobei die Vernetzung chemisch aber auch physikalisch vorliegen kann. Zudem führt eine Vernetzung der Partikel innerhalb der Beschichtung zu einer Verringerung der Porosität. Die rauen Beschichtungen können als Anti-Rutschbeschichtungen verwendet werden.

[0078] Eine andere Ausführungsform sieht vor, dass die Partikel der Beschichtung nur eine geringe Anhaftung untereinander und/oder eine geringe Anhaftung auf dem Substrat aufweisen. Dies kann beispielsweise dazu führen, dass sich unter Krafteinwirkung, insbesondere durch Reibung, die Partikel vom Substrat ablösen und somit die Gleitfähigkeit erhöht wird. So kann die Beschichtung als Mikrokugellager fungieren.

[0079] Auch die feste Anbindung der Partikel kann die Gleitfähigkeit signifikant erhöhen. Durch das Herausragen aus der Oberfläche fungieren die aufgebrachten Partikel als Abstandhalter. Auf diese Weise wird ein Anhaften der sonst sehr glatten Beschichtungsflächen gegeneinander durch den sog. Glasplatteneffekt vermieden. Werden die Partikel in geringer Konzentration eingesetzt, wirkt sich ihr Vorhandensein in der Beschichtung nicht oder wenig auf die werkstoffmechanischen und physikalischen Eigenschaften wie z.B. den Glanzgrad der Beschichtung aus. Dieser genannte Effekt kann durch das erfindungsgemäße Verfahren erzielt werden, indem wenige Partikel pro Flächeneinheit auf ein Substrat oder in eine Beschichtung aufgebracht werden.

[0080] Um diesen Effekt zu erzielen, ist ein Flächenanteil der Partikel auf der Oberfläche von weniger als 10%, vorzugsweise weniger als 5%, besonders bevorzugt weniger als 1%, insbesondere bevorzugt weniger als 0,5% günstig. Besonders vorteilhaft ist die Aufbringung der Abstandhalter gezielt auf die Oberfläche der Beschichtung. Auf diese Weise kann auf eine hohe Konzentration der Partikel im Volumen des Beschichtungsmaterials verzichtet werden.

[0081] In einer Weiterbildung der Erfindung enthalten die polymeren Partikel zusätzlich Pigmente und/oder Farbstoffe. Dabei kann die Beschichtung bereichsweise unterschiedliche Partikel mit unterschiedlichen Pigmenten und/oder Farbstoffen enthalten. Alternativ und/oder zusätzlich enthalten die Partikel und/oder eine gegebenenfalls vorhandene zusätzliche Beschichtung Metallurpigmente. Somit können Metallic-Effekte erzeugt werden. Auch der Einsatz von thermochromen Pigmenten ist möglich. Entsprechende Beschichtungen können als Dekorschichten eingesetzt werden.

[0082] Alternativ oder zusätzlich können die polymeren Partikel Stoffe bzw. Partikel mit speziellen physikalischen Eigenschaften, beispielsweise magnetische Partikel und/oder leitfähige Partikel enthalten, so dass die rauen Beschichtungen entsprechende physikalische Eigenschaften aufweisen. Selbstverständlich können diese Merkmale auch kombiniert werden.

[0083] Zwischen dem Substrat und der rauen Beschichtung ist eine zweite polymere Schicht aufgebracht, an welcher die Partikel anhaften.

[0084] Die zweite polymere Beschichtung erhöht die Anhaftung der Partikel auf dem Substrat und kann als haftvermittelnde bzw. haftverstärkende Schicht ausgebildet sein.

[0085] Gemäß einer Ausführungsform sind die erste, d.h. die raue Schicht und die zweite Schicht an deren Grenzfläche miteinander zumindest teilweise vernetzt.

[0086] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die polymeren Partikel der rauen Beschichtung eine Oberflächenfunktionalisierung, insbesondere eine Oberflächenfunktionalisierung durch hydrophile oder hydrophobe Gruppen aufweisen.

[0087] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung einer rauen Beschichtung auf einem Substrat mittels Ink-Jet-Druck. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst einen Druckkopf sowie zumindest eine Lichtquelle, vorzugsweise eine UV- und/oder UV-VIS-Lichtquelle, wobei der Druckkopf eingerichtet ist, eine härtbare, fluide Zuberei-

tung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen als Tropfen abzugeben. Insbesondere ist der Druckkopf eingerichtet, separate, voneinander getrennte Tropfen abzugeben. Die Lichtquelle ist so positioniert, dass die abgegebenen Tropfen vor dem Auftreffen auf dem vom Druckkopf beabstandeten Substrat zumindest teilweise durch das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht gehärtet werden und als Partikel auf das Substrat auftreffen.

