

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
2. Oktober 2014 (02.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/154641 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 67/00 (2006.01) B41J 2/165 (2006.01)
B41J 2/045 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/055856

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2014 (24.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
13161676.5 28. März 2013 (28.03.2013) EP

(71) Anmelder: IVOCLAR VIVADENT AG [LI/LI];
Bendererstraße 2, CH-9494 Schaan (LI).

(72) Erfinder: LAUBERSHEIMER, Jürgen; Moos 4, CH-
9470 Buchs (CH). SCHMID, David; Wingertsplona 1,
CH-7204 Untervaz (CH).

(74) Anwälte: AHME, Johannes et al.; Uexküll & Stolberg,
Beselerstraße 4, 22607 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONSTRUCTING A SHAPED BODY LAYER-BY-LAYER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHICHTWEISEN AUFBAU EINES FORMKÖRPERS

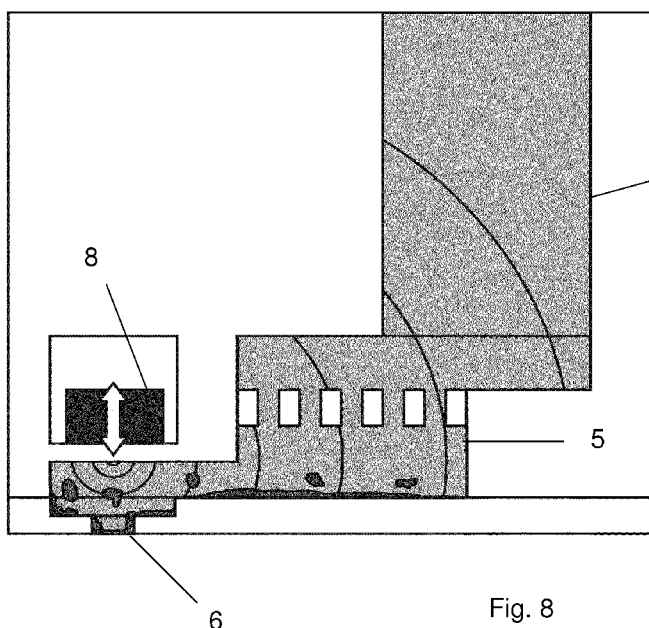


Fig. 8

(57) Abstract: The invention relates to a method for constructing a shaped body layer-by-layer by means of 3-D ink-jet printing method using a piezo print head (2) having a plurality of nozzles (6), each of which nozzle is associated with a piezo element (8), which can act on the associated nozzle in order to discharge ink therefrom. The piezo print head (2) is moved over a construction area under the control of a control unit, and during the movement the piezo elements are individually controlled for the positionally selective application of filled ink in order to thus apply a layer having a contour specified by the control unit. The applied layer is allowed to harden, and the desired shaped body is constructed by consecutively applying layers having a respective specified contour. According to the invention, the control unit is designed, after a specified number of printed layers and/or if the control unit detects a reduced discharge of ink from a nozzle (6) of the piezo print head (2), to move the piezo print head out of the construction area, then to subject the nozzle or nozzles having reduced discharge or all nozzles of the piezo print head to a nozzle cleaning in that the piezo element (8) or the piezo elements (8) of the nozzles to be cleaned are excited by means of a frequency of at least 20 kHz for the production of ultrasonic waves in

order to break up and detach any deposits in the nozzle.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum schichtweisen Aufbau eines Formkörpers mittels eines 3D-Tintenstrahldruckverfahrens mit einem Piezo-Druckkopf (2) mit mehreren Düsen (6), denen jeweils ein Piezo-Element (8) zugeordnet ist, das auf die zugehörige Düse einwirken kann, um Tinte daraus auszustoßen. Der Piezo-Druckkopf (2) wird gesteuert von einer Steuereinheit über ein Baugebiet verfahren, die Piezo-Elemente werden dabei individuell zur ortselektiven Aufbringung von gefüllter Tinte angesteuert, um so eine Schicht mit von der Steuereinheit vorgegebener Kontur aufzubringen. Die aufgebrachte Schicht wird aushärten gelassen und durch aufeinanderfolgende Aufbringung von Schichten mit jeweils vorgegebener Kontur wird der gewünschte Formkörper aufgebaut. Erfindungsgemäß ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, nach einer vorgegeben Anzahl von gedruckten Schichten und/oder falls die Steuereinheit bei einer Düse (6) des Piezo-Druckkopfs (2) einen verminderten Ausstoß von Tinte erfasst, den Piezo-Druckkopf aus dem Baugebiet herauszufahren, anschließend die Düse oder Düsen mit vermindertem Ausstoß oder alle Düsen des Piezo-Druckkopfs einer Düsenreinigung zu unterziehen, indem das oder die Piezo-Elemente (8) der zu reinigenden Düsen mit einer Frequenz von wenigstens 20 kHz zur Erzeugung von Ultraschallwellen angeregt werden, um eventuelle Ablagerungen in der Düse zu zerkleinern und zu lösen.

Verfahren und Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau eines Formkörpers

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum schichtweisen Aufbau eines Formkörpers mittels eines 3D-Tintenstrahldruckverfahrens mit einem Piezo-Druckkopf, der einen Tintenzulauf und mehrere damit verbundene Düsen aufweist, denen jeweils ein Piezo-Element zugeordnet ist, das auf die zugehörige Düse einwirken kann, um Tinte daraus auszustoßen, wobei jedes Piezo-Element des Piezo-Druckkopfes von einer Steuereinheit individuell zum Ausstoß von Tinte ansteuerbar ist und ihr Ausstoß von der Steuereinheit überwacht wird, wobei bei dem Verfahren der Piezo-Druckkopf gesteuert von der Steuereinheit über ein Baugebiet verfahren wird, die Piezo-Elemente dabei von der Steuereinheit individuell zur ortselektiven Aufbringung von gefüllter Tinte angesteuert werden, um so eine Schicht mit von der Steuereinheit vorgegebener Kontur aufzubringen, die aufgebrachte Schicht aushärten gelassen wird und durch aufeinanderfolgende Aufbringung von Schichten mit jeweils vorgegebener Kontur der gewünschte Formkörper aufgebaut wird, sowie auf eine dazu geeignete Vorrichtung.

Insbesondere zielt die Erfindung auf die Herstellung keramischer Formteile ab, die als Dentalrestaurationen dienen sollen. Seit einigen Jahren besteht die Möglichkeit, Zahnersatz „automatisiert“ mit CAD/CAM-Systemen herzustellen. Nach einer digitalen Abdrucknahme (Scannen im Mund des Patienten oder an einem abgeformten Duplikatmodell) kann der Zahnersatz auf Basis der Scandaten mit einer Fräsmaschine aus Vollmaterial gefräst bzw. geschliffen werden. Diese abtragenden Herstellungsverfahren haben allerdings den Nachteil, dass der größte Teil der eingesetzten, wertvollen Keramikmaterialien verloren geht.

Darüber hinaus sind die eingesetzten Maschinen bislang teuer und wartungsintensiv.

Neben den abtragenden Verfahren werden auch sogenannte „aufbauende Verfahren“ eingesetzt, die auch unter dem Begriff „Rapid-Prototyping“ oder „generative Fertigung“ bekannt sind. Beispiele für Rapid-Prototyping-Verfahren sind die Stereolithographie und 3D-Tintenstrahldruckverfahren, die meist als Ink Jet Printing bezeichnet werden. Das Prinzip des Rapid-Prototyping beruht auf dem schichtweisen Aufbau eines dreidimensionalen Formteils. Dabei werden zweidimensionale Schichten mit jeweils vorgegebener Kontur aufeinander aufgebaut.

Unter den 3D-Tintenstrahldruckverfahren ist das Drucken polymerisierbarer Tinten nur eines von mehreren Verfahren. Daneben sind auch das Drucken eines Binders in ein Pulverbett oder das Drucken flüssiger Wachse bekannt. Bei den 3D-Tintenstrahldruckverfahren werden, demselben Prinzip wie die aus dem Büroalltag bekannten klassischen Tintenstrahldrucker folgend, direkt 3D-Objekte gedruckt, indem durch einen Piezo-Druckkopf, der mehrere Düsen aufweisen kann, polymerisierbare Modellmaterialien („Tinten“) in definierten Tropfen abgegeben werden, die Tinte aushärtet und so eine Schicht mit der gewünschten gedruckten Kontur gebildet wird.

Beim Tintenstrahldrucken können Piezo-Druckköpfe eingesetzt werden, die einen Tintenzulauf und eine Mehrzahl von mit dem Tintenzulauf verbundenen Düsen aufweisen, wobei jeder Düse ein Piezoelement zugeordnet ist. Die Piezoelemente der einzelnen Düsen sind von einer Steuereinheit separat ansteuerbar. Durch Beaufschlagung der Piezoelemente mit Steuersignalen werden die Piezoelemente gezielt verformt, um durch die Verformung einen diskreten Tropfen der Tinte durch die Düse mit definierter Tropfengröße auszustoßen. Größe und Volumen der Tropfen sowie die Tropfenabfolge aus der Düse lassen sich dabei durch die

angelegten elektrischen Impulse steuern. Die Arbeitsfrequenz eines Piezoelements reicht aufgrund der Geometrie des Druckkopfes und der Rheologie der Tinten in der Regel bis etwa 20 kHz. Die Summe der Tropfen auf einem Substrat ergibt die gewünschte definierte zweidimensionale Struktur.

Die Düsen eines solchen Druckkopfes haben typischerweise eine sehr kleine Öffnung, die im Größenbereich von 10 bis 100 μm liegt, weshalb die ausgestoßenen Tropfen konsequenterweise sehr klein sind; ihr Durchmesser entspricht in erster Näherung der Öffnung der Düse, ihr Volumen liegt im Pikoliter-Bereich (10^{-10} bis 10^{-12} Liter). Daher ist es möglich, in solchen Druckprozessen sehr feine Strukturen mit hoher Auflösung zu drucken. Im Fall des 3D-Tintenstrahlendrucks werden dazu üblicherweise dünnflüssige, polymerisierbare, meist photopolymerisierbare Substanzen als Tinten eingesetzt, die unmittelbar nach Auftreffen der Tropfen auf dem Substrat ausgehärtet werden. Typischerweise geschieht das, indem ein oder mehrere Druckköpfe über ein Substrat hinwegbewegt werden, die eine flächige Struktur bestehend aus einer Vielzahl aneinander gereihter Tropfen einer mit Photoinitiatoren versehenen polymerisierbaren Tinte drucken, und nachfolgend (oder parallel dazu) eine Belichtung mit einer Lichtquelle durchgeführt wird, die Licht mit einer geeigneten Wellenlänge emittiert, um das photopolymerisierbare Material der Tinte zu polymerisieren.

