

DE 102013114086 A1

ICB: B29C 67/04; A23G 1/50, A23G 3/50

MCD: B29C 67/04; A23G 1/50, A23G 3/50

ICP: A23G 1/50, A23G 3/50, B29C 67/04

CPC: A23G 3/0097, A23P 2020/253, B29C 64/106, B29C 64/118, B33Y 30/00

Publikationsdatum: 18.06.2015

Anmeldeland / -nummer / -datum / -art: DE / 102013114086 / 16.12.2013 / A

Erfinder: Giebels, Jan, 64354, Reinheim, DE

Anmelder: German RepRap GmbH, 85622, Feldkirchen, DE

Entgegenhaltungen:

DE000004319128C1

US000006067480A

US000006860788B2

US020120251689A1

NPL-Entgegenhaltungen:

Bedienungsanleitung der Software Slic3r vom 18.06.2013

[TI_DE] Vorrichtung und Verfahren zum Drucken dreidimensionaler Objekte mit einem Druckmaterial

[AB_DE] Vorrichtung 100 und Verfahren zum Drucken dreidimensionaler Objekte 102 mit einem Druckmaterial, mit einem Druckkopf 108, welcher aufweist einen Aufnahmezylinder 110 zum Aufnehmen des Druckmaterials 104, einen Kolben 112, der in dem Aufnahmezylinder 110 linearverschiebbar angeordnet ist und mittels dessen im Rahmen einer Kolbenvorwärtsbewegung das Druckmaterial 104 aus dem Aufnahmezylinder 110 ausgebar ist, eine Kolbenbewegungsvorrichtung 114, die mit dem Kolben 112 verbunden ist und von welcher der Kolben 112 im Aufnahmezylinder 110 hin und her verschiebbar ist, und eine Heizvorrichtung 116, die an dem Aufnahmezylinder 110 angeordnet ist und mittels deren der Aufnahmezylinder 110 beheizbar ist, um das darin aufgenommene Druckmaterial 104 zu beheizen, einer Druckkopfbewegungseinrichtung 118, welche mit dem Druckkopf 108 verbunden ist und mittels welcher der Druckkopf 108 dreidimensional bewegbar ist, und einer Steuereinrichtung 120, welche mit der Druckkopfbewegungseinrichtung 118 verbunden ist und welche eingerichtet ist, um über die Druckkopfbewegungseinrichtung 118 die dreidimensionale Bewegung des Druckkopfs 108 zu steuern, welche mit der Kolbenbewegungsvorrichtung 114 verbunden ist, um über die Kolbenbewegungsvorrichtung 114 die Linearverschiebung des Kolbens 112 zu steuern, und welche mit der Heizvorrichtung 116 verbunden ist, um über die Heizvorrichtung 116 die Temperatur des im Aufnahmezylinder 110 aufgenommenen Druckmaterials 104 auf eine vorbestimmte Temperatur einzustellen.

Volltext-Quelle: DPMA (XML)

Seite 1

Seite 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Drucken dreidimensionaler Objekte mit einem Druckmaterial.

[0002] Die Vorrichtung und das Verfahren werden zum Beispiel im Bereich des so genannten "Rapid Prototyping" verwendet.

[0003] Ein Beispiel eines solchen Druckverfahrens wird auch als Fused Deposition Modeling (Schmelz-Aufbring-Modellierung, FDM) bezeichnet. Bei diesem Verfahren wird ein dreidimensionales Objekt aus einem Druckmaterial aufgebaut, z. B. schichtweise additiv aufgebaut, wobei als Druckmaterial ein schmelzfähiges Material, beispielsweise ein schmelzfähiger Kunststoff oder ein schmelzfähiges Wachs oder irgendein anderes schmelzfähiges Material herangezogen wird.

[0004] Es besteht ein ständiger Bedarf, ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zu schaffen, die für unterschiedliche Druckmaterialien, z. B. unterschiedlicher Viskosität, herangezogen werden können und mit denen dennoch jeweils ein zuverlässiges, z. B. hinsichtlich der Druckpräzision, Druckergebnis erzielbar ist.