[0088] Weiterhin umfasst die Vorrichtung zusätzlich eine Beschichtungseinrichtung zum Aufbringen einer zweiten fluiden, härtbaren, polymeren Beschichtung sowie eine Transporteinrichtung zum Vorbeibewegen des Substrats an der der Beschichtungseinrichtung und dem Druckkopf, so dass die vom Druckkopf ausgestoßenen und zumindest teilweise gehärteten Partikel auf die mit der Beschichtungseinrichtung aufgetragene fluide Beschichtung treffen. Des Weiteren umfasst die Vorrichtung eine zweite Lichtquelle zum Härten der zweiten, fluiden Beschichtung mit den darauf aufgetragenen polymeren Partikeln, welche eine raue Beschichtung bilden.

[0089] Der Abstand vom Druckkopf beträgt bevorzugt 1 bis 5 mm, besonders bevorzugt 1 bis 3 mm. Bei diesen Abständen ist eine ausreichende Auflösung und Positioniergenauigkeit beim Druckvorgang gewährleistet. Gleichzeitig ermöglicht die daraus resultierende Flugzeit der Tropfen eine ausreichende Härtung der tropfenförmigen fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen während des Fluges.

[0090] Insbesondere ist der Druckkopf dazu eingerichtet, Tropfen mit einem Volumen im Bereich von 0,01 bis 500 Picolitern, bevorzugt mit einem Volumen bis zu 0,1 bis 150 Picolitern und besonders bevorzugt mit einem Volumen von 0,1 bis 25 Picolitern auszustößen. Der Durchmesser der Tropfen bzw. der Partikel errechnet sich entsprechend aus den Volumina. In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung mehrere Lichtquellen. Hierbei kann zumindest eine Lichtquelle Lichtleitfasern oder eine Laserquelle umfassen, deren Lichtaustrittsenden so angeordnet sind, dass das austretende Licht in den Bereich zwischen Druckkopf und Substrat eingestrahlt wird. Bevorzugt ist zumindest eine Lichtquelle derart angeordnet, dass die Lichtquelle die Strahlung in einem Winkel senkrecht bis parallel zur Fallrichtung der tropfenförmig abgegebenen fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen aussendet. In jedem Fall muss sichergestellt sein, dass die Lichtstrahlen nicht auf den eingesetzten Druckkopf auftreffen, da sonst die fluide Zubereitung in den Düsenöffnungen des Druckkopfes polymerisieren und damit die Düsen verstopfen kann. Eine Einstrahlung quer zur Fall- oder Flugrichtung, beziehungsweise eine seitliche Einstrahlung wird besonders bevorzugt, da dies die Einkopplung des Lichts in den Bereich vor den Düsen erleichtert. Dabei wird

weiter bevorzugt, das Licht in Richtung entlang einer Düsenreihe, also einer linearen Anordnung mehrerer Düsen einzustrahlen. Mit anderen Worten wird also eine Lichtquelle eingesetzt, welche Licht quer zur Flugrichtung der Tropfen und entlang einer Reihe mehrerer beabstandeter Düsen abgibt.

[0091] In einer weiteren Ausführungsform wird eine oder beide eingesetzten Lichtquellen durch Elektronenstrahlvorrichtungen ersetzt, so dass die Tropfen und gegebenenfalls auch die bereits vorhandene Schicht auf der Oberfläche oder die gesamte Beschichtung bestehend aus den Partikeln und der gegebenenfalls bereits vorhandenen Beschichtung auf dem Substrat durch Elektronenstrahlen gehärtet werden.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0092] Nachfolgend wird die Erfindung an Hand der **Fig. 1** bis **Fig. 6** näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen rauen Beschichtung auf einem Substrat,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäß beschichteten Substrates, bei dem das Substrat zusätzlich eine zweite Beschichtung aufweist,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäß beschichteten Substrates, bei welcher die raue Beschichtung in Teilbereichen mehrere Teilschichten aufweist,

Fig. 6 und **Fig. 7** schematische Darstellungen zweier weiterer Ausführungsformen des erfindungsgemäß beschichteten Substrates, bei welcher die Partikel der rauen Beschichtung in unterschiedlichen Teilbereichen unterschiedliche Härtingsgrade aufweisen,

Fig. 8, eine Variante der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform,

Fig. 9 eine Ausführungsform der Erfindung mit teilweise verlaufenen Partikeln.

[0093] **Fig. 1** zeigt stellt schematisch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens dar, bei welcher die teilweise ausgehärteten Partikel 7 als eine raue Beschichtung 8 auf einem Substrat 5 abgeschieden werden. Dazu wird zunächst ein Substrat 5 bereitgestellt. Das Substrat

wird mit einem festgelegten Abstand unter einen Ink-Jet-Druckkopf 1 positioniert, welcher über eine Zuleitung 2 mit einem Reservoir 3 enthaltend die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen verbunden ist. Des Weiteren ist eine Lichtquelle 4 so positioniert, dass die von der Lichtquelle 4 ausgesendete Strahlung in den Zwischenraum zwischen Druckkopf 1 und Substrat 5 strahlt (Schritt a)). Der Druckkopf 1 gibt die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen in Form von einzelnen Tropfen 6 ab, welche auf das Substrat 5 fallen (Schritt b)). Während des Fluges wird der Tropfen 6 durch die von der Lichtquelle 4 ausgesendeten Strahlung zumindest teilweise gehärtet (Schritt c)), so dass der zumindest teilweise gehärtete Tropfen bzw. Partikel 7 auf das Substrat auftrifft (Schritt d)). Durch geeignete Wahl der Form des Steuerpulses, mit welchem die Düse, vorzugsweise eine Piezo-Jet-Düse angesteuert wird, können pro Puls anstelle von einzelnen Tropfen auch mehrere Tropfen abgegeben werden. Dies entspricht gewissermaßen einem Versprühen der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen durch die Ink-Jet-Düse. Dies ist besonders günstig, um kleine Partikel zu erzeugen.