Tinten für solche 3D-Tintenstrahldruckverfahren enthalten in der Regel Füllstoffe. Füllstoffe können zum Beispiel Farbpigmente, Trübungsmittel etc. sein, die die optischen Eigenschaften der Tinte verändern. Durch Füllstoffe können aber auch die Fließeigenschaften der Tinte beeinflusst oder die Rheologie gesteuert werden. Im Fall des 3D-Tintenstrahlendrucks zum Aufbau von keramischen Formkörpern sind Füllstoffpartikel notwendig. Die Füllstoffpartikel sind in diesem Fall das eigentliche Baumaterial (z.B. Oxidkeramik). Die sie umgebende Flüssigkeit

- 4 -

ist lediglich die Matrix, um diese Partikel mit der beschriebenen Technik zu einem Formkörper aufzubauen, wobei die Matrix zum Erhalt keramischer Formkörper nach abgeschlossenem Druckprozess ausgebrannt und der Formkörper anschliessend gesintert wird. Die Partikel beeinflussen dabei die Aspektverhältnisse (Dicken bzw. Schichthöhen) nicht direkt, jedoch die mechanischen, optischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften des Formkörpers.

Möchte man 3D-Formkörper aus einem bestimmten Material, wie zum Beispiel Metall oder Keramik, erzeugen, so sind Füllstoffpartikel nicht nur Hilfsstoffe zum Einstellen bestimmter Dimensionen oder mechanischen Eigenschaften des Formkörpers, sondern essentieller Bestandteil der Tinte, und die flüssigen Bestandteile der Tinte fungieren als eine Art Trägersubstanz. Dabei sind in erster Näherung die Dimensionen und mechanischen Eigenschaften des dreidimensionalen Formkörpers umso besser erreichbar, je höher der Feststoffanteil in der Suspension ist, also je mehr Partikel als Füllstoffe in der Tinte enthalten sind. Typischerweise liegen die Teilchengrößen im Bereich von 0,1 bis 1 μm , die sich insbesondere zum Erreichen eines hohen Füllgrades eignen. Ein hoher Anteil an Feststoffpartikeln kann sich jedoch auf zweierlei Weise negativ auf die Tinte bzw. in der Folge auf den Tropfenausstoß/Druckprozess auswirken. Zum einen nimmt die Viskosität der Tinte mit zunehmendem Füllgrad zu und damit verschlechtern sich die Fließeigenschaften der Tinte. Zum anderen besteht die Gefahr, dass die feinen Düsen verstopft oder teilweise zugesetzt werden, wodurch der Tropfenausstoß verhindert oder behindert werden kann.

Keramikgefüllte Tinten, sogenannte „Schlicker“, die sich zum Aufbau von Dentalrestaurationen eignen und die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung in 3D-Tintenstrahl-druckverfahren verwendbar sind, sind in EP 2 233 449 A1 be-

- 5 -

schrieben. Diese Tinten können Keramikpartikel, Wachs und mindestens ein radikales polymerisierbares Monomer enthalten. Zu weiteren Einzelheiten dieser Materialien wird auf die genannte veröffentlichte Patentanmeldung verwiesen. Auf dem genannten Dokument EP 2 233 449 basiert der Oberbegriff von Anspruch 1.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein 3D-Tintenstrahldruckverfahren zum Aufbau von Formkörpern und eine dazu dienende Vorrichtung so zu verbessern, dass das Verfahren und die Vorrichtung auch bei Verwendung gefüllter Tinten sicher und störungsfrei anwendbar sind.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und die Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Piezo-Druckkopf nach dem Drucken einer vorgebbaren Anzahl von Schichten oder falls eine Überwachung der Düsen des Piezo-Druckkopfes ergibt, dass eine oder mehrere Düsen einen gestörten Ausstoß zeigen, aus dem Baugebiet herausgefahren wird. Daraufhin werden alle Düsen oder die Düse oder die Düsen, bei denen ein gestörter Ausstoß festgestellt worden ist, einer Düsenreinigung unterzogen, indem zu jeder zu reinigenden Düse das zugehörige Piezo-Element mit einem Steuersignal mit einer Frequenz von wenigstens 20 kHz zur Erzeugung von Ultraschallwellen angesteuert wird, um durch die von dem Piezo-Element auf die Düse gerichteten Ultraschallwellen Ablagerungen oder Verstopfungen darin zu zerkleinern und zu lösen.

Das Wirkungsprinzip einer solchen Reinigung basiert auf Kavitation. Unter Kavitation versteht man die Bildung und Auflösung von Dampfblasen in Flüssigkeiten durch Druckschwankungen. Das in der Flüssigkeit vorhandene Ultraschallfeld erzeugt Wel-

- 6 -

len mit Über- und Unterdruck. Trifft eine solche Unterdruckwelle auf einen zu reinigenden Gegenstand, bilden sich an kleinen, als Keime fungierenden Luftbläschen mit Dampf gefüllte Hohlräume. Beim Auftreffen der darauf folgenden Hochdruckwelle auf den Hohlraum steigt der statische Druck im Hohlraum durch dessen Kompression wieder über den Sättigungsdampfdruck. Dadurch kondensieren die Dampfblasen schlagartig mit Schallgeschwindigkeit. Dabei entstehen sehr hohe Druckspitzen. Diese zyklisch entstehenden und verschwindenden Hohlräume können Ablagerungen in der Düse zerkleinern und ablösen. Außerdem sind die Piezo-Elemente in unmittelbarer Nachbarschaft zu den zugehörigen Düsen angeordnet, so dass sie sehr effektiv Ultraschallenergie auf die Düsen richten können.

Durch die erfindungsgemäße Verfahrensweise kann ohne geräte-technischen Mehraufwand, denn die zur Düsenreinigung eingesetzten Piezo-Elemente sind ja sowieso für den eigentlichen Tintenstrahldruckvorgang nötig, sichergestellt werden, dass die Düsen regelmäßig oder sobald sich Anzeichen für Verstopfungen zeigen, nach Unterbrechung des Tintenstrahldruckvorgangs in der beschriebenen Weise gereinigt werden können, um sie von Ablagerungen zu befreien, wonach der Tintenstrahldruckvorgang zum Aufbau des Formkörpers fortgesetzt wird. Dadurch kann die einwandfreie Funktionsfähigkeit des Piezo-Druckkopfes im Verlaufe des Tintenstrahldruckvorgangs zum Aufbau des Formkörpers sichergestellt werden, ohne dass es zu unkontrollierten Ausfällen von Teilen des Piezo-Druckkopfes aufgrund von Verstopfungen kommen kann. Dadurch können längere Unterbrechungen durch Ausfall oder teilweise Funktionsstörung des Piezo-Druckkopfes verhindert werden. Ferner kann die Herstellung schadhafter Formkörper verhindert werden, die entstehen können, wenn zu lange mit einem durch verstopfte Düsen teilweise funktionsgestörten Piezo-Druckkopf gedruckt wird.

- 7 -

Zur Ausführung der Reinigungsfunktion können die Piezoelemente zur Erhöhung der übertragenen mechanischen Energie mit Spannungsimpulsen hoher Amplitude und mit steilen Impulsflanken (Anstiegs- und Absinkzeiten) betrieben werden. Vorzugsweise haben die periodischen Steuerimpulse mit einer Impulsfolgefrequenz von wenigstens 20kHz kurze Anstiegszeiten im Bereich von 1 bis 4 μ s. Vorzugsweise liegen auch die Absinkzeiten im Bereich von 1 bis 4 μ s. Die Amplitude der Steuerimpulse zur Ultraschallerzeugung sollte möglichst hoch sein, vorzugsweise wenigstens 80% der für die Piezoelemente maximal zulässigen Amplitude.

Bei der erfindungsgemäßen Verfahrensweise wird der Tintenstrahl Druckvorgang, in regelmäßigen Abständen oder wenn sich erste Anzeichen von Verstopfungen einer oder mehrerer Düsen zeigen, kurz unterbrochen, der Piezo-Druckkopf an einen von dem Baugebiet entfernten Ort verfahren und dort die Düsenreinigung betroffener Düsen durch Erzeugung von Ultraschallwellen durch die zugehörigen Piezo-Elemente durchgeführt, wonach der Piezo-Druckkopf wieder zurück in das Baugebiet verfahren und der nur kurz unterbrochene Druckvorgang fortgesetzt werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass bei der Düsenreinigung zusätzlich zu der Anwendung von Ultraschall alternierend hydrostatischer Über- und Unterdruck über die Düse oder die Düsen erzeugt wird, um gelöste Ablagerungen aus der oder den Düsen des Piezo-Druckkopfes fortzuspülen. Diese Druckanwendung kann zum Beispiel über eine Pumpe erfolgen, die Druckluft in eine Tintenkanne einführt, von der der Tintenzufluss des Piezo-Druckkopfes abgeht. Der eingestellte Druck in der Tintenkanne bestimmt daher auch den Druck der Tinte in den Düsen gegenüber dem Umgebungsdruck.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels in den Zeichnungen beschrieben, in denen:

Fig. 1 schematisch eine Frontansicht eines Piezo-Druckkopfes im Querschnitt zeigt,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Piezo-Druckkopfes mit einer Detailvergrößerung zeigt,

Fig. 3 eine schematische seitliche Schnittansicht des Piezo-Druckkopfes mit einer zugehörigen Tintenkammer zeigt,

Fig. 4 eine seitliche Schnittansicht wie Fig. 3 bei Anlegen eines Unterdrucks in der Tintenkammer zeigt,

Fig. 5 eine seitliche Schnittansicht wie in Fig. 3 bei Anlegen eines Überdrucks in der Tintenkammer zeigt,

Fig. 6 eine seitliche Schnittansicht eines Ausschnitts des Piezo-Druckkopfes bei Erzeugen von Ultraschallwellen durch ein Piezo-Element zeigt,

Fig. 7 eine seitliche Schnittansicht eines Ausschnitts des Piezo-Druckkopfes zeigt, in der die Bildung von Ablagerungen in der Düse und stromaufwärts davon gezeigt ist,

Fig. 8 eine seitliche Schnittansicht wie Fig. 7 zeigt, wobei das Piezo-Element der dargestellten Düse Ultraschallwellen erzeugt, um die Ablagerungen zu lösen,

Fig. 9 eine seitliche Schnittansicht wie Fig. 7 und 8 zeigt, wobei die Reinigung durch Anlegen von Unterdruck stromaufwärts der Düse unterstützt wird,

- 9 -

Fig. 10 eine seitliche Schnittansicht wie in den Fig. 7 bis 9 zeigt, wobei die Reinigung durch Anlegen von Überdruck stro-
maufwärts der Düse unterstützt wird und die Ablagerungen da-
durch mit der Tinte aus dem Druckkopf herausgespült werden,

Fig. 11 eine seitliche Schnittansicht wie in den Fig. 7 bis 10 zeigt, wobei die Düse nach durchgeführter Reinigung wieder
normal arbeitet, und

Fig.12 die Impulsform eines die Piezoelemente beim Reinigungs-
vorgang ansteuernden Steuersignals zeigt.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Piezo-Druckkopf von vorne in
einer Schnittansicht. Der Piezo-Druckkopf 2 hat Tintenzuläufe
4, die zu einer Sammelleitung 5 führen. Mit der Sammelleitung
5 sind eine Mehrzahl von Düsen 6 (von denen nur eine mit Be-
zugzeichen versehen ist) verbunden. Jeder Düse 6 ist ein Pie-
zo-Element 8 zugeordnet, das mechanisch auf die Düse 6 einwir-
ken kann, um Flüssigkeit aus der Düse 6 auszustoßen. Jedes
Piezo-Element 8 ist von einer Steuereinheit individuell ans-
steuerbar und wird von der Steuereinheit mit Steuerimpulsen
versorgt, um den Ausstoß von Tropfen für jede Düse 6 indivi-
duell gesteuert durchzuführen.