[0005] Diverse Ausführungsformen stellen eine Vorrichtung zum Drucken dreidimensionaler Objekte mit einem Druckmaterial bereit, mit einem Druckkopf, welcher aufweist einen Aufnahmezylinder zum Aufnehmen des Druckmaterials, einen Kolben, der in dem Aufnahmezylinder linearverschiebbar angeordnet ist und mittels dessen im Rahmen einer Kolbenvorwärtsbewegung das Druckmaterial aus dem Aufnahmezylinder ausgebar ist, eine Kolbenbewegungsvorrichtung, die mit dem Kolben verbunden ist und von welcher der Kolben im Aufnahmezylinder hin und her verschiebbar ist, und eine Heizvorrichtung, die an dem Aufnahmezylinder angeordnet ist und mittels deren der Aufnahmezylinder beheizbar ist, um das darin aufgenommene Druckmaterial zu beheizen (beheizen zu können), einer Druckkopfbewegungseinrichtung, welche mit dem Druckkopf verbunden ist und mittels welcher der Druckkopf dreidimensional bewegbar ist, und einer Steuereinrichtung (z. B. elektronischen Steuereinrichtung), welche mit der Druckkopfbewegungseinrichtung verbunden ist und welche eingerichtet ist, um über die Druckkopfbewegungseinrichtung die dreidimensionale Bewegung des Druckkopfs zu steuern, welche mit der Kolbenbewegungsvorrichtung verbunden ist, um über die Kolbenbewegungsvorrichtung die Linearverschiebung des Kolbens zu steuern, und welche mit der Heizvorrichtung verbunden ist, um über die Heizvorrichtung die Temperatur des im Aufnahmezylinder aufgenommenen Druckmaterials auf eine vorbestimmte Temperatur einzustellen.

[0006] Mittels des Kolbens können bei Bedarf sehr hohe Drücke im Aufnahmezylinder erzeugt werden, so dass die Vorrichtung nicht nur für Druckmaterialien niedriger Viskosität, sondern auch für Druckmaterialien hoher Viskosität herangezogen werden kann, wobei damit auch bei hoch viskosen Druckmaterialien das Druckmaterial über eine enge Austrittsdüsenöffnung ausgegeben werden kann, um damit z. B. Druckmuster aus feinen Druckmateriallinien zu erzeugen. Indem sich der Aufnahmezylinder im/am über eine Druckunterlage dreidimensional bewegbaren Druckkopf befindet, kann ein Weg des Druckmaterials vom Aufnahmezylinder zur Druckunterlage sehr kurz gehalten werden. Z. B. kann der Aufnahmezylinder eine Austrittsdüse aufweisen, die unmittelbar am Aufnahmezylinder angeordnet/angebracht ist, sodass das Druckmaterial unmittelbar/direkt vom Aufnahmezylinder auf die Druckunterlage aufgebracht werden kann. Indem ferner die Heizung am Aufnahmezylinder bereitgestellt ist, kann das Druckmaterial z. B. unmittelbar vor der Ausgabe auf die Druckunterlage mit der zu Einstellung der gewünschten Druckmaterial-Viskosität zugeordneten Druckmaterial-Temperatur bereitgestellt werden.

[0007] Das Druckmaterial kann z. B. kontinuierlich ohne Stoppen einer zugehörigen Kolbenvorwärtsbewegung aus dem Aufnahmezylinder auf die Druckunterlage ausgegeben werden, wobei die Steuereinrichtung hierzu entsprechend eingerichtet sein kann. Die Steuereinrichtung kann aber auch derart eingerichtet sein, dass von ihr die Kolbenbewegungsvorrichtung zum abwechselnden Ausgeben des Druckmaterials aus dem Aufnahmezylinder und Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial steuerbar ist. Hierdurch können z. B. komplexere Druckmuster erstellt werden.

[0008] Um beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial aus dem Aufnahmezylinder zu verhindern, dass Druckmaterial noch nachläuft, z. B. nachtropft, kann eine Aufnahmezylinderausgabeöffnung, z. B. die Austrittsdüsenöffnung, z. B. mit einem Absperrventil versehen sein, welches z. B. ein mit der Steuereinrichtung verbundenes Magnetventil ist, welches beim Stoppen der Druckmaterial-Ausgabe von der Steuereinrichtung zum Schließen der Aufnahmezylinderausgabeöffnung angesteuert wird. Die Steuereinrichtung kann auch derart eingerichtet ist, dass von ihr beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial aus dem Aufnahmezylinder die Kolbenbewegungsrichtung derart ansteuerbar ist, dass von der Kolbenbewegungsrichtung der Kolben in einer zur Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzten Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird/bewegbar ist, z. B. um jeweils (d. h. beim jeweiligen Stoppen) eine kleine Distanz, die z. B. in einem Bereich von ungefähr 0,1 mm bis ungefähr 3 mm liegt, um auf der Druckmaterialeseite des Kolbens einen Unterdruck zu erzeugen, auf dessen