[0094] Das Substrat 5 wird in x-Richtung relativ zum Druckkopf bewegt und die Schritte a) bis d) wiederholt, so dass die einzelnen Partikel 7 auf dem Substrat 5 eine raue Beschichtung 8 bilden.

[0095] In der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform der Erfindung wird auf dem Substrat 5 zunächst mittels eines Druckkopfes 9 eine fluide, härtbare Beschichtung 11 als eine zweite Beschichtung abgeschieden. Der Druckkopf 9 ist dabei über eine Zuleitung 2 mit einem Reservoir 10 einer Beschichtungszubereitung verbunden. Die Beschichtungszubereitung kann dabei von der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen verschieden sein, wobei dies eine Verarbeitbarkeit der entsprechenden Beschichtungszubereitung mit Ink-Jet-Düsen nicht ausschließt.

[0096] Nachfolgend wird auf das mit der fluiden, härtbaren Beschichtung 11 beschichtete Substrat 5 eine raue Beschichtung 8 analog zu dem in **Fig. 1** gezeigten Verfahren abgeschieden. Das beschichtete Substrat 5 weist nach diesem Verfahrensschritt eine Beschichtung mit einer fluide, härtbare Schicht 11 sowie einer rauen, partikulären Schicht 8 als erste Beschichtung auf. In einem nachgeschalteten Verfahrensschritt wird die Schicht 11 durch die von der Lichtquelle 12 ausgesendeten Strahlung ausgehärtet und so in die ausgehärtete Schicht 13 umgewandelt. Dabei wird auch die raue Schicht 8 vollständig ausgehärtet, sofern nicht schon eine vollständige Härtung im Flug erfolgt ist.

[0097] **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung eines Substrates 5 mit einer rauen Beschichtung 8,

wobei die raue Beschichtung 8 aus einzelnen polymeren Partikeln 7 aufgebaut ist. Durch die kugelförmige oder zumindest weitgehend kugelförmige Form der polymeren Partikel 7 handelt es sich bei der Beschichtung 8 um eine raue Beschichtung, beziehungsweise wird eine raue Haptik erzeugt. Zudem ist die Beschichtung 8 auf Grund der Partikelform und der daraus resultierenden Packungsdichte der Partikel porös, wobei die Porosität der Beschichtung 8 abhängig von der Partikelgröße und/oder dem Vernetzungsgrad der Partikel untereinander ist.

[0098] Allgemein, ohne Beschränkung auf das in **Fig. 3** gezeigte Beispiel ist die Erfindung besonders geeignet, um lateral, unter der Aussparung von Bereichen der Oberfläche, strukturierte Beschichtungen herzustellen. **Fig. 3** zeigt einen ausgesparten Bereich 17. Solche nicht mit Partikeln versehene Bereiche können auch bei allen nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen vorhanden sein. Auf diese Weise können bestimmte Bereiche der Oberfläche gezielt mit einer rauen Haptik versehen werden.

[0099] In **Fig. 4** ist schematisch eine Weiterbildung der Erfindung gezeigt, bei der das Substrat 5 mit einer Beschichtung 14 beschichtet ist. Die Beschichtung 14 weist zwei Teilschichten 13 und 8 auf, wobei die Teilschicht 13 zwischen der rauen Teilschicht 8 und dem Substrat 5 angeordnet ist. Ein solches Erzeugnis kann hergestellt werden, indem das Substrat eine Beschichtung enthaltend ein drittes Präpolymer und/oder ein drittes Monomer mit einer dritten polymerisierbaren Gruppe aufweist. Dazu wird eine zweite Beschichtung aufgebracht, wobei die zweite Beschichtung nicht vor dem Auftreffen der Tropfen vollständig ausgehärtet wird, wobei die Beschichtung nach dem Auftreffen der Tropfen so ausgehärtet wird, dass die Tropfen an der Beschichtung anhaften.

[0100] Generell, ohne Beschränkung auf das dargestellte Ausführungsbeispiel ist es günstig, wenn die Dicke der Teilschicht 13 so gewählt wird, dass diese geringer ist, als der Durchmesser der Partikel, um zu vermeiden, dass die Partikel vollständig in die Teilschicht 13 einsinken. Der Durchmesser D der Partikel ergibt sich dabei gemäß der Beziehung

$$D = 2\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

aus dem Volumen V der Partikel. So weist beispielsweise ein Partikel mit einem Volumen von 6 Picolitern einen Durchmesser von 22,5 µm auf. Gegebenenfalls kann aber die Schichtdicke der Teilschicht 13 auch größer gewählt werden, wenn ein Einsinken der Partikel 7 nicht erfolgt.

