



(10) **DE 10 2017 003 662 A1** 2018.10.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 003 662.4**

(22) Anmeldetag: **13.04.2017**

(43) Offenlegungstag: **18.10.2018**

(51) Int Cl.: **B29C 64/205 (2017.01)**

B29C 64/165 (2017.01)

B29C 64/214 (2017.01)

B29C 64/218 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 40/00 (2015.01)

B22F 3/105 (2006.01)

C04B 35/634 (2006.01)

(71) Anmelder:
voxeljet AG, 86316 Friedberg, DE

(72) Erfinder:
Günther, Daniel, 81371 München, DE

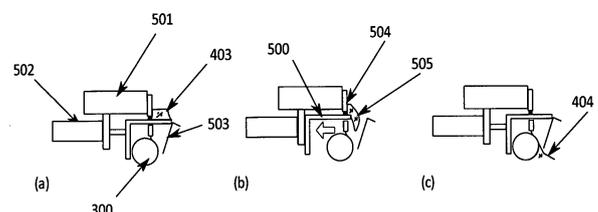
(74) Vertreter:
**Wagner + Helbig Patentanwälte, 80538 München,
DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Beschichtungsvorrichtung mit Schieber und Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Bauteilen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Beschichtungsvorrichtung geeignet für eine 3D-Druckmaschine, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Vorrichtung eine Beschichtungswalze und einen Schieber aufweist sowie ein Verfahren, das diese Beschichtungsvorrichtung einsetzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung ist ein Beschichtersystem zur schichtweisen Herstellung von dreidimensionalen Artikeln mit Beschichtungswalze und einem Schieber zur Vorlage des Partikelmaterials sowie ein Verfahren zum Herstellen von dreidimensionalen Bauteilen.

[0002] In der europäischen Patentschrift EP 0 431 924 B1 wird ein Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Objekte aus Computerdaten beschrieben. Dabei wird ein Partikelmaterial in einer dünnen Schicht auf eine Plattform aufgetragen und dieses selektiv mittels eines Druckkopfes mit einem Bindermaterial bedruckt. Der mit dem Binder bedruckte Partikelbereich verklebt und verfestigt sich unter dem Einfluss des Binders und gegebenenfalls eines zusätzlichen Härterers. Anschließend wird die Plattform um eine Schichtdicke in einen Bauzylinder abgesenkt und mit einer neuen Schicht Partikelmaterial versehen, die ebenfalls, wie oben beschrieben, bedruckt wird. Diese Schritte werden wiederholt, bis eine gewisse, erwünschte Höhe des Objektes erreicht ist. Aus den bedruckten und verfestigten Bereichen entsteht so ein dreidimensionales Objekt.

[0003] Dieses aus verfestigtem Partikelmaterial hergestellte Objekt ist nach seiner Fertigstellung in losem Partikelmaterial eingebettet und wird anschließend davon befreit. Dies erfolgt beispielsweise mittels eines Saugers. Übrig bleiben danach die gewünschten Objekte, die dann von Pulveranhaftungen z.B. durch händisches Abbürsten oder Sandstrahlen befreit werden.

[0004] Die Bauteile liegen üblicherweise nach dem Drucken in einem Baubehälter vor. Dieser Baubehälter stellt meist ein quaderförmiges Volumen dar. Dieses Volumen wird mit den verschiedensten Geometrien beladen, um die Maschine gut auszulasten.

[0005] Das 3D-Drucken auf Basis pulverförmiger Werkstoffe und Eintrag flüssiger Binder ist unter den Schichtbautechniken das schnellste Verfahren.

[0006] Mit diesem Verfahren lassen sich verschiedene Partikelmaterialien, dazu zählen - nicht erschöpfend - natürliche biologische Rohstoffe, polymere Kunststoffe, Metalle, Keramiken und Sande, verarbeiten.

[0007] Als Bindesystem kann z.B. ein Feststoff im Partikelmaterial dienen. Dieser wird durch ein aus dem Tintenstrahl Druckkopf ausgestoßenes Lösemittel in Lösung gebracht. Nach dem Verflüchtigen des Lösemittels haften die Partikel an den gewünschten Stellen zusammen. Das Bauteil kann aus dem restlichen losen Pulver nach einer gewissen Wartezeit aus dem Baubehälter entnommen werden. Diese Wartezeit ist im Allgemeinen lang, da das Lösemittel von

dem gelöstem Material nur langsam wieder freigegeben wird. Dabei sind oft die Bauteile nach dem Entpacken schwach und können plastisch verformt werden. Die Verflüchtigung des Lösemittels erzeugt eine gewisse Anhaftung am Bauteil, die nach dem Entpacken in Handarbeit entfernt werden muss. Das Lösemittel kann den Druckkopf zusätzlich angreifen. Zudem bedingt der Löseprozess mit anschließendem Wiederverfestigen Schwund im Bauteil und damit Geometrieabweichungen.

[0008] Ein Lösemittel kann ebenso mit Molekülen oder Partikeln beladen werden und zum Einsatz kommen. Dadurch kann der Schwund gesenkt werden. Ebenso kann die Aggressivität des Lösemittels bei gleicher Bauteilfestigkeit herabgesetzt werden. Das Lösemittel muss aber vor dem Entpacken vollständig entfernt werden, und die Problematik mit Anhaftungen ist auch hier gegeben.

[0009] Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung eines Systems, das chemisch zu einer Verfestigung der eingedruckten Flüssigkeit führt und dadurch die Bindung der Partikel realisiert. Dabei werden die Komponenten des Systems nach Möglichkeit getrennt im System vorgehalten. Erst beim Druckprozess kommt es zu der gewünschten Verfestigungsreaktion. Ein Beispiel für ein solches System kann ein als Kaltharzprozess bekanntes Verfahren sein. Dabei wird ein mit Säure umhüllter Sand mit Furfurylalkohol in Kontakt gebracht. Dadurch kommt es zu einer chemischen Reaktion, die die vormals flüssigen Komponenten in einen vernetzten Kunststoff übergehen lassen.

[0010] Drucker des Stands der Technik weisen zum Teil Baubehälter auf, die aus der Anlage entnehmbar sind. Diese dienen als Begrenzung für das Pulver und stabilisieren so den Bauprozess. Durch das Wechseln des Baubehälters können Prozessschritte parallelisiert werden und die Anlage kann somit gut ausgelastet werden. Ebenso gibt es Anlagen, bei denen auf eine Plattform gedruckt wird, die wie die Baubehälter aus der Anlage entnommen werden kann. Auch sind Verfahren bekannt, bei denen auf ein durchgehendes Förderband in einem bestimmten Winkel gedruckt wird.

[0011] Für den Beschichtungsvorgang sind verschiedene Mechanismen bekannt.