Fig. 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch den Piezo-
Druckkopf mit einer Detailvergrößerung im Bereich einer Düse
6. Durch die Steuereinheit wird jedes Piezoelement 8 mit Span-
nungsimpulsen gesteuert, die eine gesteuerte Ausdeh-
nung/Kontraktion des Piezoelements 8 bewirken. Diese Ausdeh-
nungsänderung wird mechanisch auf die Tinte im Bereich stro-
maufwärts der Düse 6 übertragen, um so durch einen gezielten
Steuerimpuls auf das Piezoelement 8 den Ausstoß eines Tropfens
Tinte aus der Düse 6 zu bewirken.

- 10 -

In Fig. 3 ist eine weitere Schnittansicht des Piezo-Druckkopfes gezeigt. Der Piezo-Druckkopf ist hier mit einer Tintenkammer 10 versehen, aus der Tinte in die Tintenzuläufe 4 zugeführt werden kann. In der Tintenkammer 10 wird ein Unterdruck P_M erzeugt. Dieser Unterdruck ist zur Aufrechterhaltung des für die Tropfenerzeugung notwendigen Meniskus in der Düse notwendig, wobei die Flüssigkeitssäule im Reservoir zu berücksichtigen ist. Für diesen Unterdruck gilt die Beziehung:

$$P_M \approx -(P_{\text{Kapillar}} + \rho \cdot g \cdot h),$$

wobei ρ die Dichte der Tinte, g die Erdbeschleunigung und h die Höhe des Flüssigkeitsspiegels in der Tintenkammer über dem Düsenausgang ist. P_{Kapillar} ist der notwendige Unterdruck um den Meniskus in der Kapillare (Düse) zu erzeugen und misst in der Regel 2.5 bis 10 mbar.

Fig. 4 zeigt eine entsprechende Schnittansicht wie Fig. 3, wobei der Druck in der Tintenkammer nun unter den Druck P_M weiter erniedrigt ist. Durch Anlegen eines starken Unterdrucks wird Luft durch die Düsen angesogen. Dabei wird die Tinte aus der Düse zurückgezogen und wird die Tropfengenerierung verhindert.

In Fig. 5 ist die Situation dargestellt, in der die Tintenkammer mit einem Überdruck über P_M versorgt ist. Wenn der Überdruck hoch genug ist, wird die Tinte als Flüssigkeitsstrahl aus der Düse gedrückt.

Die Erzeugung von Über- oder Unterdruck in der Tintenkammer kann zum Beispiel durch eine steuerbare Pumpe oder eine andere steuerbare Luftdruckquelle erfolgen, die mit der Tintenkammer über eine Leitung verbunden ist und die von der Steuereinheit gesteuert wird.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt des Piezo-Druckkopfes im seitlichen Schnitt, wobei hier das Piezoelement 8 von der Steuereinheit zur Erzeugung von Ultraschallwellen mit einer Frequenz von wenigstens 20 kHz angeregt wird. Die sich in der Tintenflüssigkeit und auch in Richtung der Düse 6 ausdehnenden Ultraschallwellen sind schematisch dargestellt.

In Fig. 7 ist der Ausschnitt des Piezo-Druckkopfes wiederum im Schnitt gezeigt, wobei hier angedeutet ist, dass sich im Bodenbereich der Sammelleitung und im Bereich der Düse Ablagerungen gebildet haben. Aufgrund dieser Ablagerungen ist die Düse 6 teilweise verstopft und ihre Funktion daher gestört.

Es ist vorgesehen, dass die Düsen des Piezo-Druckkopfes in regelmäßigen Abständen gereinigt werden oder dann gereinigt werden, wenn festgestellt wird, dass eine Düse teilweise oder ganz verstopft ist. Die Steuereinrichtung des Piezo-Druckkopfes kann die Funktion der Düsen überwachen. Dies kann zum Beispiel durch Erfassung des Druckes in der Tintenflüssigkeit stromaufwärts der Düse 6 erfolgen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass die Steuereinrichtung das Bild der ausgedruckten Tinte erfasst und auf Stellen hin untersucht, wo durch mangelnden Flüssigkeitsaustritt aus einer Düse ein unvollständiges Druckergebnis erreicht worden ist. Falls eine oder mehrere Düsen als gestört erfasst werden, wird der Piezo-Druckkopf aus dem Baugebiet des gerade aufzubauenden Formkörpers herausgefahren und alle seine Düsen oder nur die als in ihrer Funktion gestört erfassten einer Düsenreinigung unterzogen.

Der Ablauf der Düsenreinigung ist schematisch in der Folge der seitlichen Schnittdarstellungen in den Fig. 7 bis 10 dargestellt. In Fig. 7 ist die Situation eingetreten, dass eine Düse durch Ablagerungen teilweise verstopft ist. Zu Beginn der Düsenreinigung versetzt die Steuereinheit das Piezoelement 8 mit

hochfrequenten Steuerimpulsen in Schwingungen, so dass das Piezoelement Ultraschallwellen mit Frequenzen von wenigstens 20 kHz ausstrahlt. Die Ultraschallwellen pflanzen sich in der Tintenflüssigkeit fort, wie in Fig. 8 dargestellt. Durch in der Tintenflüssigkeit erzeugte Kavitation erfolgt eine mechanische Einwirkung auf die Materialablagerungen, die dadurch zerkleinert und abgelöst werden.

Die Düsenreinigung wird unterstützt durch eine alternierende Beaufschlagung der Tintenkammer mit Unter- und Überdruck, so dass eine pulsierende, hin- und hergehende Strömung durch die Düse erzeugt wird, durch die die gelösten Ablagerungen fortgespült werden sollen. Diese alternierende Versorgung der Tinte mit Unterdruck und Überdruck ist schematisch in den Fig. 9 und 10 dargestellt, in denen in Fig. 9 ein Unterdruck angelegt ist, der Tinte aus der Düse nach oben und Luftblasen durch die Düse in die Sammelleitung und den Tintenzulauf ansaugt. Durch die nachfolgende Versorgung der Tinte mit Überdruck in Fig. 10 wird Tinte durch die Düse 6 in einem Flüssigkeitsstrahl nach außen gedrückt, wodurch gelöste Teile der Ablagerungen fortgespült werden. Die pulsierende Versorgung der Tinte mit Unterdruck und Überdruck wie in den Fig. 9 und 10 dargestellt kann zum Beispiel mit einer Frequenz von 0,1 bis 1 Hz alternierend erfolgen.

Zur Ausführung der Reinigungsfunktion können die Piezoelemente zur Erhöhung der übertragenen mechanischen Energie mit Spannungsimpulsen hoher Amplitude und mit steilen Impulsflanken (kurze Anstiegs- und Absinkzeiten) betrieben werden. Die Pulsform kann dabei einer Trapezform entsprechen (siehe Fig. 12), wobei t_r der Anstiegszeit, t_h der Haltezeit und t_f der Absinkzeit des Pulses entsprechen. Je nach Druckkopf können die Anstiegs- und Absinkzeiten Werte im Bereich von 1 bis 4 μ s annehmen, die Haltezeiten messen in der Regel 0 bis 15 μ s. Die Amplitude U hängt vom vorliegenden Druckkopf und den entsprechen-

den Piezoelementen ab und sollte mindestens 80% der für den spezifischen Druckkopf maximalen elektrischen Spannung betragen. Je nach Druckkopf werden dafür Werte von 20 bis 200 V angelegt. T entspricht der Periodendauer und ist der Kehrwert der resultierenden Frequenz. Bei min. 20 kHz beträgt die Periodendauer daher max. 50 μ s.

Patentansprüche

1. Verfahren zum schichtweisen Aufbau eines Formkörpers mittels eines 3D-Tintenstrahldruckverfahrens mit einem Piezo-Druckkopf (2), der einen Tintenzulauf (4) und mehrere damit verbundene Düsen (6) aufweist, denen jeweils ein Piezo-Element (8) zugeordnet ist, das auf die zugehörige Düse einwirken kann, um Tinte daraus auszustoßen, wobei jedes Piezo-Element des Piezo-Druckkopfes von einer Steuereinheit individuell zum Ausstoß von Tinte ansteuerbar ist und ihr Ausstoß von der Steuereinheit überwacht wird, wobei bei dem Verfahren der Piezo-Druckkopf (2) gesteuert von der Steuereinheit über ein Baugebiet verfahren wird, die Piezo-Elemente dabei von der Steuereinheit individuell zur ortselektiven Aufbringung von gefüllter Tinte angesteuert werden, um so eine Schicht mit von der Steuereinheit vorgegebener Kontur aufzubringen, die aufgetragene Schicht aushärten gelassen wird und durch aufeinanderfolgende Aufbringung von Schichten mit jeweils vorgegebener Kontur der gewünschte Formkörper aufgebaut wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, nach einer vorgegeben Anzahl von gedruckten Schichten und/oder falls die Steuereinheit bei einer Düse (6) des Piezo-Druckkopfs (2) einen verminderten Ausstoß von Tinte erfasst, den Piezo-Druckkopf aus dem Baugebiet herauszufahren, anschließend die Düse oder Düsen mit vermindertem Ausstoß oder alle Düsen des Piezo-Druckkopfs einer Düsenreinigung zu unterziehen, indem das oder die Piezo-Elemente (8) der zu reinigenden Düsen mit einer Frequenz von wenigstens 20 kHz zur Erzeugung von Ultraschallwellen angeregt werden, um eventuelle Ablagerungen in der Düse zu zerkleinern und zu lösen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Düsenreinigung zusätzlich zur Ultraschallanwendung alternierend hydrostatischer Über- und Unterdruck über die Düse oder Düsen erzeugt werden, um gelöste Ablagerungen aus der oder den Düsen des Piezo-Druckkopfes (2) fortzuspülen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Düsenreinigung die Piezoelemente (8) mit periodischen Steuerimpulsen mit kurzen Anstiegszeiten (R_t) im Bereich 1 bis 4 μ s angesteuert werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Düsenreinigung die Piezoelemente (8) mit periodischen Steuerimpulsen mit kurzen Absinkzeiten (F_t) im Bereich 1 bis 4 μ s angesteuert werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitude der Steuerimpulse zur Düsenreinigung wenigstens 80% der für die Piezoelemente (8) maximal zulässigen Amplitude beträgt.
6. Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau eines Formkörpers mit einem 3D-Tintenstrahldruckverfahren mit einem Piezo-Druckkopf (2), der einen Tintenzulauf (4) und mehrere damit verbundene Düsen (6) aufweist, denen jeweils ein Piezo-Element (8) zugeordnet ist, das auf die zugehörige Düse (6) einwirken kann, um Tinte daraus auszustoßen, einer Steuereinheit, durch die die Piezo-Elemente (8) des Piezo-Druckkopfes (2) individuell zum Ausstoß von Tinte durch die zugehörige Düse ansteuerbar sind, und mit Einrichtungen zur Überwachung der Funktion der Düsen durch die Steuereinheit, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, beim Aufbau eines Formkörpers den Piezo-Druckkopf über ein Baugebiet zu verfahren, die Piezo-Elemente individuell zur