[0101] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsge-
mäß beschichteten Substrates, bei welcher die raue
Beschichtung 8 in Teilbereichen mehrere Teilschicht-
ten aufweist. Hierdurch können auf dem Substrat
dreidimensionale Strukturen abgebildet werden,
beziehungsweise die Schichtdicke der rauen Schicht
kann größer sein als der Durchmesser der Partikel 7.

[0102] In Fig. 6 ist eine weitere Ausführungsform
eines Substrates 5 mit einer rauen Beschichtung 8
schematisch dargestellt. In dieser Ausführungsform
weisen die Partikel 7 der rauen Beschichtung 8 Teil-
bereiche 71 und 72 mit unterschiedlichen Här-
tungsgraden auf. Der Härteungsgrad im oberflächen-
nahen Teilbereich 71 ist hierbei höher als der
Härteungsgrad im inneren Teilbereich 72. Der äußere
Teilbereich 71 bildet somit die feste Hülle der Partikel
7 und verleiht ihnen Formstabilität, während der
innere Teilbereich 72 der Partikel eine geringe Visko-
sität aufweist. Eine derartige Beschichtung kann
auch als drucksensitive Klebstoffschicht dienen,
wenn der innere Teilbereich 72 für eine Verklebung
geeignet ist und die Partikel 7 unter mechanischem
Druck das Fluid in deren Inneren freisetzen.

[0103] In Fig. 7 ist eine weitere Ausführungsform
eines Substrates 5 mit einer rauen Beschichtung 8
schematisch dargestellt. In dieser Ausführungsform
weisen die Partikel 7 der rauen Beschichtung 8 Teil-
bereich 71 und 72 mit unterschiedlichen Härteungs-
graden auf. Der Härteungsgrad im oberflächennahe
Teilbereich 71 ist hierbei niedriger als der Härteungs-
grad im inneren Teilbereich 72. Der äußere Teilbe-
reich 71 der Partikel 7 verleiht ihnen eine Klebrigkeit,
während der innere Teilbereich 72 der Partikel eine
höhere Viskosität aufweist.

[0104] Fig. 8 zeigt eine Weiterbildung der Erfindung,
bei der das Substrat 5 mit einer Beschichtung 15
beschichtet ist. Die Beschichtung 15 weist zwei Teil-
schichten 13 und 8 auf, wobei die Teilschicht 13 zwi-
schen der rauen Teilschicht 8 und dem Substrat 5
angeordnet ist und die Teilschicht 8 teilweise in die
Teilschicht 13 eingebettet ist. Fig. 8 stellt damit
eine Variante der in Fig. 5 gezeigten Ausführungs-
form dar, bei welcher die Partikel 7 in die zuvor auf-
gebrachte Teilschicht 13 teilweise eingesunken sind.
Eine Anwendung der Ausführungsformen gemäß
den Fig. 3 bis Fig. 8 kann dabei auch die Herstellung
von Reflektorschichten sein. Die Reflektorschicht
wird dabei durch die im wesentlichen kugelförmigen
Partikel gebildet. Wird bei der in Fig. 8 gezeigten
Ausführungsform die Teilschicht 13 lichtreflektierend
ausgebildet, wird eine hoch effiziente Reflektor-
schicht erzeugt.

[0105] Fig. 9 zeigt eine Weiterbildung der Erfindung,
bei dem das Substrat 5 eine Beschichtung 16 auf-
weist, deren Oberfläche Partikel 7 aufweist, die in

ihrem zentralen Bereich ebenfalls kugelförmig oder
allgemeiner konvex gewölbt sind, wobei der Über-
gang von den Partikeln 7 zu ebenen Bereichen der
Beschichtungs Oberfläche konkav geformt sind. Die
Partikel sind also mit anderen Worten mit der
Beschichtung teilweise verlaufen. Ohne Beschrän-
kung auf das spezielle Ausführungsbeispiel kann
eine solche Beschichtung hergestellt werden, indem
die Tröpfchen nur teilweise während des Flugs aus-
gehärtet werden und auf eine nicht oder nur teilweise
ausgehärtete Beschichtung treffen. Der Randwinkel
der Tropfen kann durch unterschiedliche Oberflä-
chenspannungen von Tropfen und Oberfläche beein-
flusst werden. Je nach Oberflächenspannung der
beteiligten Materialien können die Partikel 7 dabei
auch vollständig von der Beschichtung umschlossen
oder bedeckt werden. Eine solche Form der Partikel
7 auf der Oberfläche kann auch bei der in Fig. 8
gezeigten Ausführungsform erzielt werden, wenn
auf Grund der Unterschiede der Oberflächenspan-
nung der Materialien der Partikel 7 und der Teil-
schicht 13 das Beschichtungsmaterial der Teilschicht
13 die Partikel 7 benetzt.