Seite 3

Basis (dann) das Druckmaterial gehindert ist, unerwünscht weiter aus dem Aufnahmezylinder auszutreten. Hierdurch kann ein unerwünschtes Austreten von Druckmaterial z. B. ohne zusätzliche Mittel erreicht werden, wobei jedoch solche zusätzlichen Mittel, wie das vorausgehend genannte Ventil, zudem nach vorgesehen sein können. Es ist aber auch möglich, ausschließlich mittels der Kolbenrückwärtsbewegung, d. h. ohne zusätzliche Mittel, das Druckmaterial am unerwünschten Austreten zu hindern.

[0009] Die Kolbenbewegungsrichtung kann z. B. eine hydraulische oder pneumatische Vorrichtung sein, welche mittels Hydraulikdruck oder Luftdruck den Kolben antreibt. Die Kolbenbewegungsrichtung kann auch eine elektromechanische Vorrichtung sein, wie z. B. ein von einem Elektromotor angetriebener Mechanismus, wie z. B. ein Kniehebelmechanismus oder ein Zahnstangenmechanismus mit einer mit dem Kolben verbundenen Zahnstange, die mit einem motorgetriebenen, z. B. elektromotorgetriebenen, Zahnrad im Eingriff ist und mittels des Zahnradeingriffs vor und zurück linearbewegbar ist.

[0010] Die Kolbenbewegungsrichtung kann ferner z. B. aufweisen eine Kolbenstange, die mit dem Kolben verbunden ist und die mit einem Außengewinde versehen ist (und die damit in diesem Falle z. B. eine Gewindespindel dargestellt), eine Antriebsmutter, die mit dem Außengewinde der Kolbenstange in einem Gewindeeingriff ist, einen Motor, z. B. einen Elektromotor, der mit der Steuereinrichtung verbunden ist und von der Steuereinrichtung gesteuert in eine Vorwärts- und eine Rückwärtsrichtung antreibbar ist und der mit der Antriebsmutter verbunden ist und mittels dessen die Antriebsmutter in eine Vorwärts- und in eine Rückwärtsdrehrichtung antreibbar ist, um dadurch anhand des Gewindeeingriffs die Kolbenstange bei Vorwärtsdrehung in eine der Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung zugeordnete Kolbstangenvorwärtsbewegungsrichtung und bei Rückwärtsdrehung in eine der Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung zugeordnete Kolbenstangenrückwärtsbewegungsrichtung anzutreiben. Falls der vorgenannte Motor z. B. ein Elektromotor ist, dann stellt die vorgenannte Kolbenbewegungsrichtung z. B. eine elektromechanische Vorrichtung dar. Mittels des Gewindespindeltriebs, wie er z. B. vorausgehend beschrieben ist, können sehr hohe Kräfte auf den Kolben ausgeübt und damit sehr hohe Drücke und präzise Linearbewegungen erzielt werden, wobei als Gewindeart für das Außengewinde der Kolbenstange und das damit im Eingriff stehende Innengewinde der Antriebsmutter zum Beispiel ein Trapezgewinde herangezogen werden kann.

[0011] Die Heizvorrichtung kann z. B. am Aufnahmezylinder angeordnete elektrische Heizstäbe aufweisen, die mit dem Aufnahmezylinder im Kontakt sind und z. B. über Wärmeleitung die Wärme an den Aufnahmezylinder abgeben, von welchem die Wärme via Wärmeleitung weiter an das darin befindliche Druckmaterial übertragen wird. Die Heizvorrichtung kann z. B. aufweisen einen Heizmantel, von welchem der Aufnahmezylinder zumindest entlang eines Teils seiner Länge, z. B. auch entlang im Wesentlichen seiner gesamten Länge, umgeben ist, z. B. voll umfänglich umgeben ist. Aufgrund der Mantelform kann z. B. umfänglich ein gleichmäßigerer Wärmeeintrag erreicht werden. Der Heizmantel kann z. B. eine in Silikonmaterial eingebettete (elektrischen) Heizwicklung aufweisen und/oder von einer in Silikonmaterial eingebetteten

(elektrischen) Heizwicklung gebildet sein. Dieses Material kann z. B. um verschiedenste Aufnahmezylinderquerschnitte herum enganliegend an den Aufnahmezylinder angeformt werden. Die Heizwicklung ist z. B. aus Metall, wie z. B. einer NiCr-Legierung hergestellt.

