

(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
15. November 2018 (15.11.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/206309 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B05B 1/08 (2006.01) *B05B 9/047* (2006.01)
B05B 12/04 (2006.01) *B05B 13/04* (2006.01)
G01F 11/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/060824

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. April 2018 (27.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 110 316.3
12. Mai 2017 (12.05.2017) DE

(71) Anmelder: ABB SCHWEIZ AG [CH/CH]; Brown Boveri
Strasse 6, 5400 Baden (CH).

(72) Erfinder: BÖRNER, Gunter; Im Kirchgrund 2a, 74889
Sinsheim (DE).

(74) Anwalt: MARKS, Frank; ABB Technology AG, Wall-
stadter Strasse 59, 68526 Ladenburg (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: APPLICATION DEVICE FOR COATING COMPONENTS WITH A COATING AGENT

(54) Bezeichnung: APPLIKATIONSGERÄT ZUM BESCHICHTEN VON BAUTEILEN MIT EINEM BESCHICHTUNGSMITTEL

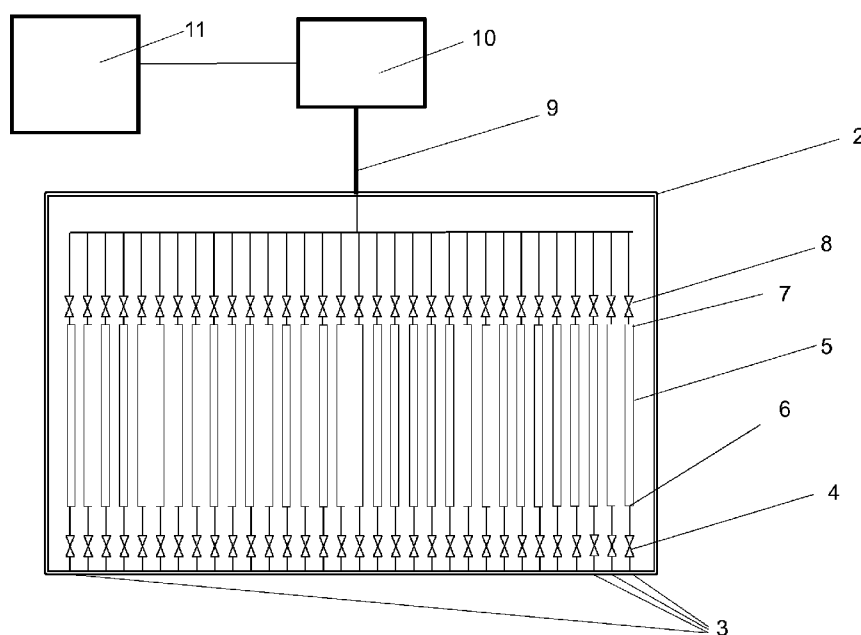


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to an application device (1) for coating components with a coating agent, comprising a printhead (2) with multiple nozzles (3), out of which the coating agent can be ejected. A nozzle valve (4) is attached to each individual nozzle (3), said nozzle valve being openable for a valve opening period in order to eject the coating agent out of the respective nozzle (3), and each nozzle valve (4) is paired with a respective nozzle valve supply line (5) which supplies the coating agent to the respective nozzle valve (4) at the outlet opening (6) of the supply line. The aim of the invention is to improve an application device of the aforementioned type such that a respective coating agent ejection quantity which is as reproducible and predictable as possible emerges at multiple parallel nozzles of the application device during a coating process. For this purpose, the invention is characterized in that each nozzle valve



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, ST, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

supply line (5) has an inlet opening (7) which can be closed or blocked such that a coating agent quantity or volume which is metered in a defined manner can be received within the nozzle valve supply line (5) in a closed manner.