[0012] Die Schrift US 5,387,380 offenbart eine Vorrichtung, bei der das Partikelmaterial von einer Walze über dem Baufeld glattgestrichen wird. Dazu wird über einen Mechanismus, der der Technik der eigentlichen Bauplattform entspricht, eine definierte Menge von Pulver in Bewegungsrichtung vor dem Beschichter angehoben, so dass der Beschichter das Partikelmaterial bei seiner Fahrt erfasst und vor sich her schiebt. Durch eine Rotation der Walze wird

das Partikelmaterial aus dem Spalt zwischen Walze und Baufeld herausgefördert, so dass unkontrollierte Kompressionen verhindert werden. Der Pulvervorlagemechanismus ist dabei eine aufwändige Konstruktion und muss vor dem eigentlichen Baufeld des Druckers angeordnet werden. Dies schränkt die Freiheiten bei der Konstruktion des Druckers stark ein und lässt die Konstruktion unnötig groß ausfallen.

[0013] Ebenso sind Vorrichtungen bekannt, bei der der Beschichter das Pulver mit sich führt. Dabei wird eine Menge bevorratet, die wesentlich größer als das Volumen einer Schicht ist. Während des Beschichtungsvorganges wird das Pulver zum Beschichten abgegeben. Die Dosierung wird oft über Vibrationen geschaltet. Typisch für Anordnungen ist die Verwendung einer stehenden Klinge, die die Schicht auf dem Baufeld glattstreicht. Die Schrift DE 10117875 C1 offenbart eine solche Anordnung.

[0014] Die beanspruchte Erfindung wird in den oben zitierten Schriften des Standes der Technik weder offenbart noch nahe gelegt.

[0015] Nachteilig bei einer solchen Konstruktion ist eine starke Abhängigkeit der Zuverlässigkeit von den Pulverfließeigenschaften. Bei freifließenden Pulvern sind keine Einschränkungen gegeben. Stark kohäsive Pulver sind aber schlechter zu dosieren und reagieren mit stark eingeschränktem Fließen auf Vibrationen. Nachteilig kann auch eine zu geringe oder zu große Menge an Overfeed sein, da dadurch die Güte des Beschichtungsvorganges vermindert werden kann, was sich negativ auf die Qualität der Endprodukte auswirken kann.

[0016] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es somit eine für den 3D-Druck geeignete Beschichtereinheit oder/und Dosiereinheit bereit zu stellen, die es ermöglicht, das Partikelmaterial mit wenig Abweichungen dosieren zu können.

[0017] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es den Overfeed im Verhältnis zu der aufzutragenden Schicht definiert einstellen zu können.

[0018] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es die dosierte Partikelmenge über das gesamte Druckverfahren im Wesentlichen konstant bzw. mit tolerierbaren Abweichungen auftragen zu können.

[0019] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es die Nachteile des Standes der Technik zu vermindern oder im Wesentlichen ganz zu vermeiden.

Kurze Zusammenfassung der Offenbarung

[0020] In einem Aspekt betrifft die Offenbarung einen Beschichter mit einer Walze und einem Schiebermechanismus.

[0021] In einem Aspekt betrifft die Offenbarung eine Vorrichtung zur Verwendung in einem Gerät zur schichtweisen Produktion von dreidimensionalen Artikeln (Bauteilen). Diese Vorrichtung wird zur Erzeugung glatter Schichten genutzt. Die Vorrichtung weist eine Beschichtungswalze und einen mitgeführten Schiebermechanismus auf, der derart ausgeführt ist, dass zu Beginn einer Beschichtungsfahrt eine definierte Menge Partikelmaterial vor die Walze gegeben werden kann.

[0022] In einem Aspekt betrifft die Offenbarung ein Verfahren zum 3D-Druck, wobei ein Beschichter mit Schieber und dosierbarer Abgabe von Partikelmaterial verwendet wird.

Figurenliste

Fig. 1: Darstellung eines konventionellen 3D-Druckprozesses gemäß dem Stand der Technik. Darstellung geschnitten im Schrägriss.

Fig. 2: Schematische Darstellung der Prozessschritte des 3D-Druckens.

Fig. 3: Schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Beschichtungsvorganges

Fig. 4: Schematische Darstellung des Ablaufs bei Einsatz der Erfindungsgemäßen Vorrichtung

Fig. 5: Schnittdarstellung einer beispielhaften Ausführung der Erfindung

Ausführliche Beschreibung

[0023] Im Folgenden werden einige Begriffe näher definiert. Andernfalls sind für die verwendeten Begriffe die dem Fachmann bekannten Bedeutungen zu verstehen.

[0024] Im Sinne der Erfindung sind „Schichtbauverfahren“ bzw. „3D-Druckverfahren“ alle aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, die den Aufbau von Bauteilen in dreidimensionalen Formen ermöglichen und mit den beschriebenen Verfahrenskomponenten und Vorrichtungen kompatibel sind.

[0025] „Formkörper“ oder „Bauteil“ im Sinne der Erfindung sind alle mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens oder/und der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellten, dreidimensionalen Objekte, die eine Formfestigkeit aufweisen.

[0026] „Baufeld“ ist die Ebene oder in erweitertem Sinn der geometrische Ort, auf dem oder in dem die Partikelmaterialschtung während des Bauprozesses durch wiederholtes Beschichten mit Partikelmaterial wächst. Häufig wird das Baufeld durch einen Boden, die „Bauplatzform“, durch Wände und eine offene Deckfläche, die Bauebene, begrenzt.

[0027] Der Prozess „Drucken“ bezeichnet die Zusammenfassung der Vorgänge Beschichten, Bedrucken und Arbeitshöhe verstellen und findet erfindungsgemäß in einem offenen oder geschlossenen Prozessraum statt.

[0028] „Verfahrachse“ ist bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Achse, die Vorrichtungselemente trägt, über den Baufeldwerkzeugen angeordnet ist und einen gegenüber den anderen Achsen im System weiten Verfahrweg aufweist.

[0029] „Ausstreichen“ bedeutet gemäß der vorliegenden Erfindung das Verteilen und Glätten des Partikelmaterials. Dabei wird an der Startposition einer Beschichtungsfahrt eine definierte Pulvermenge vorgelegt und durch eine rotierende Walze in das Schichtvolumen verteilt oder ausgestrichen.

[0030] Als „Partikelmaterial“ oder „Pulver“ können alle für den 3D-Druck bekannten, fließfähigen Materialien verwendet werden, insbesondere in Pulverform, als Schlacke oder als Flüssigkeit. Dies können beispielsweise Sande, Keramikpulver, Glaspulver, und andere Pulver aus anorganischen Materialien, Metallpulver, Kunststoffe, Holzpartikel, Faserwerkstoffe, Cellulosen oder/und Laktosepulver sowie andere Arten von organischen, pulverförmigen Materialien sein. Das Partikelmaterial ist vorzugsweise ein trocken frei fließendes Pulver, aber auch ein kohäsives schnittfestes Pulver kann verwendet werden. Diese Kohäsivität kann sich auch durch Beimengung eines Bindermaterials oder eines Hilfsmaterials ergeben.