- 16 -

ortsselektiven Abgabe von gefüllter Tinte durch die zugehörigen Düsen anzusteuern, um so eine Schicht mit von der Steuereinheit vorgegebener Kontur aufzubringen, und durch aufeinanderfolgende Aufbringungen von Schichten mit jeweils vorgegebener Kontur den gewünschten Formkörper aufzubauen, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung weiter dazu eingerichtet ist, nach einer vorgegebenen Anzahl von gedruckten Schichten und/oder falls die Steuereinheit bei einer Düse (6) des Piezo-Druckkopfs (2) einen verminderten Ausstoß von Tinte erfasst, den Piezo-Druckkopf aus dem Baugebiet für den Formkörper herauszufahren und anschließend die Düse oder die Düsen mit vermindertem Ausstoß oder alle Düsen des Piezo-Druckkopfes einer Düsenreinigung zu unterziehen, indem das oder die Piezo-Elemente (8) der zu reinigenden Düsen (6) mit einer Frequenz von wenigstens 20 kHz zur Erzeugung von Ultraschallwellen angeregt wird, um eventuelle Ablagerungen in der Düse zu zerkleinern und zu lösen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine steuerbare Druckerzeugungseinrichtung vorhanden ist, die auf die Tinte in dem Tintenzulauf (4) und in den Düsen (6) einwirkt, und die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, im Zusammenhang mit einer Düsenreinigung alternierend Unter- und Überdruck über die zu reinigenden Düsen anzulegen, so dass durch einen pulsierend hin- und hergehenden Tintenstrom durch die Düse oder die Düsen Ablagerungen fortgespült werden.

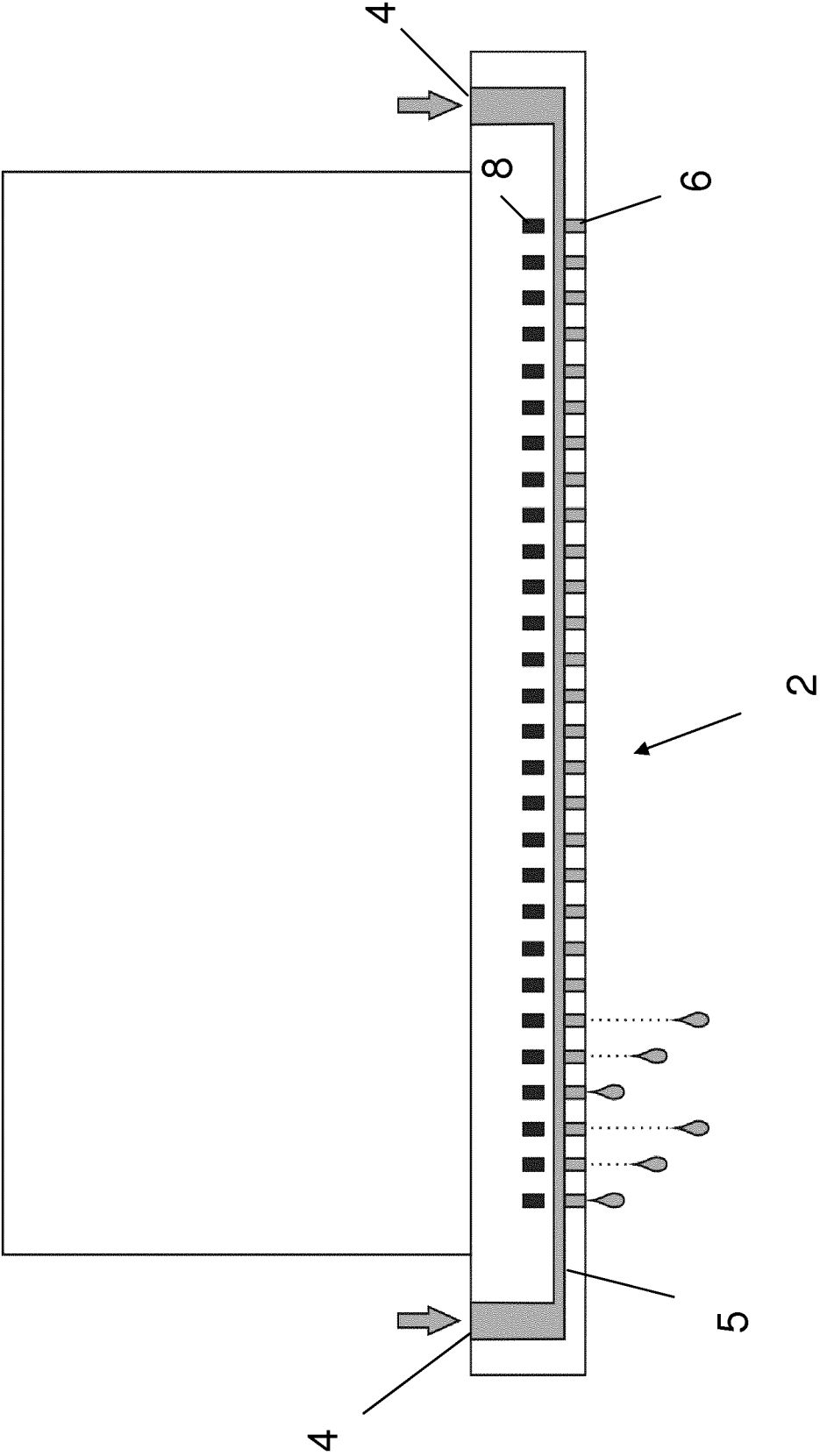
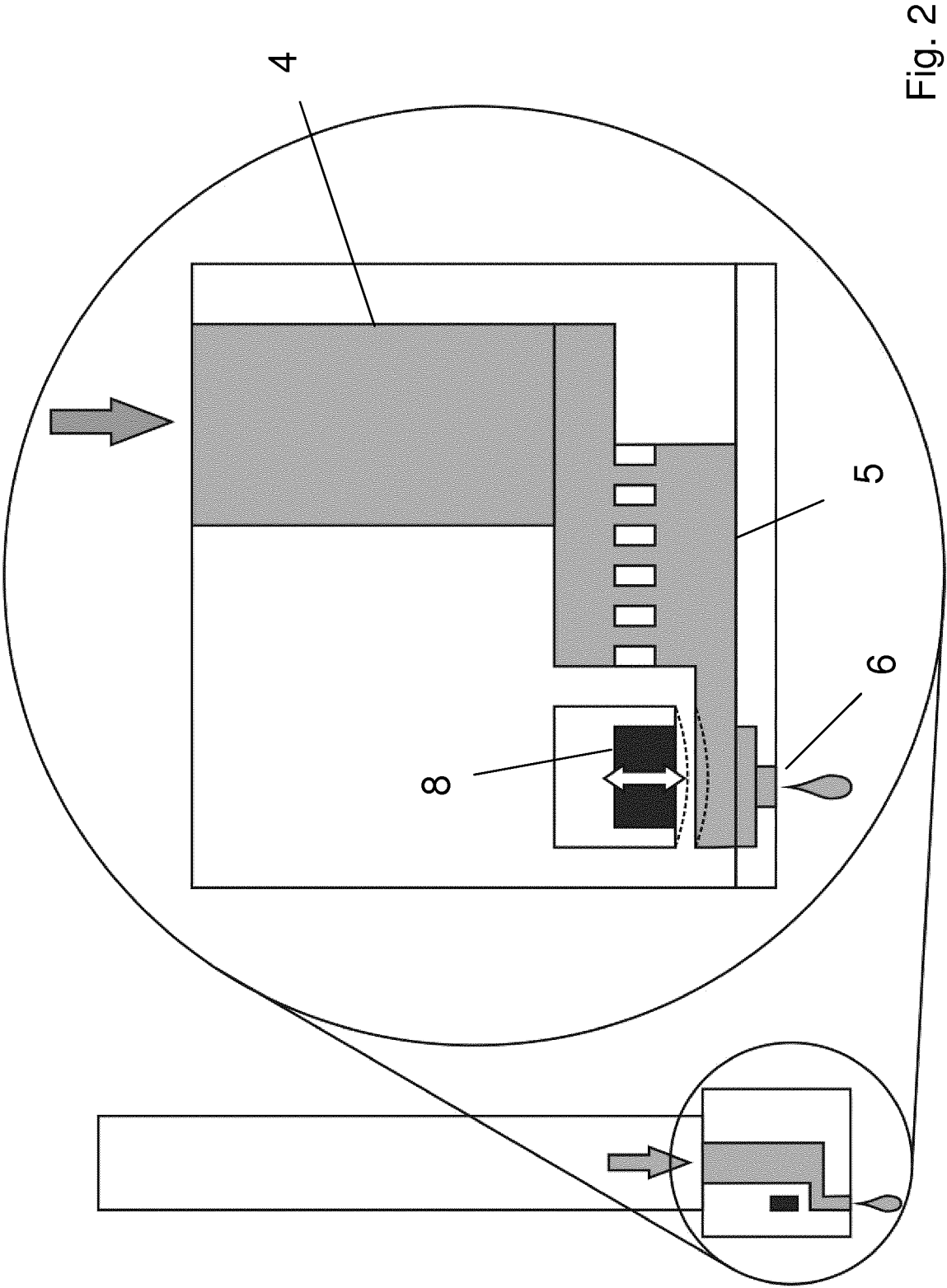