(57) Zusammenfassung: Ein Applikationsgerät (1) zum Beschichten von Bauteilen mit einem Beschichtungsmittel, umfassend einen Druckkopf (2) mit mehreren Düsen (3), aus denen das Beschichtungsmittel ausstoßbar ist, wobei an jeder einzelnen Düse (3) ein Düsenventil (4) angebracht ist, das eine Ventilöffnungszeit lang offenbar ist, um das Beschichtungsmittel aus der jeweiligen Düse (3) auszustößen, und wobei jedem Düsenventil (4) jeweils eine Düsenventilzuleitung (5) zugeordnet ist, welche an ihrer Auslassöffnung (6) das Beschichtungsmittel dem jeweiligen Düsenventil (4) zuführt, ist im Hinblick auf die Aufgabe, ein Applikationsgerät der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass an mehreren parallel angeordneten Düsen des Applikationsgeräts jeweils eine möglichst reproduzierbare und vorhersehbare Austrittsmenge eines Beschichtungsmittels während eines Beschichtungsvorganges auftritt, dadurch gekennzeichnet, dass jede Düsenventilzuleitung (5) eine Einlassöffnung (7) aufweist, welche derart verschließbar oder absperrenbar ist, dass innerhalb der Düsenventilzuleitung (5) eine definiert dosierte Menge oder ein definiert dosiertes Volumen eines Beschichtungsmittels abgeschlossen aufnehmbar ist.

Applikationsgerät zum Beschichten von Bauteilen mit einem Beschichtungsmittel

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Applikationsgerät zum Beschichten von Bauteilen mit einem Beschichtungsmittel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Applikationsgerät umfasst einen Druckkopf mit mehreren Düsen, aus denen das Beschichtungsmittel ausstoßbar ist, wobei an jeder einzelnen Düse ein Düsenventil angebracht ist, das eine Ventilöffnungszeit lang offenbar ist, um das Beschichtungsmittel aus der jeweiligen Düse auszustoßen, und wobei jedem Düsenventil jeweils eine Düsenventilzuleitung zugeordnet ist, welche an ihrer Auslassöffnung das Beschichtungsmittel dem jeweiligen Düsenventil zuführt.

Vor diesem Hintergrund offenbart die DE 10 2017 101 937.5 ein Applikationsgerät, welches mehrere parallel angeordnete Düsen zum Ausbringen von Beschichtungsmittel aufweist. Jeder Düse ist ein Düsenventil zugeordnet. Ein jeweiliges Düsenventil wird geöffnet, wenn ein Tropfen oder Volumen des Beschichtungsmittels die jeweilige Düse verlassen soll. Das Düsenventil ist während einer definierten Ventilöffnungszeit geöffnet. Nach der Ventilöffnungszeit wird das Düsenventil wieder geschlossen.

Das Beschichtungsmittel kann mit einer Pumpe, insbesondere einer Zahnradpumpe, über eine zentrale Beschichtungsmittelzuleitung in das Applikationsgerät gefördert und dort gleichmäßig auf die Düsen verteilt werden. Hierbei wird innerhalb des Applikationsgeräts ein Druck aufgebaut, der auf die Düsenventile wirkt, wenn diese geschlossen sind. Der Druck kann sich an einer Düse unter Ausbringung eines Volumens des Beschichtungsmittels abbauen, wenn ein Düsenventil geöffnet wird.

Obwohl auf alle Düsen ein einheitlicher Ausbringdruck wirkt, kann es während einer ebenfalls einheitlichen Ventilöffnungszeit an unterschiedlichen Düsen zu unterschiedlichen austretenden Volumina an Beschichtungsmittel und damit zu unterschiedlichen Tropfengrößen an unterschiedlichen Düsen kommen.

Bei einer Anordnung mit einer Vielzahl von parallel angeordneten Düsen ist nämlich problematisch, dass bereits kleine Unterschiede der Düsendurchmesser, der Düsenlängen oder weitere Unterschiede der Düsengeometrien oder Düseneigenschaften zu uneinheitlichen austretenden Volumina an unterschiedlichen Düsen führen können.

Dies kann damit zusammen hängen, dass manche Beschichtungsmittel druckabhängige Viskositäten zeigen, nämlich thixotrop sind. Hiermit ist das Problem verbunden, dass eine Dosierung des ausgestoßenen Volumens eines Beschichtungsmittels an einer Düse nicht leicht eingestellt werden kann. Während einer Ventilöffnungszeit kann mehr oder weniger Beschichtungsmittel austreten als man erwarten würde, wenn beispielsweise aufgrund von Unterschieden der Düsengeometrien unvorhergesehene fluiddynamische Effekte auftreten.