[0031] Die „Überschussmenge“ oder „Overfeed“ ist dabei die Menge an Partikelmaterial, die bei der Beschichtungsfahrt am Ende des Baufeldes vor dem Beschichter hergeschoben wird.

[0032] „Beschichter“ oder „Recoater“ ist die Einheit, mittels derer das Partikelmaterial in bzw. auf das Baufeld aufgebracht wird. Erfindungsgemäß ist dieser Beschichter als rotierende Walze ausgeführt, die in einer gegenläufigen Bewegung über das Baufeld geführt wird.

[0033] Der „Baubehälter“ ist eine in der Vorrichtung fest verbaute oder entnehmbare Vorrichtung, die das während des Aufbauprozesses ausgebrachte Baumaterial aufnimmt und die ein Herausströmen in die Produktionseinrichtung verhindert. Der Baubehälter muss im einfachsten Fall keine Wände aufweisen und das Pulver läuft sich auf einer Platte aus.

[0034] Der „Druckkopf“ setzt sich üblicherweise aus verschiedenen Komponenten zusammen. Unter anderem sind das die Druckmodule. Diese sind relativ zum Druckkopf ausgerichtet. Der Druckkopf ist relativ zur Maschine ausgerichtet. Damit kann die Lage

einer Düse dem Maschinenkoordinatensystem zugeordnet werden.

[0035] „Boxvolumen“ eines Bauteils ist das Volumen des kleinsten Quaders, in das das Bauteil gebracht werden kann, ohne dass eine Fläche des Quaders vom Bauteil durchdrungen wird.

[0036] Unter „Binder-Jetting - Schichtbauverfahren“ ist zu verstehen, dass schichtweise Pulver auf eine Bauplattform aufgebracht wird, jeweils die Querschnitte des Bauteils auf dieser Pulverschicht mit einem flüssigen Binder bedruckt werden, die Lage der Bauplattform um eine Schichtstärke zur letzten Position geändert wird und diese Schritte solange wiederholt werden, bis das Bauteil fertig ist.

[0037] „Schiebermechanismus“ oder „Schieber“ im Sinne der Offenbarung ist z.B. eine ebene Platte, auf die die definierte Partikelmaterialmenge abgelegt wird und von der dann vor jedem Beschichtungsvorgang die definierte Partikelmaterialmenge vor die Beschichterwalze verschoben wird.

[0038] Im Sinne der Offenbarung ist eine „definierte Menge Partikelmaterial“, die mittels Schieber und Nachfüller vorgelegt wird und dann vor der Beschichterwalze abgelegt wird; diese Menge umfasst das Volumen der aufzubringenden Schicht und den Overfeed. Eine definierte Partikelmaterialmenge kann in ihrer Konstanz und definierten Menge dadurch erhalten werden, dass ein Nachfüller (ein Partikelreservoir mit Verschluss) in einem definierten Abstand zum Schieber über diesen verfahren wird und der Abstand zwischen Unterkante Nachfüller und Oberkante Schieber sowie der Durchmesser oder die Fläche des Nachfüllers das abzugebende Volumen des Partikelmaterial definiert. Da der Abstand nur sehr gering ist, wird der Schüttwinkel des Partikelmaterials an den Rändern nur zu einer sehr geringen Abweichung oder Varianz führen. Die definierte Menge Partikelmaterial wird somit sehr konstant sein. Die für eine Partikelschicht nötige Menge und der gewünschte Overfeed können auch leicht über die Masse der Maschine ausgerechnet werden, was jedem Fachmann geläufig ist. Er muss dann nur bestimmen wieviel Overfeed aufgetragen werden sollen, um die Gesamtmenge der Dosierung zu bestimmen und entsprechend den Abstand des Nachfüllers zum Schieber zu definieren und einzustellen.

[0039] „Overfeed“ im Sinne der Offenbarung ist der Anteil des Partikelmaterials, das nicht für die Erstellung der Partikelschicht benötigt wird und am Ende jeder Beschichtungsüberfahrt des Beschichters in einen dafür vorgesehenen Bereich oder Behälter verschoben wird. Der Overfeed ist für eine qualitativ hochwertige Beschichtung wichtig. Ein zu geringer Overfeed führt dazu, dass am Ende der Beschichtungsfahrt die Partikelschicht nur unvollständig aus-

geführt ist und es im nächsten Arbeitsschritt der selektiven Verfestigung zu Ungenauigkeiten kommt, da Partikelmaterial zum Verfestigen fehlt. Wird der Overfeed zu groß gewählt, erhält man eine zu große Pulverwalze, die vor der Beschichterwalze nicht befriedigend abrollt und dadurch zu einer fehlerhaften Beschichtung und z.B. Unebenheiten und Ungenauigkeiten der Partikelschicht führt. Vorteilhaft ist ein Overfeed von 10 bis 40% zusätzlich zu dem Schichtvolumen oder 10 bis 30% oder 10 bis 20%.

[0040] Verschiedene Aspekte der Erfindung werden im Folgenden beschrieben:

Fig. 1 gibt einen 3D-Drucker gemäß dem Stand der Technik wieder. Der 3D-Drucker weist die Vorrichtungsteile Druckkopf (**100**), Beschichter (**101**) und eine Bauplattform (**102**) zur Zustellung einzelner Schichten (**107**) auf. Der Pulverkuchen wächst in einem Baubehälter (**104**) während des Prozesses. Das Ergebnis ist ein dreidimensionales Bauteil (**113**), das aus dem losen, das Bauteil umgebenden Pulver entpackt werden kann.

[0041] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen Pulverbeschichter (**101**) auf. Mit diesem wird Partikelmaterial auf eine Bauplattform (**102**) aufgebracht und geglättet (**Fig. 2(a)**). Das aufgebrachte Partikelmaterial kann aus verschiedensten Materialien bestehen. Beispielsweise können Sande, Keramikpulver, Metallpulver, Kunststoff, Holzpartikel, Faserwerkstoff, Cellulosen, Lactosepulver usw. verwendet werden. Die Fließeigenschaften dieser Materialien können stark unterschiedlich ausfallen. Verschiedene Beschichtertechniken lassen die Schichtbildung von trockenen, frei fließenden Pulvern über kohäsive schnittfeste Pulver bis hin zu flüssigkeitsbasierten Dispersionen zu. Die Höhe der Pulverschichten (**107**) wird durch die Bauplattform (**102**) bestimmt. Sie wird nach dem Aufbringen einer Schicht abgesenkt. Beim nächsten Beschichtungsvorgang wird das entstandene Volumen verfüllt und der Überstand glattgestrichen. Das Ergebnis ist eine nahezu perfekt parallele und glatte Schicht definierter Höhe.