[0012] Der Aufnahmezylinder ist z. B. aus Metall oder aus Kunststoff.

[0013] Der Aufnahmezylinder kann mit einem Temperatursensor ausgestattet sein, welcher mit der Steuereinrichtung verbunden ist und mittels dessen die Temperatur des Druckmaterials erfassbar ist. Die Steuereinrichtung kann eingerichtet sein, um auf Basis der von dem Temperatursensor erfassten Druckmaterial-Temperatur die Heizvorrichtung entsprechend zu steuern (d. h. in diesem Falle zu regeln).

[0014] Diverse Ausführungsformen stellen ein Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Objekts mit einer Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche bereit, aufweisend die Schritte: Bewegen des Druckkopfs über eine Druckunterlage mittels der Druckkopfbewegungsvorrichtung gesteuert von der Steuereinrichtung gemäß einem vorgegebenen zu erstellenden Druckmuster, abwechselndes Ausgeben von Druckmaterial aus dem Aufnahmezylinder durch Bewegen des Kolbens in die Kolbenvorwärtsbewegung und Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial zum Drucken des Druckmaterials auf die Druckunterlage gemäß dem vorgegebenen zu erstellenden Druckmuster in Koordination mit dem Bewegen des Druckkopfs gesteuert von der Steuervorrichtung, wobei beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial aus dem Aufnahmezylinder der Kolben in die zur Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzte Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird, um auf der Druckmaterialeseite des Kolbens einen Unterdruck zu erzeugen, auf dessen Basis das Druckmaterial gehindert wird, unerwünscht weiter aus dem Aufnahmezylinder auszutreten.

[0015] Beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial aus dem Aufnahmezylinder wird der Kolben z. B. z. B. nur um eine kurze Distanz, die in

Seite 4

einem Bereich von ungefähr 0,1 mm bis ungefähr 3 mm liegt, in die Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird, um den (erforderliche) Unterdruck zu erzeugen.

[0016] Das Verfahren kann ferner aufweisen Einstellen der Temperatur des Druckmaterials im Aufnahmezylinder gesteuert durch die Steuereinrichtung zum Einstellen einer gewünschten Viskosität des Druckmaterials.

[0017] Die Vorrichtung kann für die unterschiedlichsten Druckmaterialien verwendet werden. So ist zum Beispiel eine Verwendung der in dieser Anmeldung beschriebenen Vorrichtung und/oder des in dieser Anmeldung beschriebenen Verfahrens zum Drucken von Thermoplasten und/oder zum Drucken von Schokolade und/oder von Marzipan vorgesehen.

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0019] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Drucken dreidimensionaler Objekte gemäß diversen Ausführungsformen, und

[0020] **Fig. 2** ein Ablaufdiagramm, in dem ein Verfahren zum Drucken dreidimensionaler Objekte gemäß diverser Ausführungsformen dargestellt ist.

[0021] In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen, die Teil dieser bildet und in der zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. Diesbezüglich wird die Richtungsterminologie wie etwa "oben", "unten", "vorne", "hinten", "vorderes", "hinteres", etc. mit Bezug auf die Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da Komponenten

von Ausführungsformen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen exemplarischen Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

[0022] Im Rahmen dieser Beschreibung werden Begriffe "verbunden", "angeschlossen" sowie "gekuppelt", "gekoppelt" verwendet zum Beschreiben sowohl einer direkten als auch einer indirekten Verbindung, eines direkten als auch eines indirekten Anschlusses sowie einer direkten oder indirekten Kopplung/Kupplung, sofern nicht explizit anders angegeben. In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

[0023] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 100 zum Drucken eines dreidimensionalen Objekts 102 mit einem Druckmaterial 104 auf eine Druckunterlage 106 .