Fig. 1



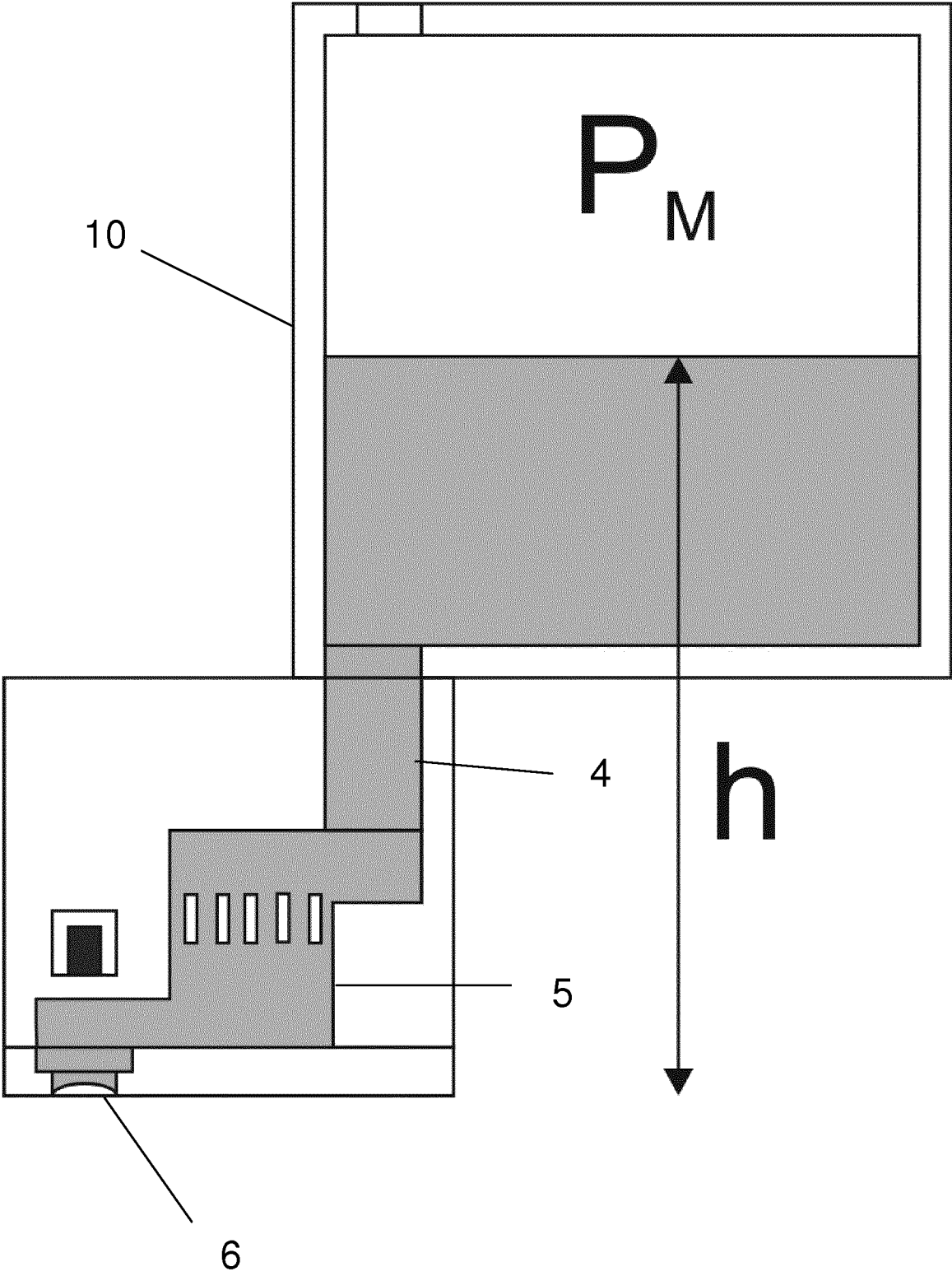


Fig. 3

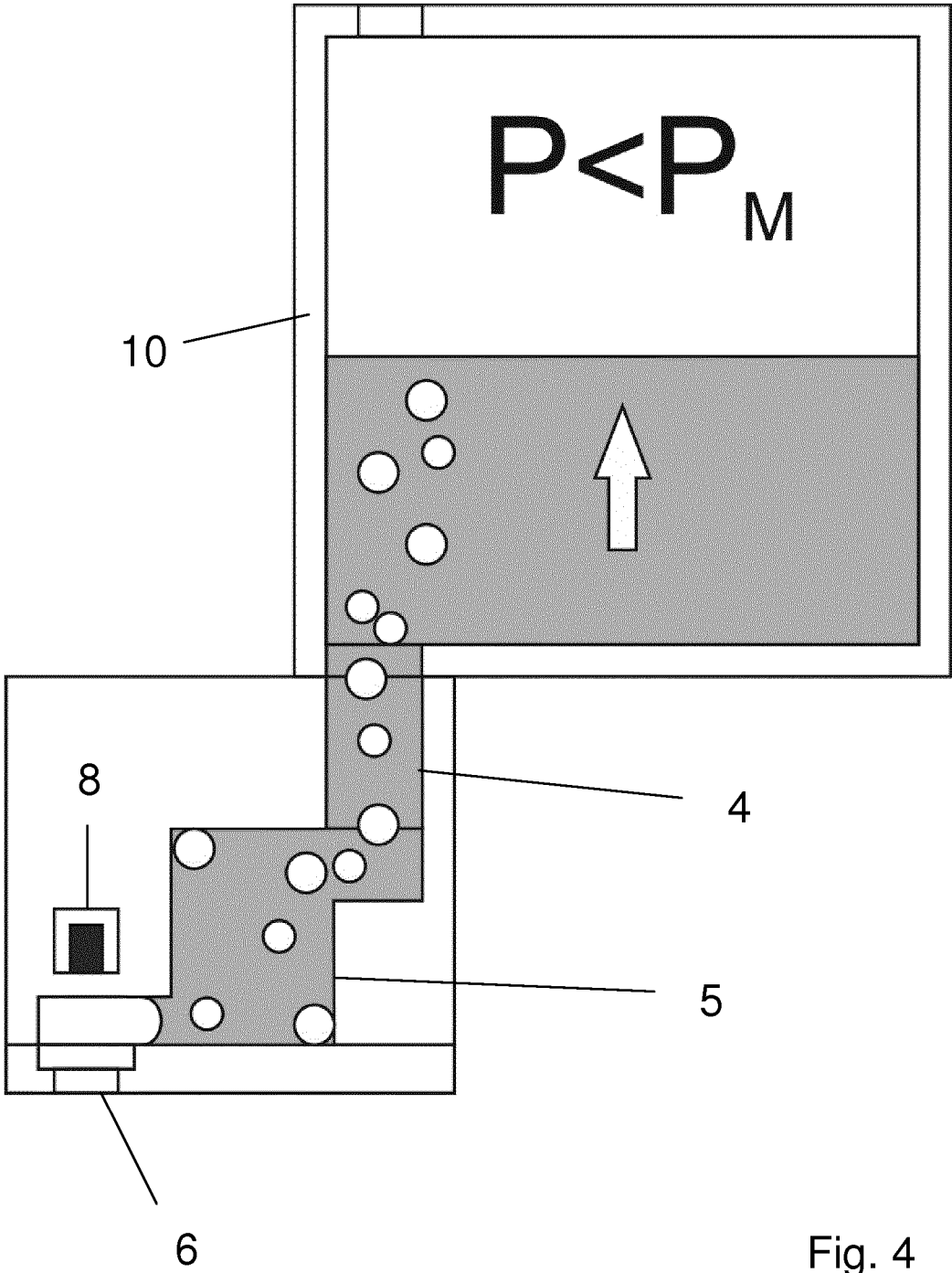


Fig. 4

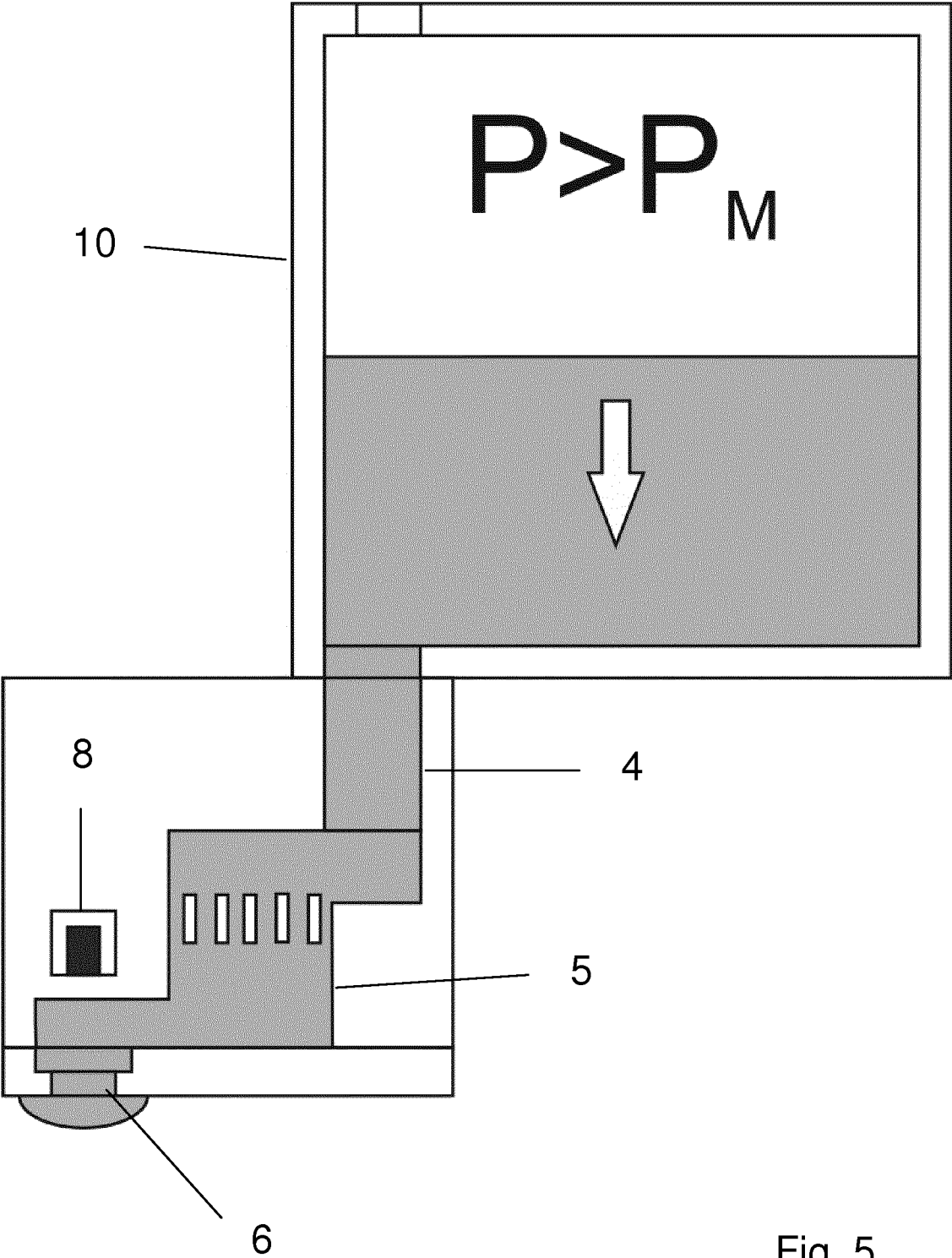


Fig. 5

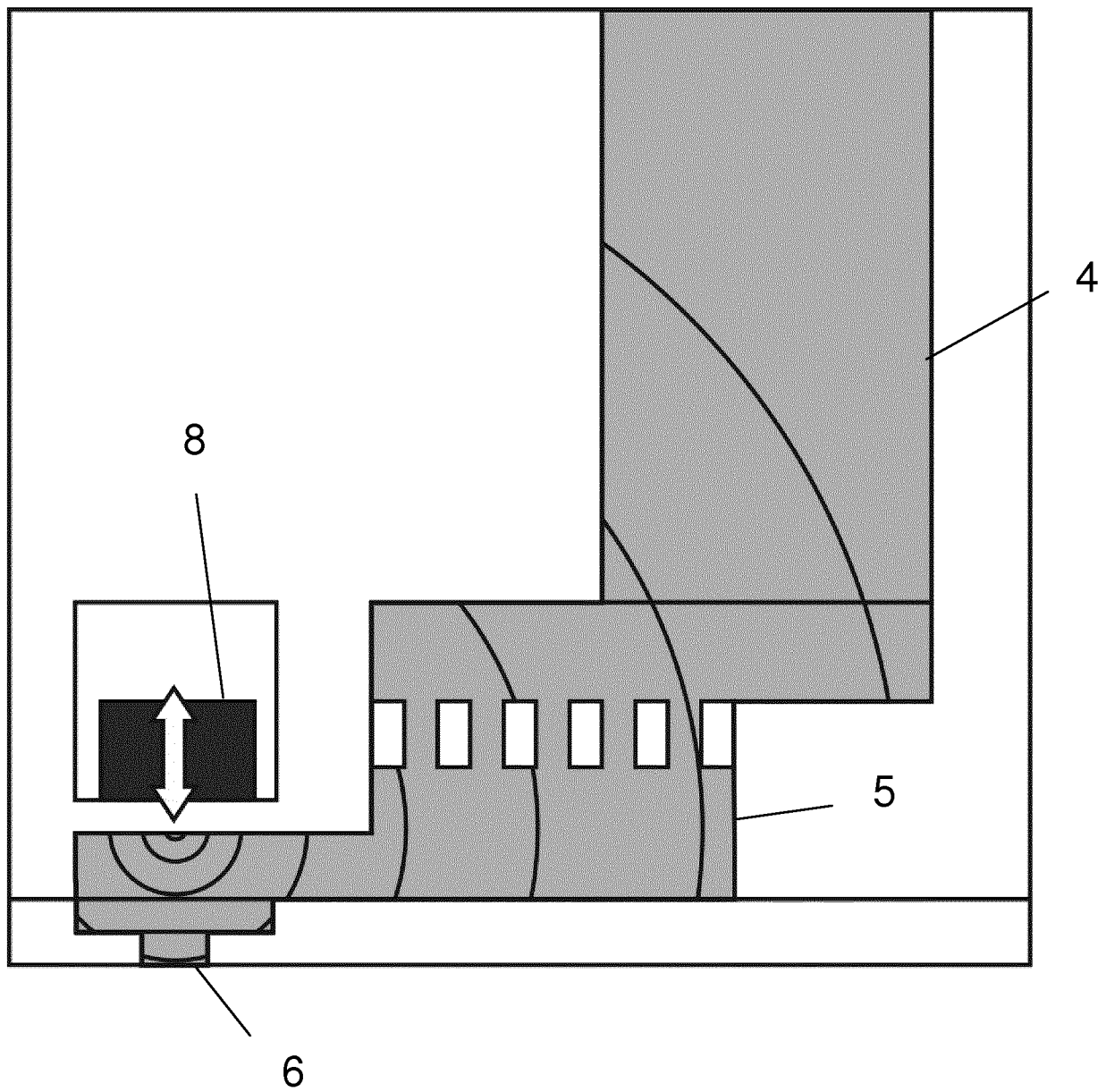


Fig. 6

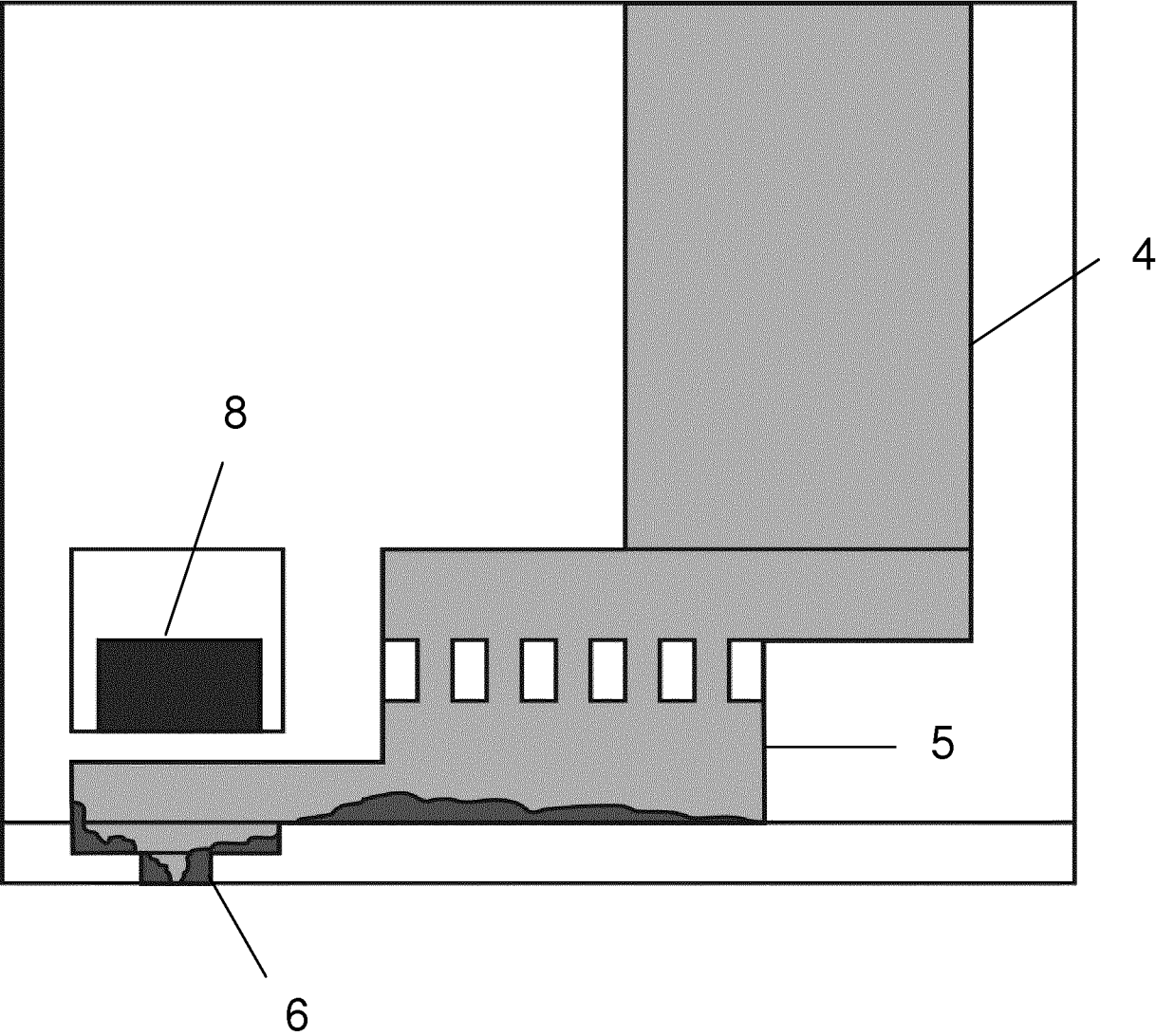


Fig. 7

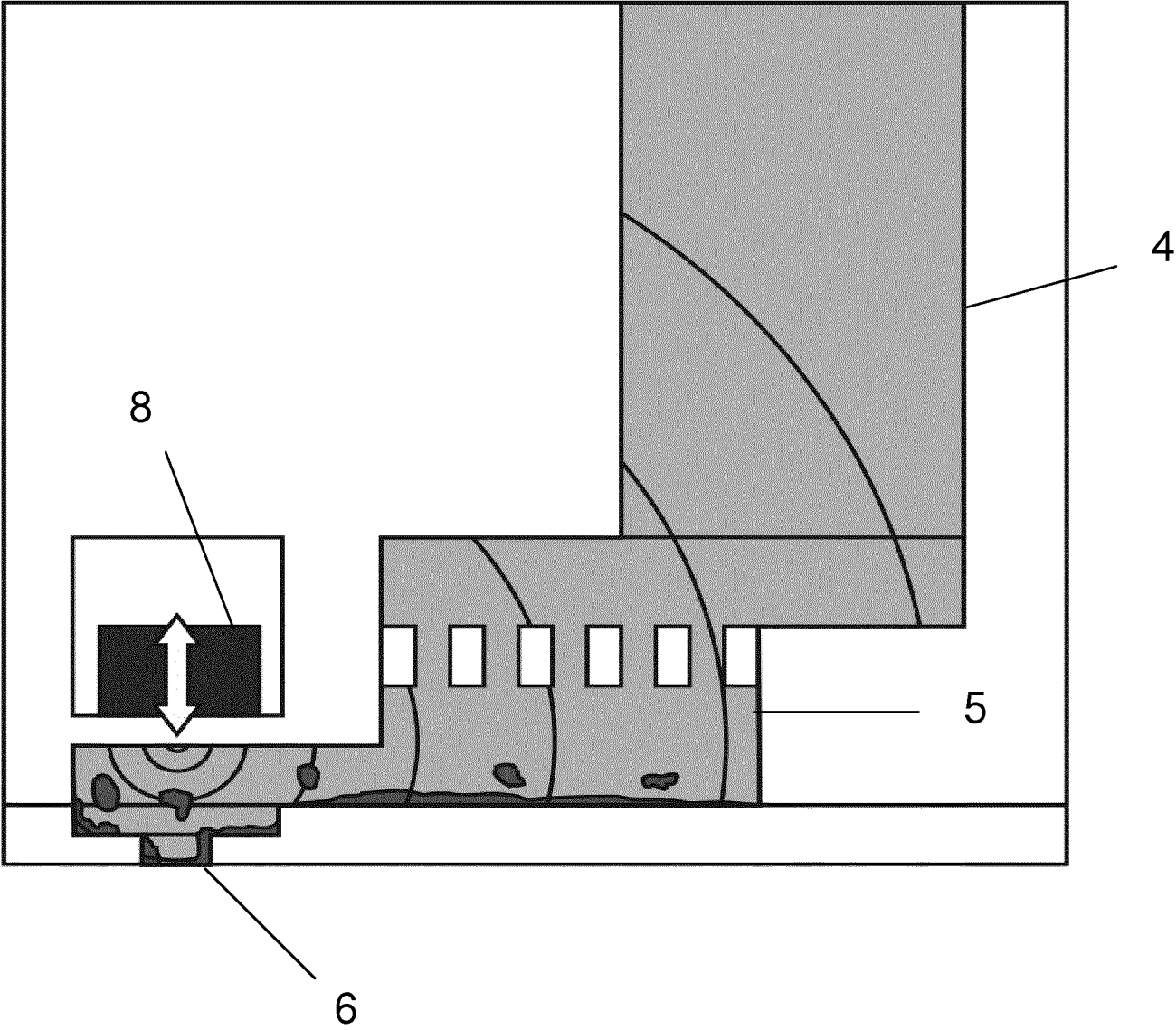


Fig. 8

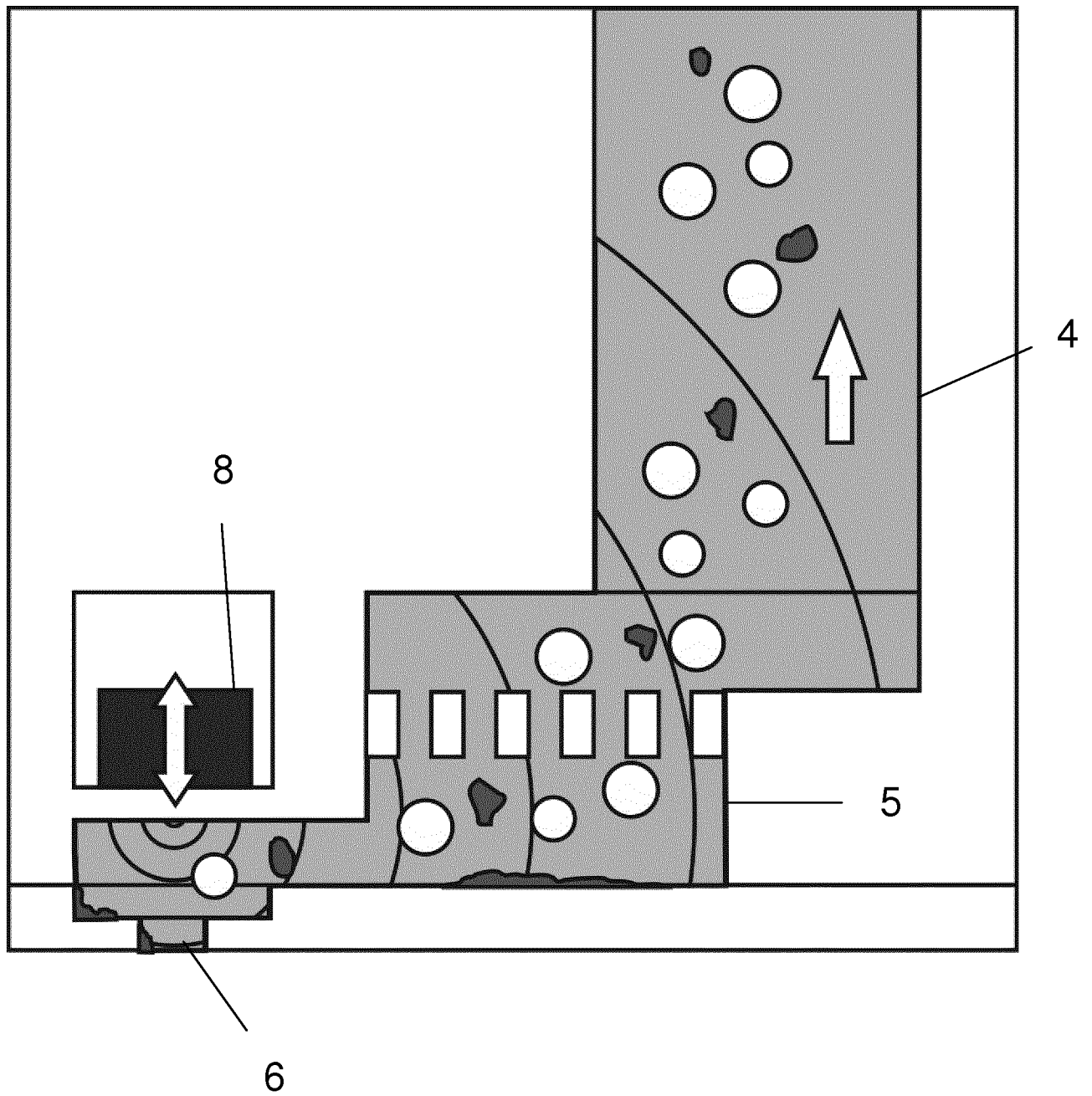


Fig. 9

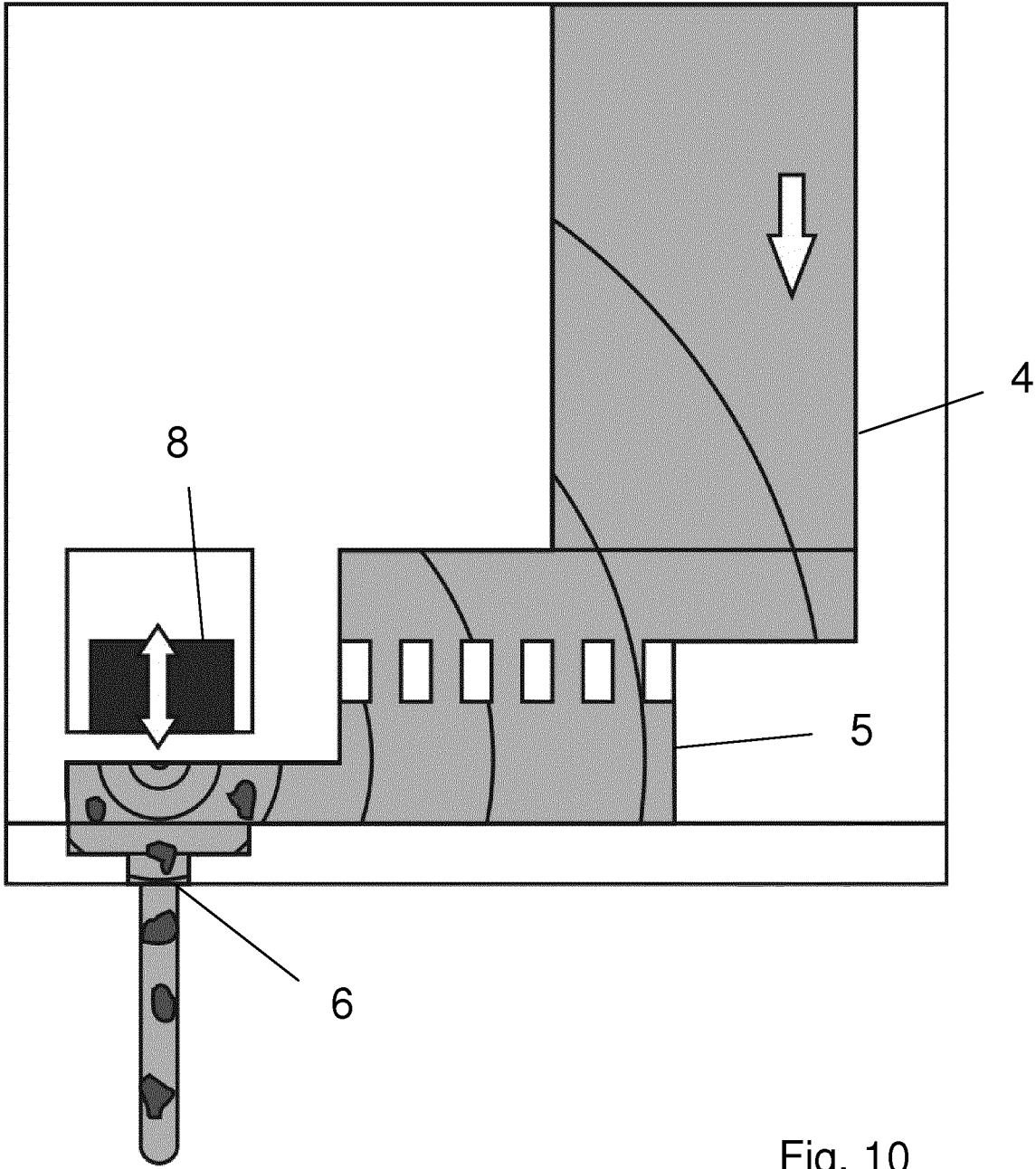


Fig. 10

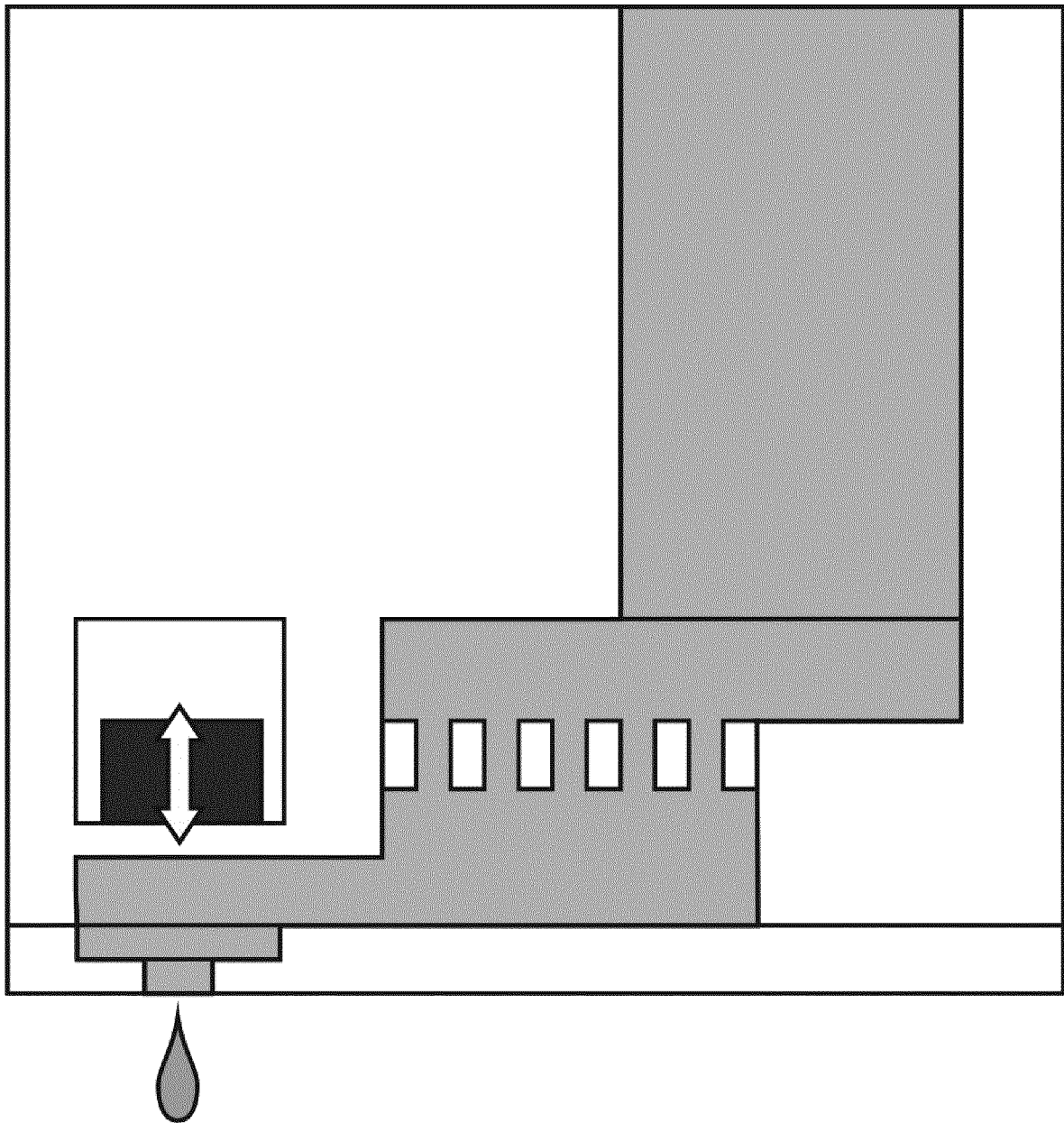


Fig. 11

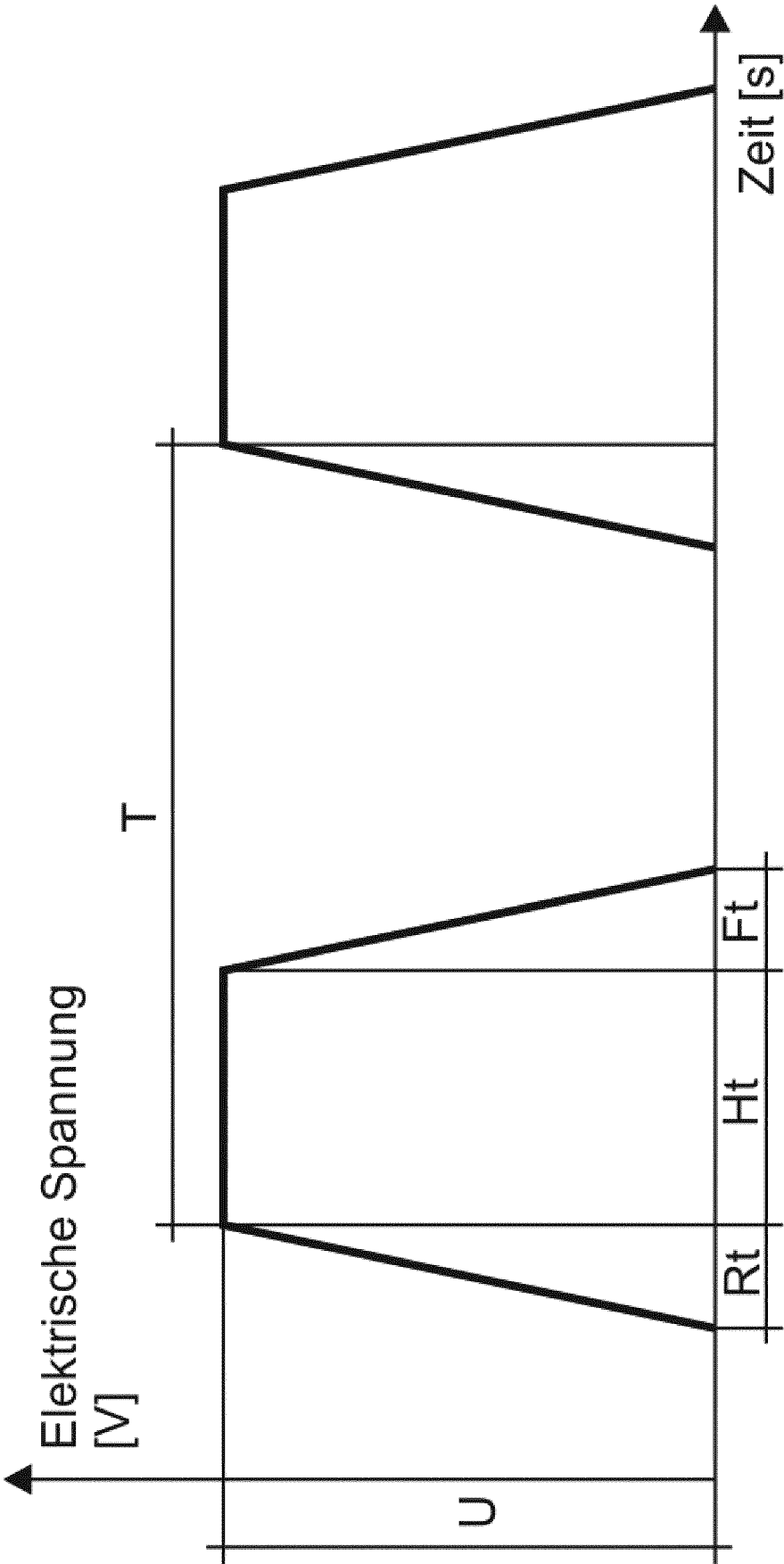


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/055856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B29C67/00 B41J2/045 B41J2/165 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C B41J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/061618 A1 (HERNANDEZ ANDRES T [US] ET AL HERNANDEZ ANDRES TOMAS [US] ET AL) 23 March 2006 (2006-03-23) paragraph [0107] - paragraph [0116] claims	1-7
Y	----- EP 0 988 977 A1 (EASTMAN KODAK CO [US]) 29 March 2000 (2000-03-29) the whole document	1-7
Y	----- DE 10 2009 055966 A1 (VOXELJET TECHNOLOGY GMBH [DE]) 1 June 2011 (2011-06-01) paragraph [0060] paragraph [0104] claims	1-7