[0042] Nach einem Beschichtungsprozess wird die Schicht mittels eines Tintenstrahldruckkopfes (**100**) mit einer Flüssigkeit bedruckt (**Fig. 1 (105)**, **Fig. 2(b)**). Das Druckbild entspricht dem Schnitt durch das Bauteil in der aktuellen Bauhöhe der Vorrichtung. Die Tropfen der Flüssigkeit (**109**) treffen auf das Partikelmaterial und die Flüssigkeit diffundiert langsam in das Pulver hinein.

[0043] Die so erzeugte neue Schicht wird dann um eine Schichtstärke abgesenkt. Daraufhin beginnt der Prozess der Schichterzeugung von vorne und er wird solange wiederholt, bis die gewünschte Bauhöhe erreicht ist und somit die gewünschten Teile fertiggestellt sind.

[0044] Nach dem Bauprozess liegt das Bauteil im Pulver eingebettet vor. Je nach Vorrichtung ist der Baubehälter, in dem das Bauteil liegt, fester Bestandteil der Druckanlage, oder er ist herausnehmbar.

[0045] Ein herausnehmbarer Behälter hat den Vorteil, dass der Entpackvorgang des Bauteils nicht in der Druckanlage stattfinden muss. Somit kann, bei einer dem Produktionsprozess angepassten Anzahl von Baubehältern, eine sehr gute Auslastung der Druckanlage erzielt werden.

[0046] Ziel des Beschichtungsvorganges ist eine möglichst glatte homogene Schicht, die im anschließenden Schritt vom Druckkopf bedruckt werden kann und homogene Bauteileigenschaften ermöglicht.

[0047] Das Ergebnis des Beschichtungsvorgang hängt dabei entscheidend vom eingesetzten Pulver ab. Hierbei sind für den Vorgang im Wesentlichen die Fließeigenschaften, die Partikelgröße, die Dichte, die Neigung zu Aufladung oder Agglomeration und die Kompressibilität von Bedeutung.

[0048] Freifließende Pulver, vergleichbar mit Kristallzucker, sind bei der Wahl geeigneter Parameter einfach in dünnen Schichten auszubringen. Da die Kräfte zwischen den Partikeln gering sind, können Volumen einfach geteilt werden und ohne großen Energieaufwand neue Oberflächen erzeugt werden. Solche Pulver können gut mit einer Rakel, auch mit Unterstützung von Vibrationen, glattgestrichen werden.

[0049] Meist weisen solche Pulver eine große Korngröße auf. Deshalb sind sehr dünnen Schichten nicht möglich.

[0050] Kleinere Körner in einem Pulver bringen den Nachteil mit sich, dass zwischen den einzelnen, im Vergleich zu groben Pulvern viel zahlreicheren Partikeln, Kräfte auftreten, die aufsummiert das Pulver schlecht fließend machen und Scherungen nur mit erhöhtem Kraftaufwand möglich machen. Die schlechte Fließeigenschaft zeigt sich besonders beim einfachen Schütten. Mehlartige Partikelmaterialien weisen dabei deutlich geringere Schüttdichten auf als solche, die gut fließen.

[0051] Ziel beim schichtweisen Aufbauen von dreidimensionalen Modellen ist es, das Partikelmaterial prozesssicher zu lagern und durch alle Vorrichtungsteile zu bewegen, um es dann in einer geometrisch sauberen Schicht mit möglichst hoher Dichte unter Erzeugung möglichst geringer Scherkräfte auf das Baufeld aufzubringen.

[0052] Bzgl. der Lagerung bedeutet prozesssicher, dass das Pulver seine Eigenschaften möglichst nicht ändert und dass es durch das an die Lagereinheit

angebrachte Förderelement sicher erfasst werden kann.

[0053] Die Elemente sollen das Pulver dabei möglichst wenig beeinflussen. Eine solche Beeinflussung könnten Kompressionen sein, die im Pulver Agglomerate auftreten lassen. Solche Agglomerate sind wesentlich fester als loses Pulver und bilden beim Beschichtungsvorgang Riefen auf dem Baufeld.

[0054] Eine solche Beeinflussung kann durch massive Kompression oder Vibrationen ausgelöst werden. Dabei kommen die Partikel in so innigen Kontakt, dass sie quasi miteinander verhaken und eine Verbindung eingehen.

[0055] Die Festigkeit des Pulvers ist stark von solchen Einflüssen in der Vorgeschichte abhängig. Positiv wirken Vorgänge wie Sieben oder Lockern auf das Pulver. Dabei werden Partikel getrennt, und Luft wird in das Pulver eingebracht, die das Fließen begünstigt. Negativ wirken Vibrationen in Vorrichtungsteilen, in denen das Pulver nicht abfließen kann sowie massive Kompressionen, beispielsweise durch bewegte Teile der Vorrichtung.

[0056] Jedes Pulver hat dabei eine gewisse Vorgesichte, und ein Grundzustand der Fließeigenschaften und der Agglomerationsneigung kann eigentlich nicht definiert werden. Vielmehr treten die Pulvereigenschaften in einer Bandbreite auf, mit der jeder Teil der Vorrichtung zurecht kommen muss.

[0057] Der Beschichtungsvorgang kann erfindungsgemäß in zwei Grundfunktionen geteilt werden: Vorlegen einer Pulvermenge vor die Walze und Verteilen des Pulvers auf dem Baufeld.

[0058] Das Verteilen von Pulver auf dem Baufeld mit einer gegenläufigen Walze ist Stand der Technik und in der Patentliteratur eingehend beschrieben. Vorteilhaft für das Verteilen ist es, eine möglichst kleine Pulvermenge zu bewegen. Größere Mengen wirken auf Grund der Schwerkraft und auf Grund von starken Bewegungen auf bereits erzeugte Schichten und können beispielsweise Scherkräfte begünstigen, die die Geometrie der dreidimensionalen Formkörper negativ beeinflussen.

[0059] Erfindungsgemäß wird vorteilhafterweise ein Schiebermechanismus zur definierten Dosierung des Partikelmaterials verwendet.

[0060] In einem Aspekt betrifft die Offenbarung eine Beschichtervorrichtung geeignet für eine 3D-Druckmaschine, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Vorrichtung eine Beschichtungswalze und einen Schieber aufweist.

[0061] In einem weiteren Aspekt betrifft die Offenbarung ein Verfahren zum Herstellen von 3D-Formteilen, welches die Schritte umfasst: alle für ein 3D-Druckverfahren erforderlichen Schritte, wobei zu Beginn einer Beschichtungsfahrt eine definierte Menge Partikelmaterial vor die Walze gebracht wird und gegebenenfalls weiteres Partikelmaterial während einer Überfahrt zur Beschichtung vor die Walze gebracht wird.