[0024] Die Vorrichtung 100 ist mit einem Druckkopf 108 versehen, welcher aufweist einen Aufnahmezylinder 110 zum Aufnehmen des Druckmaterials 104, einen Kolben 112, der in dem Aufnahmezylinder 110 in Längsrichtung des Aufnahmezylinders 110 linearverschiebbar angeordnet ist und mittels dessen im Rahmen einer Kolbenvorwärtsbewegung das Druckmaterial 104 aus dem Aufnahmezylinder 110 auf die Druckunterlage 106 ausgebar ist, eine Kolbenbewegungs Vorrichtung 114, die mit dem Kolben 112 verbunden ist und von welcher der Kolben 112 im Aufnahmezylinder 110 in Längsrichtung des Aufnahmezylinders 110 hin und her verschiebbar ist, und eine Heizvorrichtung 116, die an dem Aufnahmezylinder 110 angeordnet ist und mittels deren der Aufnahmezylinder 110 beheizbar ist, um das darin aufgenommene Druckmaterial 104 zu beheizen, einer Druckkopfbewegungseinrichtung 118, welche mit dem Druckkopf 108 verbunden ist und mittels welcher der Druckkopf 108 (über der Druckunterlage 106) dreidimensional bewegbar ist, und einer elektronischen Steuereinrichtung 120, welche mit der Druckkopfbewegungseinrichtung 118 elektrisch verbunden ist und welche eingerichtet ist, um über die Druckkopfbewegungseinrichtung 118 die dreidimensionale Bewegung des Druckkopfs 108 zu steuern, und welche mit der Kolbenbewegungs Vorrichtung 114 verbunden ist, um über die Kolbenbewegungs Vorrichtung 114 die Linearverschiebung des Kolbens 112 im Aufnahmezylinder 110 zu steuern, und welche mit der Heizvorrichtung 116 verbunden ist, um über die Heizvorrichtung 116 die Temperatur des im Aufnahmezylinder 110 aufgenommenen Druckmaterials 104 auf eine vorbestimmte Temperatur einzustellen.

[0025] Die Druckkopfbewegungseinrichtung 118 kann z. B. einen dreidimensional über der Druckunterlage 106 bewegbaren Roboterarm (nicht im Detail dargestellt) aufweisen, der z. B. ein freies Ende hat, an welchem der Druckkopf 108 angebracht ist. Die Druckkopfbewegungseinrichtung 118 kann auch z. B. ein Rahmengestell mit einer ersten, einer zweiten und einer dritten Linearführungseinrichtung (nicht im Detail dargestellt), die nicht parallel zueinander angeordnet sind und z. B. zueinander rechtwinklig angeordnet sind, z. B. entlang der in **Fig. 1** gezeigten X-, Y- und Z-Richtungen, und die jeweils zugeordnet

Seite 5

einen ersten, einen zweiten und einen dritten, linear bewegbaren Führungsschlitten haben, wobei z. B. der Druckkopf 108 auf dem dritten Linearführungsschlitten angeordnet ist, welcher seinerseits auf dem zweiten Linearführungsschlitten angeordnet ist, welcher seinerseits auf dem ersten Linearführungsschlitten angeordnet ist.

[0026] Damit ist der Druckkopf mittels der Druckkopfbewegungseinrichtung 118 zumindest entlang der in **Fig. 1** gezeigten X-, Y- und Z-Richtungen bewegbar, von denen die X- und Y-Richtungen parallel zu der Druckunterlage 106 sind, die hier eine

ebene Fläche bildet, die aber auch konvex oder konkav gekrümmt und/oder konvex oder konkav gewölbt sein kann, und von welchen Richtungen die Z-Richtung vertikal zur Druckunterlage 106 verläuft. Als Antriebe zum dreidimensionalen Bewegen des Druckkopfs 108 kann die Druckkopfbewegungseinrichtung 118 z. B. nicht im Detail dargestellte Elektromotoren aufweisen, die anhand der Steuereinrichtung 120 steuerbar sind.

[0027] Die Kolbenbewegungsanordnung 114 der in der **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform der Vorrichtung 100 zum Drucken dreidimensionaler Objekte 102 weist auf eine Kolbenstange 122, die an ihrem einen Ende mit dem Kolben 112 fest verbunden ist und die mit einem Außengewinde (nicht im Detail dargestellt) versehen ist, eine Antriebsmutter 124, die mit dem Außengewinde der Kolbenstange 122 in einem Gewindeeingriff ist, einen Elektro-Motor M, der mit der Steuereinrichtung 122 elektrisch verbunden ist und von der Steuereinrichtung gesteuert in eine Vorwärts- und eine Rückwärtsrichtung antreibbar ist und der mit der Antriebsmutter 124 verbunden ist und mittels dessen die Antriebsmutter 124 in eine Vorwärts- und in eine Rückwärtsdrehrichtung antreibbar ist, um dadurch anhand des Gewindeeingriffs zwischen der Antriebsmutter 124 und der Kolbenstange 122 die Kolbenstange 122 bei Vorwärtsdrehung in eine der Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung zugeordnete Kolbstangenvorwärtsbewegungsrichtung und bei Rückwärtsdrehung in eine der Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung zugeordnete Kolbenstangenrückwärtsbewegungsrichtung anzutreiben.