Doch auch wenn ein Beschichtungsmittel eine im Wesentlichen druckunabhängige Viskosität zeigt, können Unterschiede in den Düsengeometrien und Düseneigenschaften zu uneinheitlichen oder unvorhersehbaren austretenden Volumina des Beschichtungsmittels an verschiedenen Düsen führen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Applikationsgerät der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass an mehreren parallel angeordneten Düsen des Applikationsgeräts jeweils eine möglichst reproduzierbare und vorhersehbare Austrittsmenge eines Beschichtungsmittels während eines Beschichtungsvorganges auftritt.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß weist jede Düsenventilzuleitung eine Einlassöffnung auf, welche derart verschließbar oder absperrbar ist, dass innerhalb der Düsenventilzuleitung eine definiert dosierte Menge oder ein definiert dosiertes Volumen eines Beschichtungsmittels abgeschlossen aufnehmbar ist.

Erfindungsgemäß ist zunächst erkannt worden, dass jede Düse im Hinblick auf das auszubringende Beschichtungsmittel und die Charakteristika der Düse einzeln berücksichtigt werden muss. Darauf ist erkannt worden, dass dies in besonders einfacher Weise erfolgen kann, wenn innerhalb einer jeweiligen Düsenventilzuleitung eine definiert dosierte Menge eines Beschichtungsmittels isoliert aufgenommen ist und die Düsenventilzuleitung als Speicher fungiert. Ein solcher Speicher kann aufgrund der in ihm herrschenden Druckverhältnisse ein klar definiertes Volumen eines Beschichtungsmittels abgeben, solange die Auslassöffnung mit der Düse fluidleitend verbunden ist. Erfindungsgemäß können die Druckverhältnisse innerhalb jedes individuellen Systems, umfassend ein Düsenventil und eine zugehörige Düsenventilzuleitung, genutzt werden, um einen reproduzierbaren und vorhersehbaren Beschichtungsmittel- ausstoß aus der jeweiligen Düse zu erzeugen. Erfindungsgemäß ist ein reproduzierbares und vorhersehbares Volumen eines Beschichtungsmittels aus der Düse ausstoßbar, und zwar im Wesentlichen unabhängig von deren technischen Eigenschaften. So ist ein stabiles Produktionsverfahren ermöglicht.

Bevorzugt steht das Beschichtungsmittel innerhalb der Düsenventilzuleitung unter einem Druck, welcher das Volumen des nicht unter Druck oder Umgebungsdruck bzw. Atmosphärendruck stehenden Inneren der Düsenventilzuleitung um ein Ausdehnungsvolumen vergrößert, wobei das Beschichtungsmittel durch Öffnen des Düsenventils unter Druckabbau durch eine Düse ausstoßbar ist und wobei das ausgestoßene Volumen des Beschichtungsmittels dem Ausdehnungsvolumen entspricht. Hierdurch wird sichergestellt, dass ein Tropfen oder Tröpfchen eines Beschichtungsmittels stets das gleiche Volumen, nämlich das Ausdehnungsvolumen, hat.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Düsenventil während einer Ventilöffnungszeit geöffnet, die größer als die Ausstoßzeit des Beschichtungsmittels ist, die benötigt wird, um den Druck im Inneren der Düsenventilzuleitung auf Umgebungsdruck bzw. Atmosphärendruck abzubauen und das Ausdehnungsvolumen an Beschichtungsmittel auszustoßen. Durch geeignete Wahl der Ventilöffnungszeit wird sichergestellt, dass das gesamte Ausdehnungsvolumen vollständig ausgestoßen wurde.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Einlassöffnung ein Befüllungsventil zugeordnet, welches im geöffneten Zustand ein Eindringen von Beschichtungsmittel in die Düsenventilzuleitung ermöglicht und im geschlossenen Zustand ein Eindringen von Beschichtungsmittel in die Düsenventilzuleitung unterbindet. Hierdurch kann mittels einer Ventilsteuerungseinheit, welche jedes Befüllungsventil einzeln ansteuern kann, in jeder Düsenventilzuleitung ein einheitlicher oder ein für diese und ihr zugehöriges Düsenventil geeigneter Druck aufgebaut werden. So können in den Düsenventilzuleitungen entweder ein einheitlicher Druck oder unterschiedliche Drücke vorherrschen, bevor die jeweiligen Düsenventile zum Beschichtungsmittelausstoß geöffnet werden. Das Öffnen der Düsenventile oder jedes einzelnen Düsenventils kann mit derselben oder einer weiteren Ventilsteuerungseinheit erfolgen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Düsenventilzuleitung elastisch und/ oder reversibel verformbar und/ oder reversibel volumenveränderlich ausgestaltet. Hierdurch kann die Düsenventilzuleitung hinsichtlich ihres inneren und/ oder äußeren Durchmessers aufgeweitet werden und ein Ausdehnungsvolumen als Zusatzvolumen aufweisen. Denkbar ist auch, dass die Düsenventilzuleitung verlängert wird. Die Materialeigenschaften der jeweiligen Düsenventilzuleitung bestimmen die Druckverhältnisse in deren Innerem. Beim Öffnen des jeweiligen Düsenventils wird der Druck oder Überdruck im Inneren der Düsenventilzuleitung aufgrund der Reversibilität ihres Formverhaltens reproduzierbar abgebaut. So wird sichergestellt, dass stets im Wesentlichen das gleiche Volumen an Beschichtungsmittel, nämlich das Ausdehnungsvolumen oder Zusatzvolumen, aus der zugehörigen Düse ausgestoßen wird, auch wenn diese sich hinsichtlich ihres Durchmes-