[0062] Ein Vorteil der Erfindung ist, dass Partikelmaterial ohne es im Wesentlichen zu beeinflussen, in einer definierten Menge schonend vor der Walze (Beschichterwalze) abgelegt werden kann. Dabei kann erfindungsgemäß erreicht werden, dass der Aufbau kompakt ist und nicht unnötig auf die Anlagengröße wirkt. Es werden auch reproduzierbare Verhältnisse erreicht, da die Vorlagemenge von Dosierung zu Dosierung im Wesentlichen gleich ausfällt.

[0063] Erfindungsgemäß wird dazu ein Schiebermechanismus verwendet. Durch eine Befüllereinrichtung wird dabei auf einen Schieber eine Pulvermenge (Partikelmaterial) dosiert. Die Menge der Dosierung wird dadurch begrenzt, dass das Pulver aus den Öffnungen der Befüllereinrichtung sich auf dem Schieber nur begrenzt senkrecht zur Schwerkraftrichtung ausbreitet.

[0064] Der Beschichter mit dem Schiebermechanismus wird nach dem Befüllvorgang an den Start des Baufeldes gebracht. Jetzt wird der Schieber bewegt. Das Pulver wird von einer senkrecht zur Bewegungsrichtung des Schiebers stehenden Wand gehindert, der Bewegung des Schiebers zu folgen, und das Pulver fällt in den sich öffnenden Spalt, den der Schieber freigibt. Führungsbleche können dabei das Pulver vor die Walze leiten und die Bewegung bremsen.

[0065] Der Bewegungsraum des Schiebers und die Höhe des Pulvers durch den Befüllvorgang definieren die Menge des vor die Walze gelangenden Pulvers.

[0066] Die Vorrichtung ermöglicht es, das Pulver ohne Vibrationen oder starke Kompressionen vor die Walze zu bringen. Dabei kann die vorgelegte Menge exakt definiert werden. Der Aufbau ist kompakt und kann mit dem Beschichter mitgeführt werden.

[0067] Weitere Aspekten, die jeweils mit der oben beschriebenen Vorrichtung bzw. mit dem oben beschriebenen Verfahren kombiniert werden können, werden im folgenden beschrieben.

[0068] Die Vorrichtung kann weiterhin dadurch gekennzeichnet sein, dass der Schieber höhenverstellbar oder/und sein Bewegungsweg einstellbar ist, oder/und der Schieber mit pneumatischen Mitteln erfolgen kann, oder/und

eine definierte Partikelmaterialmenge dosiert und vor die Beschichterwalze abgegeben werden kann, vorzugsweise mit Dosierschwankungen von kleiner 20%, vorzugsweise kleiner 10%, oder/und die Vorrichtung eine rotierende Beschichterwalze aufweist, die in einer gegenläufigen Bewegung über das Baufeld geführt werden kann, oder/und die Vorrichtung mindestens ein Abstreifblech, ein Führungsblech, eine Dichtung, vorzugsweise eine Gummidichtung oder Bürstendichtung, oder/und ein Materialbremsblech aufweist, oder/und das Abstreifblech, Führungsblech oder/und das Materialbremsblech in ihrer Lage verstellbar sind, oder/und die Vorrichtung eine Partikelmaterialzufuhr aufweist, oder/und die Partikelmaterialzufuhr ein Reservoir aufweist.

[0069] Das Verfahren kann weiterhin dadurch gekennzeichnet sein, dass die Walze in einer gegenläufigen Bewegung über das Baufeld geführt wird, oder/und das aufgebrachte Partikelmaterial geglättet wird, oder/und überschüssiges Partikelmaterial nach jeder Überfahrt des Beschichters in einen Überschussbehälter verbracht wird, oder/und ein Overfeed von 10 - 40%, vorzugsweise von 10 - 30%, mehr bevorzugt von 10 - 20%, zusätzlich zum Schichtvolumen verwendet wird.

Ausführungsbeispiel

[0070] Im Folgenden wird der Ablauf eines Bauprozesses bei Verwendung eines Erfindungsgemäß ausgeführten Beschichter (101) beschrieben:

[0071] In die Druckmaschine wird ein Baubehälter (104) eingebracht. Die Bauplattform (102) kann durch eine Spannvorrichtung mit der Höhenachse der Maschine mechanisch verbunden werden. Im Anschluss an die Verbindung wird die Bauplattform (102) in die oberste Position gebracht.

[0072] Die noch leere Bauplattform (102) wird jetzt mit Pulver durch den Beschichter solange verfüllt, bis eine glatte Ebene in der Bewegungsebene des Beschichters (101) entstanden ist. Dazu werden mehrere Beschichtungsvorgänge ausgeführt.

[0073] Jeder Beschichtungsvorgang wird mit einem Befüllvorgang gestartet. Ein gleichmäßig mit Pulver gefüllter Behälter (401) wird dazu geöffnet, wobei der Schieber des Beschichters (500) sich in Schwerkraft-richtung direkt unter dem Nachfüllbehälter (401) befindet.

[0074] Der Nachfüllbehälter (401) wird über einen Öffnungsmechanismus (402) geöffnet und Pulver läuft auf den Schieber (500). Bei schlecht fließfähigen

Pulvern kann über Vibrationen oder sonstige Fluidisierung des Pulvers der Ausfluss begünstigt werden.

[0075] Auf dem Schieber breitet sich das Pulver unter den Öffnungen des Nachfüllbehälters (401) aus. Die Ausbreitung stoppt in einer gewissen Entfernung zur Nachfüllöffnung. Diese Entfernung von der Öffnung hängt im Wesentlichen von der Fließeigenschaft des Pulvers und vom Abstand zwischen der Nachfüllbehälteröffnung (401) und dem Schieber (500) ab. Übliche Entfernungen reichen von 1 bis 10 mm. Die Ausbreitung bei extrem schlecht fließfähigen Material liegt bei rund 3 mm (10 mm Abstand). Bei gut fließfähigem Material können hier 20 mm auftreten.

[0076] Die Ausbreitung bestimmt die dosierte Menge (403). Durch Begrenzungen im Bereich unterhalb des Nachfüllers kann die Menge exakter eingeschränkt werden. Bevorzugt werden Dosierungsschwankungen kleiner 20% erreicht. Besonders bevorzugt werden Schwankungen kleiner 5% erzielt.

[0077] Der gefüllte Beschichter (101) wird jetzt über das Baufeld auf die Startposition verfahren. Dazu kann das Baufeld (102) absenkt werden, um eine Beschädigung bereits gedruckter Schichten zu verhindern.