[0106] Die Partikel und die Beschichtung werden
dann zusammen vollständig ausgehärtet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von rauen, polymere-
ren Beschichtungen auf einem bedruckten oder
bedruckbarem Substrat mittels Ink-Jet-Druck durch
Herstellung von Polymerpartikeln, bei welchem
unter Ansprechen auf elektrische Signale mittels
eines Ink-Jet-Druckkopfs mit zumindest einer Düse
eine erste fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit
Ink-Jet-Düsen, umfassend mindestens einen Vertre-
ter aus der Gruppe der Präpolymere und/oder Oligo-
mere oder der Monomere und/oder Reaktivverdün-
ner sowie mindestens einen Photoinitiator, wobei
der Vertreter aus der ersten Verbindungsklasse
zumindest eine erste polymerisierbare Gruppe auf-
weist, die radikalisch polymerisierbar ist, in Form
von Tropfen aus der Düse ausgestoßen und mittels
einer Strahlungsquelle Strahlung auf die im Flug
befindlichen Tropfen gerichtet wird, wobei die fluide
Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen
unter Einwirkung der Strahlung zumindest teilweise
aushärtet, so dass vor dem Auffangen oder Auftref-
fen auf ein bedrucktes oder bedruckbares Substrat
aus den fluiden Tropfen polymere, kugelförmige
oder weitgehend kugelförmig ausgebildete Partikel
erhalten werden und wobei zwischen dem Substrat
und dieser ersten, rauen Beschichtung eine zweite
polymere Beschichtung aufgebracht wird, an wel-
cher die Partikel anhaften, wobei das Verfahren die
folgenden Schritte aufweist:

a) Bereitstellen des Substrates und der fluiden
Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen,
wobei das bereitgestellte Substrat eine fluide, härt-

bare Beschichtung als zweite Beschichtung aufweist, enthaltend ein drittes Präpolymer und/oder ein drittes Monomer mit einer dritten polymerisierbaren Gruppe,

b) dosiertes Austreten der fluiden Zubereitung zur Verwendung mit Ink-Jet-Düsen durch den Druckkopf, wobei der Druckkopf die fluide Zubereitung zur Verwendung mit Ink-Jet-Düsen als voneinander getrennte Tropfen freisetzt und

c) Fallen der freigesetzten Tropfen vom Druckkopf auf das vom Druckkopf beabstandete Substrat für die Dauer der Flugzeit, wobei die Tropfen innerhalb der Flugzeit durch Strahlung zumindest teilweise gehärtet werden, indem mittels der Strahlungsquelle die Strahlung in den Bereich zwischen dem Druckkopf und dem Substrat eingestrahlt wird, und

d) Auftreffen als zumindest teilweise ausgehärtete polymere, kugelförmige oder weitgehend kugelförmig ausgebildete Partikel auf das Substrat, wobei die erste, raue Beschichtung gebildet wird, wobei die zweite Beschichtung mit dem dritten Präpolymer oder Monomer nicht vor dem Auftreffen der Tropfen vollständig ausgehärtet wird, so dass die Tropfen an der zweiten Beschichtung anhaften.

2. Verfahren gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei eine Strahlungsquelle verwendet wird, die Licht im UV-VIS-Bereich aussendet.

3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Beschichtung lateral strukturiert aufgebracht wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Monomer in der fluiden Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen zusätzlich zumindest eine zweite polymerisierbare Gruppe aufweist oder die fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen ein zweites Präpolymer und/oder ein zweites Monomer mit einer zweiten polymerisierbaren Gruppe aufweist, wobei die zweite polymerisierbare Gruppe gegenüber den Polymerisierungsbedingungen der ersten polymerisierbaren Gruppe inert oder weitgehend inert ist, wobei während des Fluges die erste polymerisierbare Gruppe polymerisiert und die zweite polymerisierbare Gruppe in einem nachfolgenden Verfahrensschritt polymerisiert wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Flugzeit maximal 10 ms beträgt.

6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die in Schritt b) gebildeten Tropfen eine Geschwindigkeit von 0,5 bis 14 m/s aufweisen.

7. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die dritte polymerisierbare

Gruppe in Schritt c) oder in einem dem Schritt d) nachfolgenden Schritt e) polymerisiert wird.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei die zweite und die dritte polymerisierbare Gruppe e) gleichzeitig polymerisiert werden.

9. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schritte c) und d) auf Teilbereichen des beschichteten Substrates wiederholt werden, so dass eine dreidimensional strukturierte Beschichtung erhalten wird.

10. Druckerzeugnis, hergestellt nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend ein bedrucktes oder bedruckbares Substrat mit einer ersten, rauen, polymeren Beschichtung, wobei die erste Beschichtung durch polymere, kugelförmige oder weitgehend kugelförmig ausgebildete Partikel gebildet wird, und wobei zwischen dem Substrat und der ersten, rauen Beschichtung eine zweite polymere Beschichtung aufgebracht ist, an welcher die Partikel anhaften.

11. Druckerzeugnis gemäß Anspruch 10, wobei die polymeren Partikel ein durchschnittliches Volumen von 0,01 bis 500 Picolitern aufweisen.