ters oder anderer Eigenschaften von anderen Düsen unterscheidet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Düsenventilzuleitung als Schlauch oder Rohr ausgebildet. Ein Schlauch oder Rohr ist leicht verarbeitbar. Des Weiteren kann die druckbedingte Formveränderung eines zylindrischen Schlauchs oder Rohrs und damit das Ausdehnungsvolumen relativ leicht rechnerisch ermittelt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Düsenventilzuleitung als Schlauch oder Rohr aus einem Kunststoff ausgebildet. Kunststoffe zeigen ein geringes Hystereseverhalten und nehmen nach einem Druckabbau ziemlich exakt ihre Ausgangsform an. Bevorzugt sind Düsenventilzuleitungen aus elastomeren Kunststoffen gefertigt.

Vor diesem Hintergrund ist aber auch denkbar, eine Düsenventilzuleitung aus einem Metall zu fertigen, wenn dieses ein geeignetes Rückstellverhalten in eine Ausgangsform nach dem Druckabbau zeigt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Druckkopf mit einer zentralen Beschichtungsmittelzuleitung verbunden, welche mit allen Befüllungsventilen gemeinsam fluidleitend verbunden oder verbindbar ist. Hierdurch kann das Beschichtungsmittel aus einem Reservoir zentral bis zu einem Befüllungsventil gefördert werden, wobei eine Ventilsteuerungseinheit aber steuert, welches Befüllungsventil zum Aufbau eines geeigneten Drucks innerhalb einer Düsenventilzuleitung und damit zur Dosierung geöffnet wird.

Bevorzugt werden alle Befüllungsventile zugleich geöffnet und in allen Düsenventilzuleitungen der gleiche Druck aufgebaut. Wenn alle Düsenventilzuleitungen identisch ausgebildet sind, wird das Aufnahmevermögen aller Düsenventilzuleitungen jeweils um das gleiche Ausdehnungsvolumen oder Zusatzvolumen vergrößert. So können alle parallel angeordneten Düsen gleich große Tropfen des Beschichtungsmittels

ausstoßen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die zentrale Beschichtungsmittelzuleitung mit einer Druckregulierungseinheit verbunden. Hierdurch ist leicht einstellbar, dass jede Düsenventilzuleitung mit dem gleichen Druck beaufschlagt wird, wenn nämlich eine Ventilsteuerungseinheit alle Befüllungsventile zugleich öffnet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Druckregulierungseinheit mit einer Luftdruckkontrolleinheit verbunden. Hierdurch ist sichergestellt, dass innerhalb der Düsenventilzuleitungen ein Druck vorherrscht, welcher den Umgebungsdruck oder Atmosphärendruck, nämlich den Luftdruck, in geeigneter Weise übersteigt, so dass ein zuverlässiger Ausstoß von Beschichtungsmittel erfolgt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung könnte eine Anordnung einen Roboter umfassen, an welchem ein Applikationsgerät der hier beschriebenen Art aufgenommen ist. Ein Roboter, insbesondere ein Industrieroboter, kann in Lackierstraßen, insbesondere der Automobilindustrie, verwendet werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Roboter einen um mehrere Achsen schwenkbaren und/ oder beweglichen Roboterarm auf. Alternativ oder zusätzlich ist das Applikationsgerät am Tool Center Point (TCP) des Roboterarms des Roboters aufgenommen. Hierdurch ist das Applikationsgerät leicht in allen Raumrichtungen bewegbar und um eine Vielzahl von Achsen verschwenkbar.