[0078] Ist die Startposition erreicht, wird die Füllung des Beschichters (101) vor die Walze (300) gegeben. Dazu wird über einen pneumatischen Antrieb (502) der Schieber in Richtung einer senkrechten Wand (504) gezogen. Diese gegenüber der Bewegungsrichtung des Schiebers (500) senkrechte Wand weist gegenüber dem Schieber eine Dichtung auf.

[0079] In einem Ausführungsbeispiel weist die Wand (504) nur eine Spaltdichtung auf. Die „Dichtwirkung“ wird nur dadurch erreicht, dass der Abstand zwischen Schieber und Wand gering ist. Hierbei eignen sich Abstände von kleiner 2 mm. Noch mehr bevorzugt kleiner 1 mm.

[0080] Eine andere Ausführung weist hier eine Gummidichtung auf. Diese berührt den Schieber und dichtet bei dessen Bewegung sicher gegen das Pulver ab. Ebenso kann diese Dichtung als Bürste ausgeführt sein oder aus anderen für solche Zwecke bekannten Materialien ausgeführt sein.

[0081] Das Pulver (505) fällt jetzt unterhalb der Schieberebene auf Führungsbleche (503). Diese bremsen die Abwärtsbewegung des Pulvers, führen das Pulver direkt vor die Walze (404) und verhindern zu großes Staubaufkommen.

[0082] Die Position des Beschichters (101) wird so gewählt, dass der Abwurfvorgang in einem Bereich des Baufeldes stattfindet, in dem keine Bauteile sind.

Dadurch können Beschädigungen an bereits erstellten Schichten (**107**) vermieden werden.

[0083] Jetzt beginnt der Beschichtungsvorgang. Die gegenläufige Rotation der Walze (**300**) wird zuerst eingeschaltet. Zusätzlich wird der Beschichter in Richtung des Baufeldes in Bewegung gesetzt.

[0084] Durch die gegenläufige Rotation rollt das Pulvermaterial vor der Walze (**300**) ab. Dabei wird das Volumen der Schicht verfüllt (**301**).

[0085] Die Glättung der Schicht wird in der Theorie von der Berührlinie des Pulvers mit der Walze definiert. Je nach Lagerspiel und Geometrie wird aber eine gewisse Funktion, im Sinne der Hüllkurve der Bewegung, auf das Baufeld abgebildet.

[0086] Erreicht der Beschichter das Ende des Baufeldes, wird kein Pulver mehr für das Verfüllen der Schicht aus der Menge vor der Walze abgezogen. Der jetzt also verbleibende Überschuss, der Overfeed (**303**), fällt am Ende der Bewegung in einen Abfallschacht (**302**).

[0087] In weiteren Aspekten weist die Vorrichtung bzw. das Verfahren gemäß der Offenbarung einzelne Merkmale wie folgt auf oder eine Kombination davon:

- Beschichter mit einem Schieber und einer Walze
- Schieber, dessen Bewegungsweg einstellbar ist
- Schieber, der höhenverstellbar ist, um die Menge des dosierten Materials zu variieren
- Beschichter mit einem Abstreifblech
- Beschichter mit einem Abstreifblech mit einer Dichtung
- Beschichter mit einem Abstreifblech mit einer Filz-Dichtung
- Beschichter mit einem Abstreifblech mit einer Gummi-Dichtung
- Beschichter mit einem Abstreifblech mit einer Bürsten-Dichtung
- Abstreifblech, dessen Lage verstellbar ist um die dosierte Menge zu variieren
- Beschichter mit einem Blech zum Abbremsen des fallenden Partikelmaterials

Bezugszeichenliste

100	Druckkopf
101	Beschichter
102	Bauplatzform
103	Bauteil

104	Baubehälter / Jobbox
105	Druckkopfbahn
106	Beschichterbahn
107	Schichten
108	Bahn der Bauplatzform (102)
109	Bindertropfen
110	Pulver zur Verfüllung der Schicht
111	Baufeld
112	Spalt im Beschichter zum Pulveraustritt
113	Pulvervorrat im Beschichter
200	Infrarotstrahler
300	Beschichterwalze
301	Schichtvolumen zum Verfüllen
302	Overfeedaufnahmeschacht
303	Overfeed
400	Schieber
401	Nachfüller
402	Öffner des Nachfüllers
403	Dosierte Pulvermenge
404	Material vor der Walze
500	Schieber
501	Gestell
502	Pneumatischer Antrieb
503	Blechführung
504	Senkrechte Abstreifwand
505	Fallendes Pulver

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

- EP 0431924 B1 [0002]
- US 5387380 [0012]
- DE 10117875 C1 [0013]

Patentansprüche

1. Beschichtervorrichtung geeignet für eine 3D-Druckmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine Beschichtungswalze und einen Schieber aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schieber höhenverstellbar oder/und sein Bewegungsweg einstellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schieber mit pneumatischen Mitteln erfolgen kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine definierte Partikelmaterialmenge dosiert und vor die Beschichterswalze abgegeben werden kann, vorzugsweise mit Dosierschwankungen von kleiner 20%, vorzugsweise kleiner 10%.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1-4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine rotierende Beschichterswalze aufweist, die in einer gegenläufigen Bewegung über das Baufeld geführt werden kann.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1-5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens ein Abstreifblech, ein Führungsblech, eine Dichtung, vorzugsweise eine Gummidichtung oder Bürstendichtung, oder/und ein Materialbremsblech aufweist, vorzugsweise **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abstreifblech, Führungsblech oder/und das Materialbremsblech in ihrer Lage verstellbar sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine Partikelmaterialzufuhr aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1-7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikelmaterialzufuhr ein Reservoir aufweist.