[0028] Bei der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform hat der Elektro-Motor M der Kolbenbewegungsanordnung 114 eine Ausgangswelle 126, die mit einem Antriebszahnrad 128 versehen ist, welches mit einer umfänglichen Außenverzahnung (nicht im Detail dargestellt) der Antriebsmutter 124 im Zahnradeneingriff ist, um über diesen die Antriebsmutter 124 drehanzutreiben.

[0029] Der Aufnahmezylinder 110 steht mit seiner Längsrichtung bzw. mit seiner Längsachse im Wesentlichen senkrecht zur Druckunterlage 106 und ist an seinem der Druckunterlage 106 zugewandten Ende mit einer Austrittsdüse 130 versehen, die eine Austrittsdüsenöffnung 132 hat, über welche das Druckmaterial 104 damit direkt vom Aufnahmezylinder 110 auf die Druckunterlage 106 aufbringbar ist.

[0030] In die Steuereinrichtung 120 ist ein beliebiges dreidimensionales Druckmuster einbringbar, und die Steuereinrichtung 120 steuert die Druckkopfbewegungseinrichtung 118 und die Kolbenbewegungsanordnung 114 in zueinander koordinierter Weise, um das eingegebene Druckmuster mit dem Druckmaterial nachzubilden. Ferner steuert die Steuereinrichtung 120 zusätzlich gleichzeitig die Heizvorrichtung 116, um während des Druckens (während des Druckvorgangs) das im Aufnahmezylinder 110 vorliegende Druckmaterial 104 auf einer vorbestimmten Temperatur zu halten, welche z. B. einer vorbestimmten gewünschten Druckmaterial-Viskosität zugeordnet ist.

[0031] Bei der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform ist die Steuereinrichtung 120 über eine erste elektrische Leitung 134 mit der Kolbenbewegungsanordnung 114, hier mit dem Elektromotor M der Kolbenbewegungsanordnung 114, über eine zweite elektrische Leitung 136 mit der Heizvorrichtung 116 und über eine dritte elektrische Leitung 138 mit der Druckkopfbewegungseinrichtung 118 verbunden, um über die erste, die zweite und die dritte elektrische Leitung 134, 136, 138 die z. B. wie hierin beschriebenen Steuerungen (Steuervorgänge/Regelvorgänge) vorzunehmen.

[0032] Die Vorrichtung 100 zum Drucken kann ferner einen Temperatursensor 140 aufweisen, der am Aufnahmezylinder 110, hier in der Umfangswand des Aufnahmezylinders 110, angeordnet ist und von welchem die Temperatur des im Aufnahmezylinder 110 angeordneten Druckmaterials 104 erfassbar ist, wobei der Temperatursensor 140 z. B. benachbart zur Austrittsdüse 130 angeordnet ist. Der Temperatursensor 140 ist über eine Datenleitung/Signalleitung 142 mit der Steuereinrichtung 120 verbunden, und die Steuereinrichtung 120 ist z. B. eingerichtet, um auf Basis der vom Temperatursensor 140 erhaltenen Temperaturdaten/Temperatursignale die Temperatur des im Aufnahmezylinder 110 angeordneten Druckmaterials 104 zu steuern (d. h. in diesem Falle zu regeln).

[0033] Die Heizvorrichtung 116 ist in der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform als ein den Aufnahmezylinder 110 entlang im Wesentlichen seiner gesamten Länge, mit Ausnahme der Austrittsdüse 132, außenumfänglich umgebender Heizmantel 150 ausgebildet, der z. B. eine in Kunststoff, z. B. Silikon, eingebettete elektrische Heizwicklung 160 aufweisen kann, die gesteuert von der Steuereinrichtung 120 bestrombar sind, um dadurch in gesteuerter Weise Wärme zu generieren, welche auf den innen liegenden Aufnahmezylinder 110 und von diesem auf das darin vorliegende

Seite 6 --- (DE, CL)

Druckmaterial 102 via Wärmeleitung übertragbar ist/übertragen wird. Bei in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform der Vorrichtung 100 zum Drucken ist die Heizwicklung 160 wendelförmig um den Aufnahmezylinder 110 herumgewickelt.