12. Druckerzeugnis gemäß Anspruch 10 oder 11, wobei die polymeren Partikel untereinander vernetzt sind.

13. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die polymeren Partikel Farbmittel, Farbpigmente, Farbstoffe und/oder Metallurpigmente enthalten.

14. Druckerzeugnis gemäß Anspruch 13, wobei bereichsweise unterschiedliche polymere Partikel unterschiedliche Pigmente enthalten.

15. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die polymeren Partikel bereichsweise magnetische und/oder leitfähige Partikel enthalten.

16. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die Oberfläche der ersten, rauen Beschichtung polymere Partikel (7) aufweist, die in ihrem zentralen Bereich kugelförmig sind, wobei der Übergang von den polymeren Partikeln (7) zu ebenen Bereichen der Beschichtungsoberfläche konkav geformt ist.

17. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei die erste und die zweite Beschichtung an der Grenzfläche miteinander zumindest teilweise vernetzt sind.

18. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei die polymeren Partikel der ersten, rauen Beschichtung eine Oberflächenfunktionalisierung, bevorzugt eine Oberflächenfunktionalisierung durch hydrophile oder hydrophobe Gruppen aufweisen und/oder Ankergruppen enthält.

19. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei die polymeren Partikel der ersten, rauen Beschichtung untereinander vernetzt sind.

20. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 18, wobei die erste, raue Beschichtung abhängig von der Flächendichte der Partikel und/oder der Partikelgröße bereichsweise Matteffekte, Glanzeffekte und/oder haptische Effekte, aufweist.

21. Druckerzeugnis gemäß Anspruch 20, wobei der haptische Effekt ein Soft-Touch-Effekt oder ein Sandlack-Effekt ist.

22. Druckerzeugnis gemäß einem der Ansprüche 10 bis 21, wobei die erste und/oder die zweite Beschichtung bereichsweise unterschiedliche Schichtdicken aufweist.

23. Vorrichtung zur Herstellung eines Druckerzeugnisses gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 10 bis 22, umfassend eine Vorrichtung zur Herstellung einer ersten, rauen Beschichtung auf einem bedruckten oder bedruckbaren Substrat mittels Ink-Jet-Druck mit einem Druckkopf sowie zumindest einer Lichtquelle, wobei der Druckkopf eingerichtet ist, eine fluide Zubereitung zur Verarbeitung mit Ink-Jet-Düsen als Tropfen abzugeben und die Lichtquelle so positioniert ist, dass die Tropfen vor dem Auftreffen auf dem vom Druckkopf beabstandeten Substrat zumindest teilweise durch von der Lichtquelle abgestrahltes Licht gehärtet werden, und **gekennzeichnet durch** eine Beschichtungseinrichtung zum Aufbringen einer zweiten, fluiden und härtbaren Beschichtung, sowie einer Transporteinrichtung zum Vorbewegen des Substrats an der Beschichtungseinrichtung und dem Druckkopf, so dass die vom Druckkopf ausgestoßenen und zumindest teilweise gehärteten Tropfen auf die mit der Beschichtungseinrichtung aufgebrauchte zweite Beschichtung treffen, sowie eine zweite Lichtquelle zum Härten der zweiten Beschichtung mit den aufgebrauchten Tropfen.

24. Vorrichtung gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei der Abstand vom Druckkopf zum Substrat 1 bis 5 mm beträgt.

25. Vorrichtung gemäß Anspruch 23 oder 24, wobei der Druckkopf Tropfen mit einem Volumen im Bereich von 0,01 bis 500 Picoliter erzeugt.

26. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 23 bis 25, wobei die Vorrichtung mehrere Lichtquellen umfasst.

27. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 23 bis 26, wobei die Vorrichtung zumindest eine UV-Lichtquelle, eine UV-VIS-Lichtquelle, eine Laser- und/oder eine LED-Lichtquelle umfasst.

28. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 23 bis 27, **gekennzeichnet durch** eine Lichtquelle, welche Licht quer zur Flugrichtung der Tropfen abgibt.

29. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 23 bis 28, wobei zumindest eine Lichtquelle Lichtleitfasern umfasst, deren Lichtaustrittsenden so angeordnet sind, dass das austretende Licht in den Bereich zwischen Druckkopf und Substrat eingestrahlt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