Das hier beschriebene Applikationsgerät kann auch zur Durchführung eines Verfahrens verwendet werden, bei welchem ein druckgesteuerter Ausstoß eines Beschichtungsmittels aus einer Düse solange erfolgt, bis ein Druck abgebaut und mit dem Umgebungsdruck identisch ist. Bevorzugt wird das Applikationsgerät zum digitalen Lackieren bzw. zum Übersprühen verwendet.

In der Zeichnung zeigen

- Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Applikationsgeräts mit einem Druckkopf mit 32 Düsen, die parallel zueinander angeordnet sind, wobei jeder Düse ein Düsenventil und ein Befüllungsventil zugeordnet sind und wobei zwischen jedem Düsenventil und jedem Befüllungsventil eine Düsenventilzuleitung in Form eines Schlauchs angeordnet ist,
- Fig. 2 von oben nach unten eine schematische Darstellung und Gegenüberstellung der zeitabhängigen Arbeitsweisen der Befüllungsventile und Düsenventile, wobei die damit einhergehenden zeitlichen Verläufe des Drucks und Beschichtungsmittelvorrats in einem Schlauch dargestellt sind und wobei der Beschichtungsmittelfluss oder Materialfluss durch eine Düse dargestellt ist,
- Fig. 3 auf der linken Seite eine Querschnittsansicht eines Schlauchs, dessen Inneres im drucklosen und entspannten Zustand einen ersten Radius (Radius, innen) aufweist, und auf der rechten Seite eine Querschnittsansicht des Schlauchs, dessen Inneres im druckbelasteten und gespannten Zustand einen zweiten Radius (vergrößerter Radius, innen) aufweist,
- Fig. 4 eine Tabelle, in der Elastizitätsmodule und Querdehnungszahlen verschiedener Materialien aufgelistet sind, aus denen ein hier beschriebener Schlauch gefertigt sein kann,
- Fig. 5 Tabellen, in welchen der Elastizitätsmodul und die Querdehnungszahl eines Kunststoffs aufgelistet sind, wobei Schlauchformfaktoren verschiedener Schläuche mit unterschiedlichen Radien innen und außen berechnet und gemessen sind,

Fig. 6 Tabellen, in welchen der Elastizitätsmodul und die Querdehnungszahl eines Kunststoffs aufgelistet sind, wobei Schlauchformfaktoren verschiedener Schläuche mit unterschiedlichen Radien innen und außen berechnet sind, wobei anhand einer groben Schätzung ein Düsenwiderstand und eine Ausstoßzeit für das Beschichtungsmittel angegeben sind und wobei ein Druck und ein Volumen eines einzigen Tropfens des Beschichtungsmittels angegeben sind, und

Fig. 7 Tabellen, in welchen der Elastizitätsmodul und die Querdehnungszahl eines Kunststoffs aufgelistet sind, wobei Schlauchformfaktoren verschiedener Schläuche mit unterschiedlichen Radien innen und außen berechnet sind, wobei anhand einer groben Schätzung ein Düsenwiderstand und eine Ausstoßzeit für das Beschichtungsmittel angegeben sind und wobei ein Druck und ein Volumen eines einzigen Tropfens des Beschichtungsmittels angegeben sind.

Fig. 1 zeigt ein Applikationsgerät 1 zum Beschichten von Bauteilen mit einem Beschichtungsmittel.

Das Applikationsgerät 1 umfasst einen Druckkopf 2 mit mehreren parallel angeordneten Düsen 3, aus denen das Beschichtungsmittel ausstoßbar ist, wobei an jeder einzelnen Düse 3 ein Düsenventil 4 angebracht ist, das eine Ventilöffnungszeit lang öffenbar ist, um das Beschichtungsmittel aus der jeweiligen Düse 3 auszustoßen.

Jedem Düsenventil 4 ist jeweils eine Düsenventilzuleitung 5 zugeordnet, welche an ihrer Auslassöffnung 6 das Beschichtungsmittel dem jeweiligen Düsenventil 4 zuführt.