[0034] Das anhand des Ablaufdiagramms von **Fig. 2** dargestellte Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Drucken eines dreidimensionalen Objekts mit einer wie in dieser Anmeldung beschriebenen Vorrichtung weist die folgenden Schritte auf: (S10) Bewegen des Druckkopfs 108 über eine Druckunterlage 106 mittels der Druckkopfbewegungsvorrichtung 118 gesteuert von der Steuerrichtung 120 gemäß einem vorgegebenen zu erstellenden Druckmuster, (S20) abwechselndes Ausgeben (S22) von Druckmaterial 104 (über die Austrittsdüse 130) aus dem Aufnahmezylinder 110 durch Bewegen des Kolbens 112 in die Kolbenvorwärtsbewegung und Stoppen (S24) der Ausgabe von Druckmaterial 104 zum Drucken des Druckmaterials 104 auf die Druckunterlage 106 gemäß dem vorgegebenen zu erstellenden Druckmuster in Koordination mit dem Bewegen des Druckkopfs 108 gesteuert von der Steuervorrichtung 120, wobei beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial 104 aus dem Aufnahmezylinder 110 der Kolben 112 in die zur Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzte Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird (S26), um auf der Druckmaterialseite 144 (siehe **Fig. 1**) des Kolbens 112 einen Unterdruck zu erzeugen, auf dessen Basis das Druckmaterial 104 gehindert wird, unerwünscht weiter aus dem Aufnahmezylinder 110 auszutreten.

[0035] Das Verfahren weist ferner auf (S30) Einstellen der Temperatur des Druckmaterials 104 im Aufnahmezylinder gesteuert durch die Steuereinrichtung 120 zum Einstellen einer gewünschten Viskosität des Druckmaterials 104. Das heißt, die Heizvorrichtung 116 wird, z. B. in Abhängigkeit von der vom Temperatursensor 140 erfassten Temperatur des Druckmaterials 104 im Aufnahmezylinder 110, von der Steuereinrichtung 120 derart angesteuert, dass die gewünschte Temperatur des Druckmaterials 104 erreicht/eingestellt wird und/oder aufrechterhalten wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Drucken dreidimensionaler Objekte (102) mit einem Druckmaterial (104), mit:

• einem Druckkopf (108), welcher aufweist

- einen Aufnahmezylinder (110) zum Aufnehmen des Druckmaterials (104),

- einen Kolben (112), der in dem Aufnahmezylinder (110) linearverschiebbar angeordnet ist und mittels dessen im Rahmen einer Kolbenvorwärtsbewegung das Druckmaterial (104) aus dem Aufnahmezylinder (110) ausgebar ist,

- eine Kolbenbewegungsvorrichtung (114), die mit dem Kolben (112) verbunden ist und von welcher der Kolben (112) im Aufnahmezylinder (110) hin und her verschiebbar ist, und

- eine Heizvorrichtung (116), die an dem Aufnahmezylinder (110) angeordnet ist und mittels deren der Aufnahmezylinder (110) beheizbar ist, um das darin aufgenommene Druckmaterial (106) zu beheizen,

• einer Druckkopfbewegungseinrichtung (118), welche mit dem Druckkopf (108) verbunden ist und mittels welcher der Druckkopf (108) dreidimensional bewegbar ist, und

• einer Steuereinrichtung (120),

- welche mit der Druckkopfbewegungseinrichtung (118) verbunden ist und welche eingerichtet ist, um über die Druckkopfbewegungseinrichtung (118) die dreidimensionale Bewegung des Druckkopfs (108) zu steuern,

- welche mit der Kolbenbewegungsvorrichtung (114) verbunden ist, um über die Kolbenbewegungsvorrichtung (114) die

Linearverschiebung des Kolbens (112) zu steuern, und

- welche mit der Heizvorrichtung (116) verbunden ist, um über die Heizvorrichtung (116) die Temperatur des im Aufnahmezylinder (110) aufgenommenen Druckmaterials (104) auf eine vorbestimmte Temperatur einzustellen.

2. Vorrichtung (100) gemäß Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (120) derart eingerichtet ist, dass von ihr die Kolbenbewegungsvorrichtung (114) zum abwechselnden Ausgeben des Druckmaterials (104) aus dem Aufnahmezylinder (110) und Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial (104) steuerbar ist.