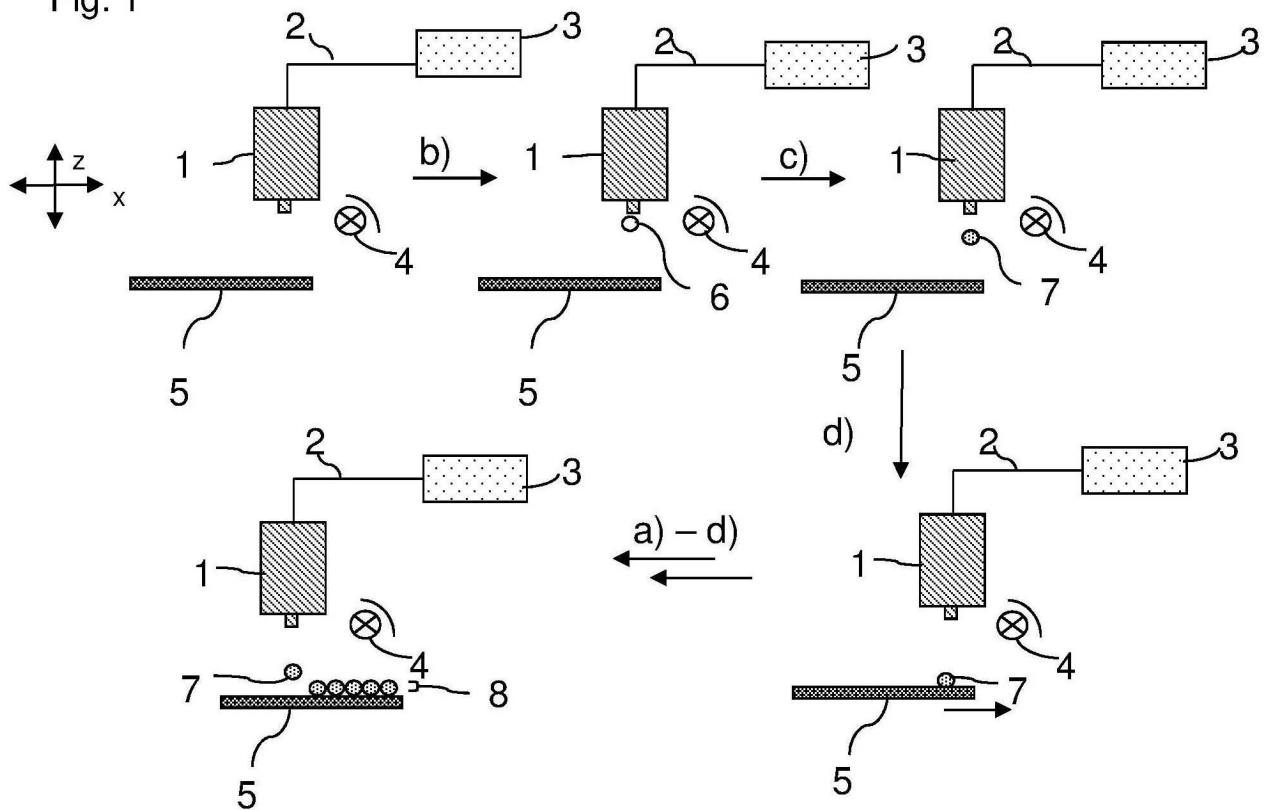


Fig. 2

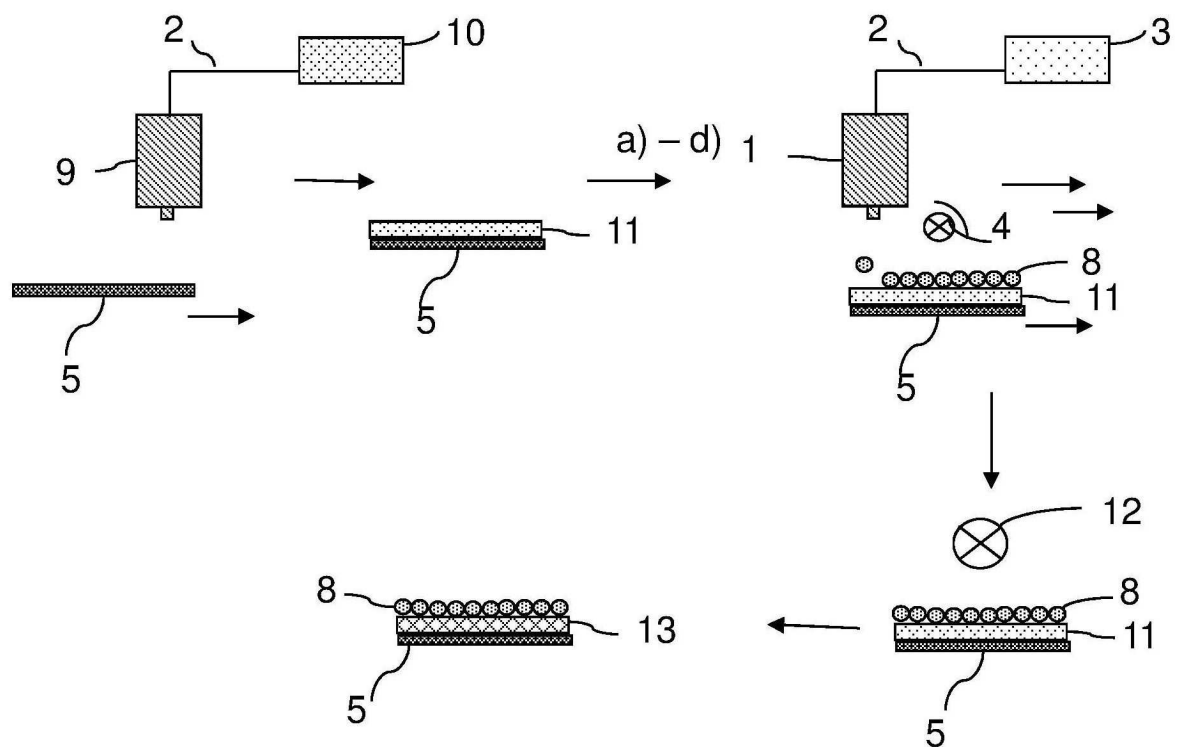


Fig. 3

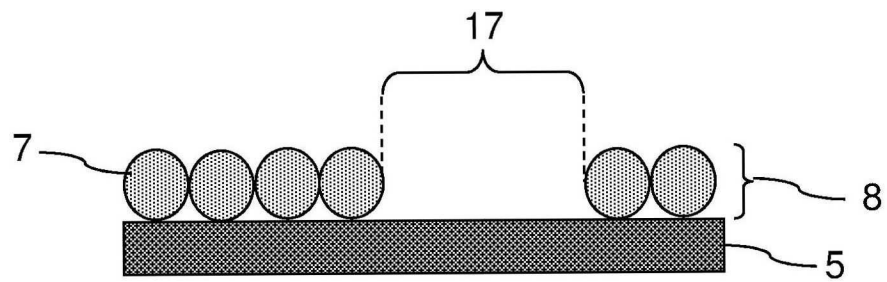


Fig. 4

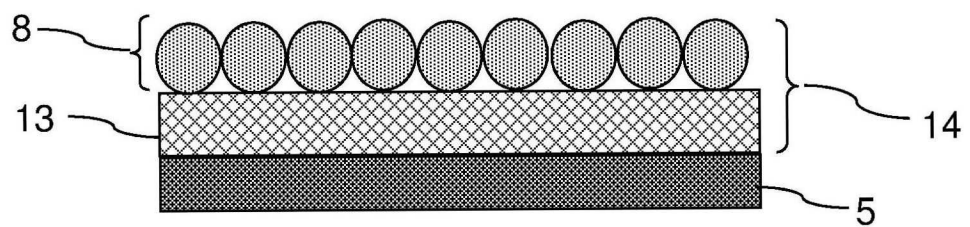


Fig. 5