----- - / - -		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex. </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">28 July 2014</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">01/08/2014</div>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Whelan, Natalie</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/055856

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>EP 0 911 171 A1 (HEWLETT PACKARD CO [US]) 28 April 1999 (1999-04-28) figure 2 paragraph [0001] paragraph [0004] paragraph [0006] - paragraph [0015] paragraph [0036] - paragraph [0042] paragraph [0051] paragraph [0055] - paragraph [0061] -----</p>	1-7
A	<p>WO 2011/135496 A2 (OBJET GEOMETRIES LTD [IL]; DIKOVSKY DANIEL [IL]; LEVY AVRAHAM [IL]; NA) 3 November 2011 (2011-11-03) the whole document -----</p>	1
A	<p>EP 1 095 776 A1 (SCITEX DIGITAL PRINTING INC [US] EASTMAN KODAK CO [US]) 2 May 2001 (2001-05-02) the whole document -----</p>	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055856

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006061618	A1	23-03-2006	CN 101056766 A 17-10-2007
		EP 1805024 A2 11-07-2007	
		JP 5243030 B2 24-07-2013	
		JP 2008513199 A 01-05-2008	
		KR 20070083737 A 24-08-2007	
		US 2006061618 A1 23-03-2006	
		US 2008252682 A1 16-10-2008	
		WO 2006033903 A2 30-03-2006	
EP 0988977	A1	29-03-2000	EP 0988977 A1 29-03-2000
		JP 2000094702 A 04-04-2000	
DE 102009055966	A1	01-06-2011	DE 102009055966 A1 01-06-2011