3. Vorrichtung (100) gemäß Anspruch 2, wobei die Steuereinrichtung (120) derart eingerichtet ist, dass von ihr beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial (104) aus dem Aufnahmezylinder (110) die Kolbenbewegungsvorrichtung (114) derart ansteuerbar ist, dass von der Kolbenbewegungsvorrichtung (114) der Kolben (112) in einer zur Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzten Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird, um auf der Druckmaterialseite (144) des Kolbens (112) einen Unterdruck zu erzeugen, auf dessen Basis das Druckmaterial (104) gehindert ist, unerwünscht weiter aus dem Aufnahmezylinder (110) auszutreten.

4. Vorrichtung (100) gemäß Anspruch 3, wobei die Steuereinrichtung (120) derart eingerichtet ist, dass von ihr beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial (104) aus dem Aufnahmezylinder (110) die Kolbenbewegungsvorrichtung (114) derart ansteuerbar ist, dass von der Kolbenbewegungsvorrichtung (114) der Kolben in einer zur Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzten Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung um eine kurze Distanz, die in einem Bereich von ungefähr 0,1 mm bis ungefähr 3 mm liegt, bewegt wird, um auf der Druckmaterialseite

Seite 7 --- (CL)

(144) des Kolbens (112) den Unterdruck zu erzeugen.

5. Vorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Kolbenbewegungsvorrichtung (114) aufweist

- eine Kolbenstange (122), die mit dem Kolben (112) verbunden ist und die mit einem Außengewinde versehen ist,
- eine Antriebsmutter (124), die mit dem Außengewinde der Kolbenstange (122) in einem Gewindeeingriff ist,
- einen Motor (M),

- der mit der Steuereinrichtung (120) verbunden ist und von der Steuereinrichtung (120) gesteuert in eine Vorwärts und eine Rückwärtsrichtung antreibbar ist und

- der mit der Antriebsmutter (124) verbunden ist und

- mittels dessen die Antriebsmutter (124) in eine Vorwärts- und in eine Rückwärtsdrehrichtung antreibbar ist, um dadurch anhand des Gewindeeingriffs die Kolbenstange (122) bei Vorwärtsdrehung in eine der Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung zugeordnete Kolbstangenvorwärtsbewegungsrichtung und bei Rückwärtsdrehung in eine der Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung zugeordnete Kolbenstangenrückwärtsbewegungsrichtung anzutreiben.

6. Vorrichtung (100) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Heizvorrichtung (116) aufweist:

- einen Heizmantel (150), von welchem der Aufnahmezylinder (110) zumindest entlang eines Teils seiner Länge umgeben ist.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei der Heizmantel (150) eine in Silikonmaterial eingebettete Heizwicklung (160) aufweist ist.

8. Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Objekts (102) mit einer Vorrichtung (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend die Schritte:

- Bewegen des Druckkopfs (108) über eine Druckunterlage (106) mittels der Druckkopfbewegungsvorrichtung (118) gesteuert von der Steuereinrichtung (120) gemäß einem vorgegebenen zu erstellenden Druckmuster,

- abwechselndes Ausgeben von Druckmaterial (104) aus dem Aufnahmezylinder durch Bewegen des Kolbens (112) in

die Kolbenvorwärtsbewegung und Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial (104) zum Drucken des Druckmaterials (104) auf die Druckunterlage (106) gemäß dem vorgegebenen zu erstellenden Druckmuster in Koordination mit dem Bewegen des Druckkopfs (108) gesteuert von der Steuervorrichtung (120),

- wobei beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial (104) aus dem Aufnahmezylinder (110) der Kolben (112) in die zur Kolbenvorwärtsbewegungsrichtung entgegengesetzte Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird, um auf der Druckmaterialseite (144) des Kolbens (112) einen Unterdruck zu erzeugen, auf dessen Basis das Druckmaterial gehindert wird, unerwünscht weiter aus dem Aufnahmezylinder (110) auszutreten.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei beim jeweiligen Stoppen der Ausgabe von Druckmaterial (104) aus dem Aufnahmezylinder (110) der Kolben (112) um eine kurze Distanz, die in einem Bereich von ungefähr 0,1 mm bis ungefähr 3 mm liegt, in die Kolbenrückwärtsbewegungsrichtung bewegt wird, um den Unterdruck zu erzeugen.

10. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 9, ferner aufweisend Einstellen der Temperatur des Druckmaterials (104) im Aufnahmezylinder gesteuert durch die Steuereinrichtung (120) zum Einstellen einer gewünschten Viskosität des Druckmaterials (104).

11. Verwendung der Vorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder Verwendung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10 zum Drucken von Thermoplasten oder zum Drucken von Schokolade und/oder von Marzipan.

Seite 8

Zeichnungen

Seite 9