Jede Düsenventilzuleitung 5 weist eine Einlassöffnung 7 auf, welche derart verschließbar oder absperrbar ist, dass innerhalb der Düsenventilzuleitung 5 eine definiert dosierte Menge oder ein definiert dosiertes Volumen eines Beschichtungsmittels abgeschlossen aufnehmbar bzw. aufgenommen ist.

Das aufgenommene definiert dosierte Volumen steht unter einem Druck, der den Umgebungsdruck oder Atmosphärendruck übersteigt.

Das Beschichtungsmittel innerhalb der Düsenventilzuleitung 5 steht insoweit unter einem Druck, welcher das Volumen des nicht unter Druck oder Umgebungsdruck stehenden Inneren der Düsenventilzuleitung 5 um ein Ausdehnungsvolumen vergrößert.

Das Beschichtungsmittel ist durch Öffnen des Düsenventils 4 unter Druckabbau durch eine Düse 3 ausstoßbar, wobei das ausgestoßene Volumen des Beschichtungsmittels dem Ausdehnungsvolumen entspricht.

Das Düsenventil 4 wird während einer Ventilöffnungszeit geöffnet, die größer als die Ausstoßzeit des Beschichtungsmittels ist. Die Ausstoßzeit wird benötigt, um den Druck im Inneren der Düsenventilzuleitung 5 auf Umgebungsdruck bzw. Atmosphärendruck abzubauen und das Ausdehnungsvolumen an Beschichtungsmittel auszustoßen.

Der Einlassöffnung 7 ist ein Befüllungsventil 8 zugeordnet, welches im geöffneten Zustand ein Eindringen von Beschichtungsmittel in die Düsenventilzuleitung 5 ermöglicht und im geschlossenen Zustand ein Eindringen von Beschichtungsmittel in die Düsenventilzuleitung 5 unterbindet.

Die Düsenventilzuleitung 5 ist elastisch und reversibel verformbar ausgestaltet. Die Düsenventilzuleitung 5 ist als Schlauch ausgebildet. Die Düsenventilzuleitung 5 ist konkret als Schlauch aus einem Kunststoff ausgebildet.

Der Druckkopf 2 ist mit einer zentralen Beschichtungsmittelzuleitung 9 verbunden, welche mit allen Befüllungsventilen 8 gemeinsam fluidleitend verbunden oder verbindbar ist. Die zentrale Beschichtungsmittelzuleitung 9 ist mit einer Druckregulierungseinheit 10 verbunden. Die Druckregulierungseinheit 10 ist mit einer Luft-

druckkontrolleinheit 11 verbunden.

Das Applikationsgerät 1 kann an einem nicht gezeigten Roboter aufgenommen sein. Konkret könnte der Roboter einen um mehrere Achsen schwenkbaren und beweglichen Roboterarm aufweisen, wobei das Applikationsgerät am Tool Center Point des Roboterarms aufgenommen ist.

Fig. 2 zeigt die Funktionsweise des Applikationsgeräts 1 anhand verschiedener zeitlicher Verläufe. Das oberste Diagramm zeigt, dass ein Befüllungsventil 8 während eines Zeitintervalls von etwa 5 Millisekunden (ms) zweimal geöffnet und geschlossen wird. Das zugehörige Düsenventil 4 wird im selben Zeitintervall einmal geöffnet, wenn nämlich das zugehörige in Reihe geschaltete Befüllungsventil 8 geschlossen ist und vor dem Öffnen des Düsenventils 4 eine definiert dosierte Menge bzw. ein definiert dosiertes Volumen an Beschichtungsmittel in der Düsenventilzuleitung 5 abgeschlossen und unter Druck stehend aufgenommen ist.

Das in Fig. 2 von oben betrachtet dritte Diagramm zeigt, dass im Inneren der Düsenventilzuleitung 5 eine Erhöhung des Drucks erfolgt, wenn das Düsenventil 4 geschlossen ist und das Befüllungsventil 8 geöffnet wird. Der Druck innerhalb der Düsenventilzuleitung 5 steigt auf einen Wert an, der durch die Druckregulierungseinheit 10 vorgegeben wird. Die als Schlauch ausgebildete Düsenventilzuleitung 5 wird durch den Druck ausgedehnt. Das Volumen des nicht unter Druck stehenden Schlauchs wird um ein Ausdehnungsvolumen vergrößert.