		EP 2504154 A1 03-10-2012	
		WO 2011063786 A1 03-06-2011	
EP 0911171	A1	28-04-1999	NONE
WO 2011135496	A2	03-11-2011	CN 103025506 A 03-04-2013
		EP 2563568 A2 06-03-2013	
		JP 2013525152 A 20-06-2013	
		US 2013040091 A1 14-02-2013	
		WO 2011135496 A2 03-11-2011	
EP 1095776	A1	02-05-2001	CA 2323820 A1 29-04-2001
		DE 60031065 T2 16-05-2007	
		EP 1095776 A1 02-05-2001	
		JP 2001158109 A 12-06-2001	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055856

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C67/00 B41J2/045 B41J2/165
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C B41J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2006/061618 A1 (HERNANDEZ ANDRES T [US] ET AL HERNANDEZ ANDRES TOMAS [US] ET AL) 23. März 2006 (2006-03-23) Absatz [0107] - Absatz [0116] Ansprüche	1-7
Y	EP 0 988 977 A1 (EASTMAN KODAK CO [US]) 29. März 2000 (2000-03-29) das ganze Dokument	1-7
Y	DE 10 2009 055966 A1 (VOXELJET TECHNOLOGY GMBH [DE]) 1. Juni 2011 (2011-06-01) Absatz [0060] Absatz [0104] Ansprüche	1-7
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. Juli 2014	01/08/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Whelan, Natalie

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 911 171 A1 (HEWLETT PACKARD CO [US]) 28. April 1999 (1999-04-28) Abbildung 2 Absatz [0001] Absatz [0004] Absatz [0006] - Absatz [0015] Absatz [0036] - Absatz [0042] Absatz [0051] Absatz [0055] - Absatz [0061] -----	1-7