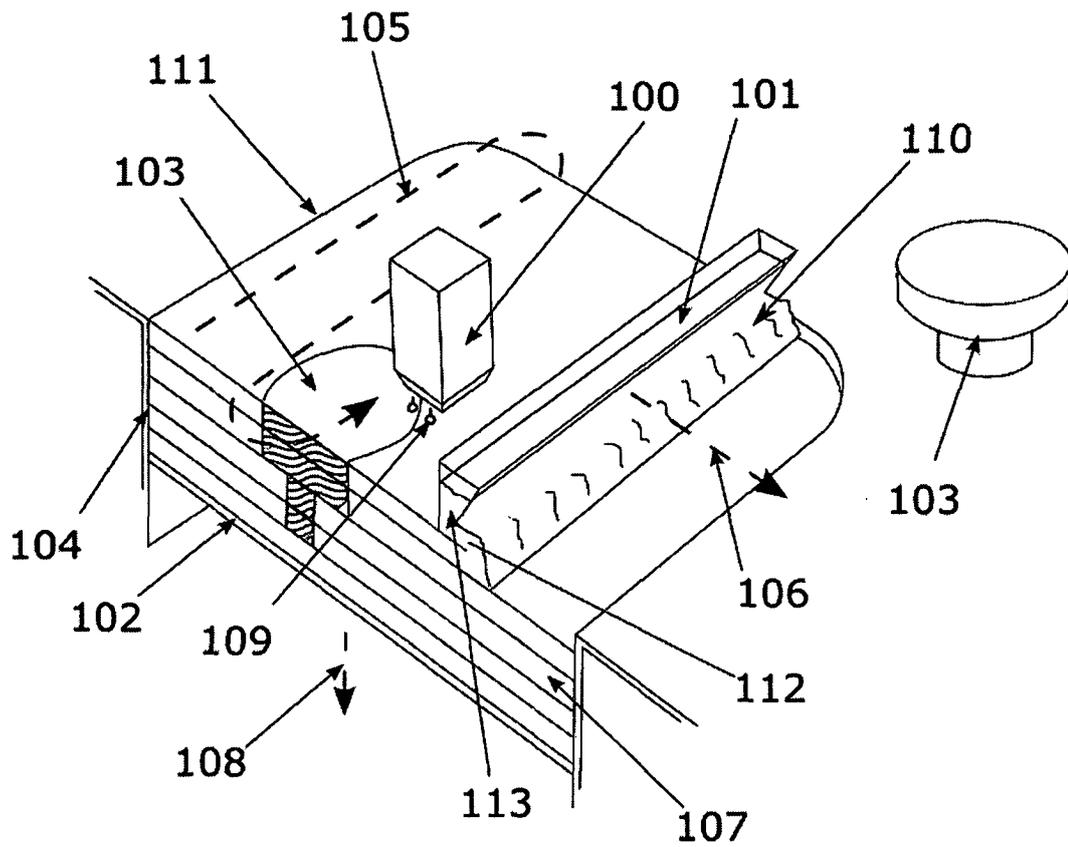
9. Verfahren zum Herstellen von 3D-Formteilen, welches die Schritte umfasst: alle für ein 3D-Druckverfahren erforderlichen Schritte, wobei zu Beginn einer Beschichtungsfahrt eine definierte Menge Partikelmaterial vor die Walze gebracht wird und gegebenenfalls weiteres Partikelmaterial während einer Überfahrt zur Beschichtung vor die Walze gebracht wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Walze in einer gegenläufigen Bewegung über das Baufeld geführt wird, oder/und wobei das aufgebrachte Partikelmaterial geglättet wird, oder/und wobei überschüssiges Partikelmaterial nach jeder Überfahrt des Beschichters in einen Überschussbehälter verbracht

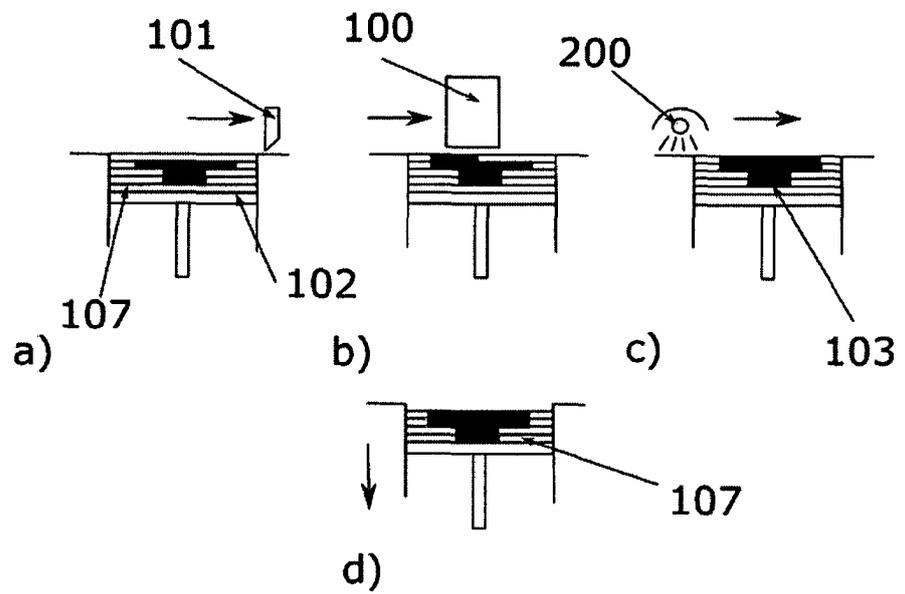
wird, oder/und wobei ein Overfeed von 10 - 40%, vorzugsweise von 10 - 30%, mehr bevorzugt von 10 - 20%, zusätzlich zum Schichtvolumen verwendet wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