Das Ausdehnungsvolumen und damit das unter Druck zusätzlich aufnehmbare Volumen an Beschichtungsmittel innerhalb des Schlauchs hängen vom vorgegebenen Druck der Druckregulierungseinheit 10 und von Eigenschaften des Schlauchs ab.

Die Befüllzeit hängt von der Auslegung der Ventile, insbesondere von deren Widerstand, und der Viskosität des Beschichtungsmittels ab. Daher sollte die Befüllzeit ausreichend lang sein, um verschiedenen Viskositäten Rechnung zu tragen.

Ein Befüllungsventil 8 schließt nach der gewünschten Befüllung der Düsenventilzuleitung 5, inklusive der Befüllung von Randbereichen. Für eine relativ kurze Zeit sind beide Ventile 4, 8 geschlossen.

Wenn das Düsenventil 4 dann geöffnet wird, entweicht das Beschichtungsmittel über die Düse 3 solange, bis der Druck in der Düsenventilzuleitung 5 gleich dem Umgebungsdruck oder Atmosphärendruck ist. Die dosierte Abgabe des Beschichtungsmittels erfolgt quasi druck- oder kraftgesteuert.

Fig. 2 kann entnommen werden, dass die Ausstoßzeit kürzer ist als die Ventilöffnungszeit, während der das Düsenventil 4 geöffnet ist. Die Ausstoßzeit hängt von der Auslegung des jeweiligen Düsenventils 4 und der Viskosität des Beschichtungsmittels ab. Das Ausdehnungsvolumen an Beschichtungsmittel oder Lack, das durch die Düse 3 entweicht, hängt nicht von der Viskosität des Beschichtungsmittels oder des Lacks ab. Daher haben Verschmutzungen oder Verschleißeffekte sowie Unterschiede oder Schwankungen der Viskosität keinen oder nahezu keinen Einfluss auf das Tropfenvolumen oder Tröpfchenvolumen.

Anhand von Fig. 3 und den nachfolgenden Formeln kann das aus einer Düse 3 entweichende Ausdehnungsvolumen an Beschichtungsmittel ermittelt werden.

Die nachfolgende Formel gibt an, wie die Vergrößerung des inneren Radius eines Schlauchs ermittelt werden kann:

$$\Delta r_i = \frac{p_i}{E} \cdot \frac{r_i^3}{r_a^2 - r_i^2} \cdot \left[(1 + \nu) \frac{r_a^2}{r_i^2} + 1 - \nu \right]$$

In der Formel sind

ν die Querdehnungszahl (Querkontraktionszahl oder Poissonzahl),

E der Elastizitätsmodul,

r_i	der Radius innen,
r_a	der Radius außen,
Δr_i	die Vergrößerung des Radius innen durch Erhöhung des Drucks
p_i	der Druck auf die innere Oberfläche der Düsenventilzuleitung 5,
ΔV	das Ausdehnungsvolumen durch Druckerhöhung und
C^*	ein Schlauchformfaktor bei geringem Druck.

Anhand der nachfolgenden Formeln kann das Ausdehnungsvolumen, nämlich die Vergrößerung des Volumens gegenüber einem nicht unter Druck stehenden Schlauch, und damit die zusätzlich aufnehmbare Menge an Beschichtungsmittel innerhalb des Schlauchs ermittelt werden. Des Weiteren kann der Schlauchformfaktor ermittelt werden.

$$\Delta V = \pi \cdot l \cdot \left[\left[r_i + \frac{p_i}{E} \cdot \frac{r_i^3}{r_a^2 - r_i^2} \cdot \left[(1 + \nu) \frac{r_a^2}{r_i^2} + 1 - \nu \right] \right]^2 - r_i^2 \right]$$

$$\text{for } 100 \cdot p_i < E$$

$$\Delta V = 2\pi \cdot l \cdot r_i^2 \cdot \frac{p_i}{E} \cdot \frac{(1 + \nu)r_a^2 + (1 - \nu)r_i^2}{r_a^2 - r_i^2}$$

$$C^* = \frac{\Delta V}{p_i \cdot l} = 2\pi \cdot \frac{r_i^2}{E} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot r_a^2 + (1 - \nu) \cdot r_i^2}{r_a^2 - r_i^2}$$

In den Figuren 4 bis 7 sind Tabellen angegeben, die Materialdaten und rechnerisch oder experimentell ermittelte Daten auflisten.