A	WO 2011/135496 A2 (OBJET GEOMETRIES LTD [IL]; DIKOVSKY DANIEL [IL]; LEVY AVRAHAM [IL]; NA) 3. November 2011 (2011-11-03) das ganze Dokument -----	1
A	EP 1 095 776 A1 (SCITEX DIGITAL PRINTING INC [US] EASTMAN KODAK CO [US]) 2. Mai 2001 (2001-05-02) das ganze Dokument -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055856

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2006061618	A1	23-03-2006	CN	101056766 A	17-10-2007
			EP	1805024 A2	11-07-2007
			JP	5243030 B2	24-07-2013
			JP	2008513199 A	01-05-2008
			KR	20070083737 A	24-08-2007
			US	2006061618 A1	23-03-2006
			US	2008252682 A1	16-10-2008
			WO	2006033903 A2	30-03-2006

EP 0988977	A1	29-03-2000	EP	0988977 A1	29-03-2000
			JP	2000094702 A	04-04-2000

DE 102009055966	A1	01-06-2011	DE	102009055966 A1	01-06-2011
			EP	2504154 A1	03-10-2012
			WO	2011063786 A1	03-06-2011

EP 0911171	A1	28-04-1999	KEINE		

WO 2011135496	A2	03-11-2011	CN	103025506 A	03-04-2013
			EP	2563568 A2	06-03-2013
			JP	2013525152 A	20-06-2013
			US	2013040091 A1	14-02-2013
			WO	2011135496 A2	03-11-2011

EP 1095776	A1	02-05-2001	CA	2323820 A1	29-04-2001
			DE	60031065 T2	16-05-2007
			EP	1095776 A1	02-05-2001
			JP	2001158109 A	12-06-2001