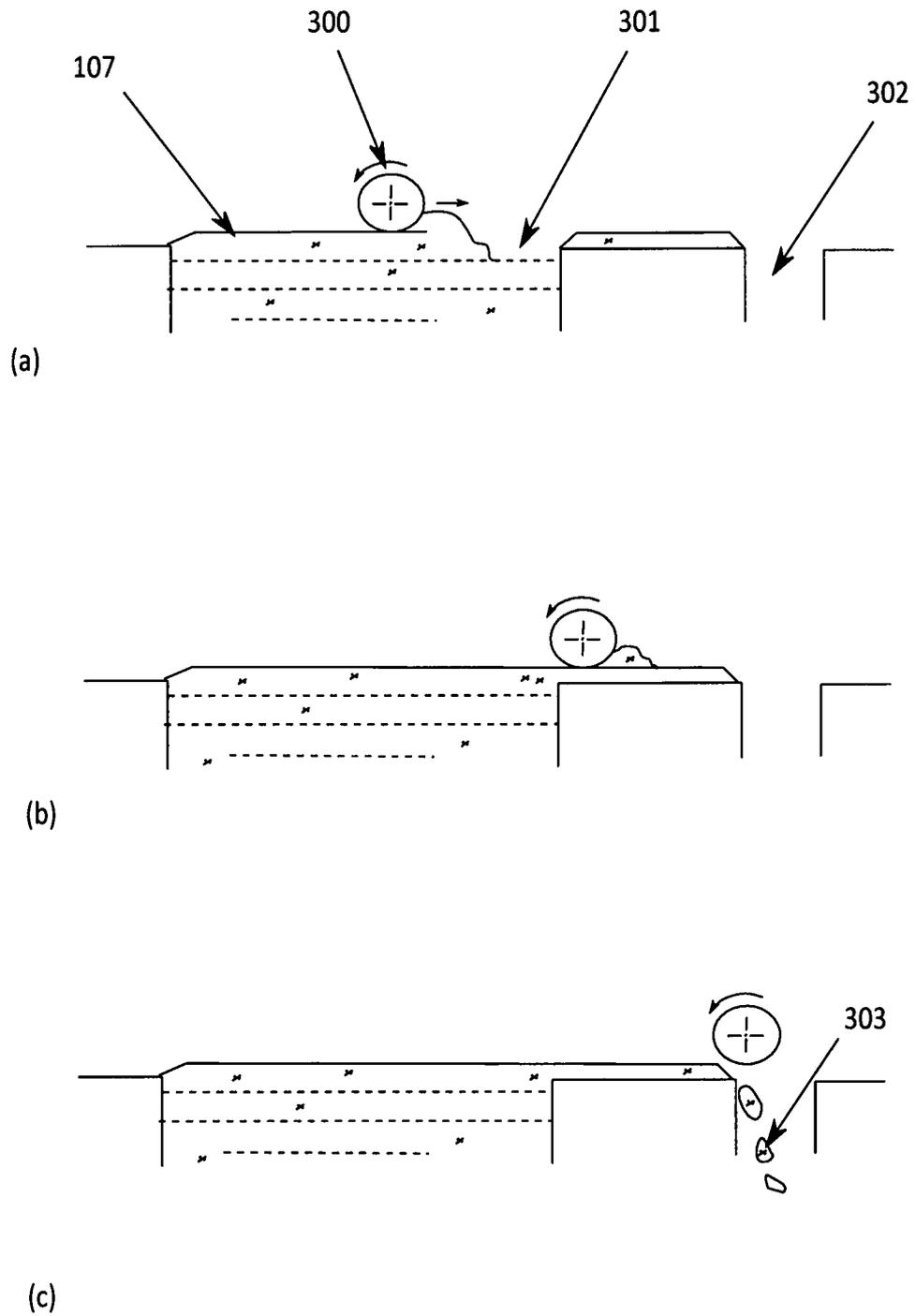
Anhängende Zeichnungen



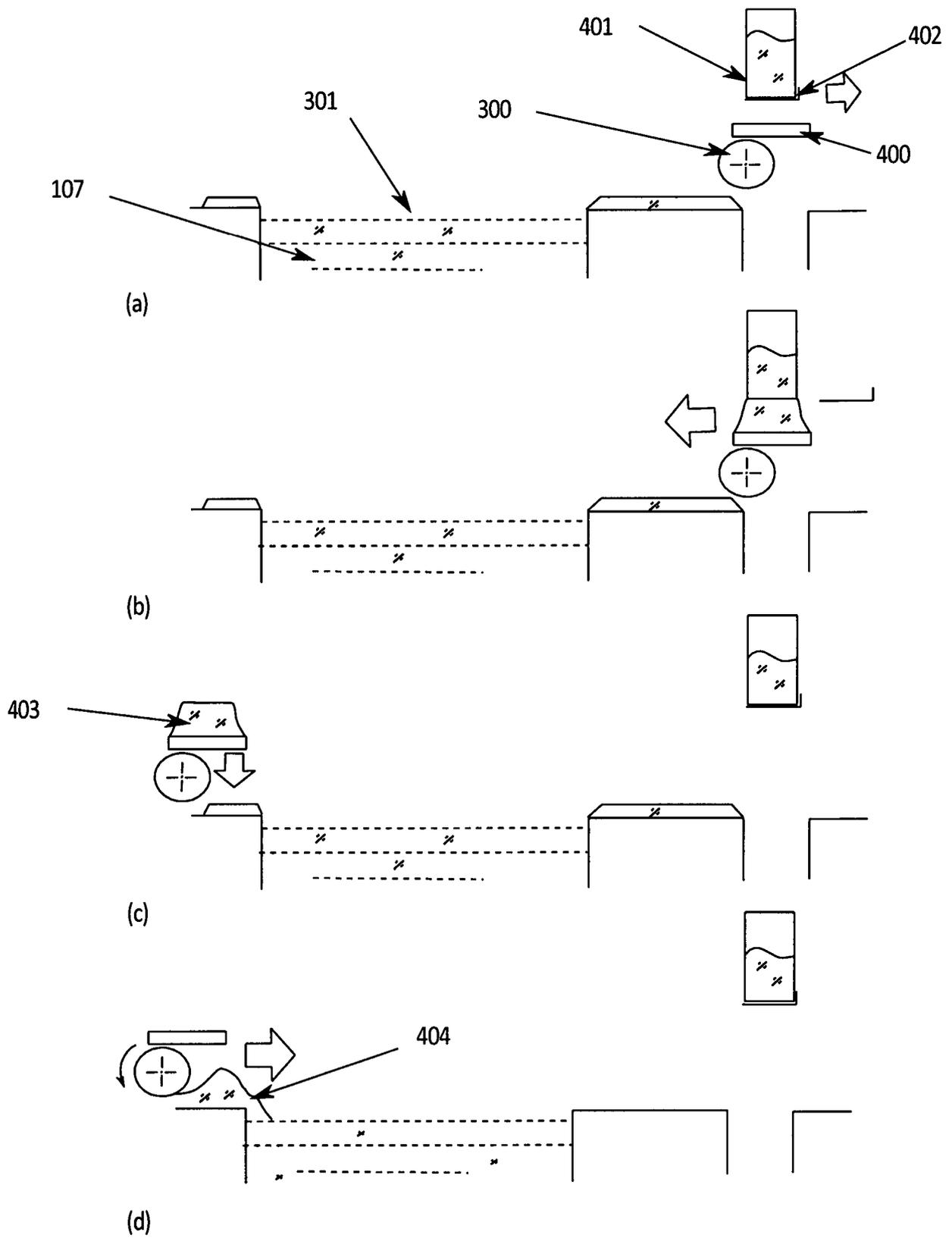
Figur 1



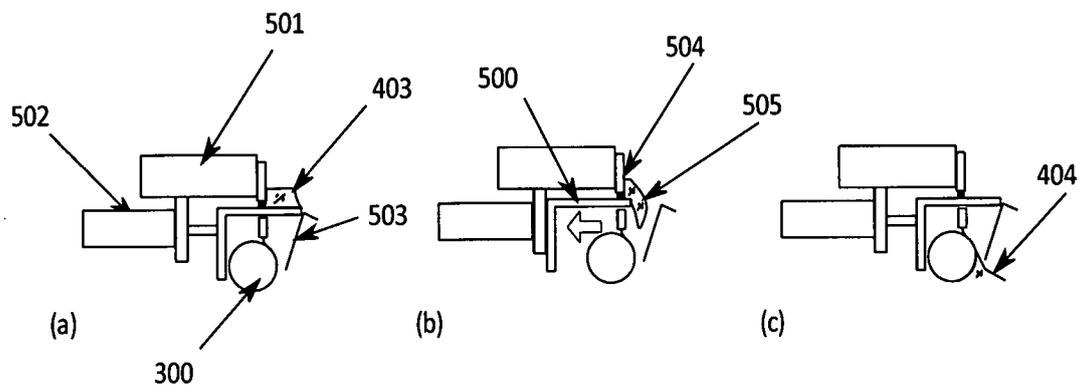
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5