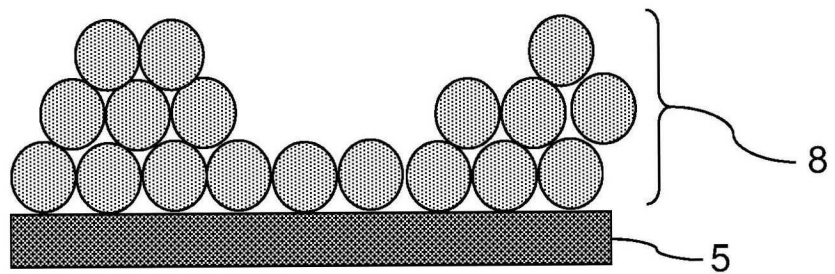


Fig. 6

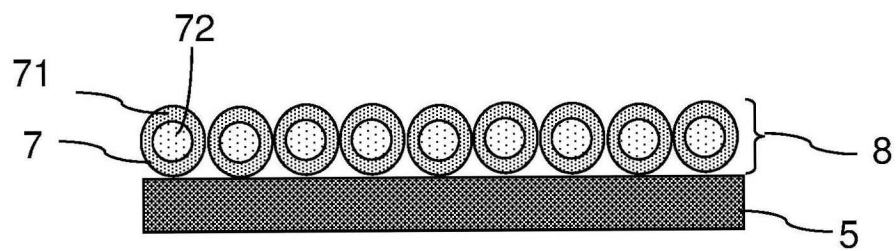


Fig. 7

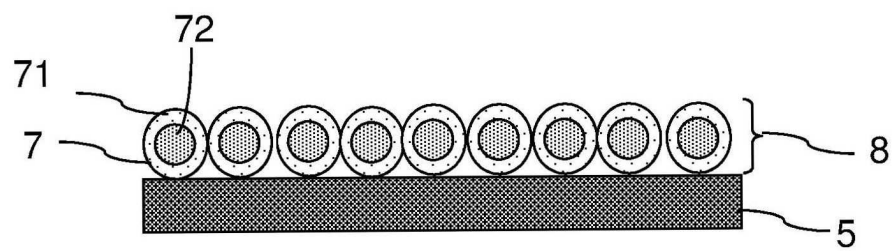


Fig. 8

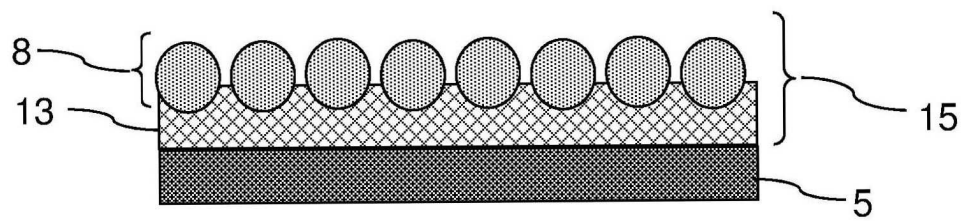


Fig. 9