Bezugszeichenliste

1	Applikationsgerät
2	Druckkopf
3	Düse
4	Düsenventil
5	Düsenventilzuleitung
6	Auslassöffnung
7	Einlassöffnung
8	Befüllungsventil
9	Zentrale Beschichtungsmittelzuleitung
10	Druckregulierungseinheit
11	Luftdruckkontrolleinheit

Patentansprüche

1. Applikationsgerät (1) zum Beschichten von Bauteilen mit einem Beschichtungsmittel, umfassend einen Druckkopf (2) mit mehreren Düsen (3), aus denen das Beschichtungsmittel ausstoßbar ist, wobei an jeder einzelnen Düse (3) ein Düsenventil (4) angebracht ist, das eine Ventilöffnungszeit lang offenbar ist, um das Beschichtungsmittel aus der jeweiligen Düse (3) auszustoßen, und wobei jedem Düsenventil (4) jeweils eine Düsenventilzuleitung (5) zugeordnet ist, welche an ihrer Auslassöffnung (6) das Beschichtungsmittel dem jeweiligen Düsenventil (4) zuführt, dadurch gekennzeichnet, dass jede Düsenventilzuleitung (5) eine Einlassöffnung (7) aufweist, welche derart verschließbar oder absperrbar ist, dass innerhalb der Düsenventilzuleitung (5) eine definiert dosierte Menge oder ein definiert dosiertes Volumen eines Beschichtungsmittels abgeschlossen aufnehmbar ist.
2. Applikationsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmittel innerhalb der Düsenventilzuleitung (5) unter einem Druck steht, welcher das Volumen des nicht unter Druck oder Umgebungsdruck stehenden Inneren der Düsenventilzuleitung (5) um ein Ausdehnungsvolumen vergrößert, wobei das Beschichtungsmittel durch Öffnen des Düsenventils (4) unter Druckabbau durch eine Düse (3) ausstoßbar ist und wobei das ausgestoßene Volumen des Beschichtungsmittels dem Ausdehnungsvolumen entspricht.
3. Applikationsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Düsenventil (4) während einer Ventilöffnungszeit offenbar ist, die größer als die Ausstoßzeit des Beschichtungsmittels ist, die benötigt wird, um den Druck im Inneren der Düsenventilzuleitung (5) auf Umgebungsdruck abzubauen und das Ausdehnungsvolumen an Beschichtungsmittel auszustoßen.
4. Applikationsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassöffnung (7) ein Befüllungsventil (8) zugeordnet ist, welches im geöffneten Zustand ein Eindringen von Beschichtungsmittel in

die Düsenventilzuleitung (5) ermöglicht und im geschlossenen Zustand ein Eindringen von Beschichtungsmittel in die Düsenventilzuleitung (5) unterbindet.

5. Applikationsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenventilzuleitung (5) elastisch und/ oder reversibel verformbar und/ oder reversibel volumenveränderlich ausgestaltet ist.
6. Applikationsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenventilzuleitung (5) als Schlauch oder Rohr ausgebildet ist.
7. Applikationsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenventilzuleitung (5) als Schlauch oder Rohr aus einem Kunststoff ausgebildet ist.
8. Applikationsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckkopf (2) mit einer zentralen Beschichtungsmittelzuleitung (9) verbunden ist, welche mit allen Befüllungsventilen (8) gemeinsam fluidleitend verbunden oder verbindbar ist.
9. Applikationsgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Beschichtungsmittelzuleitung (9) mit einer Druckregulierungseinheit (10) verbunden ist.
10. Applikationsgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregulierungseinheit (10) mit einer Luftdruckkontrolleinheit (11) verbunden ist.
11. Anordnung, umfassend ein Applikationsgerät (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche und einen Roboter, an welchem das Applikationsgerät (1) aufgenommen ist.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter einen um mehrere Achsen schwenkbaren und/ oder beweglichen Roboterarm aufweist und/ oder dass das Applikationsgerät (1) am Tool Center Point des Roboterarms des Roboters aufgenommen ist.

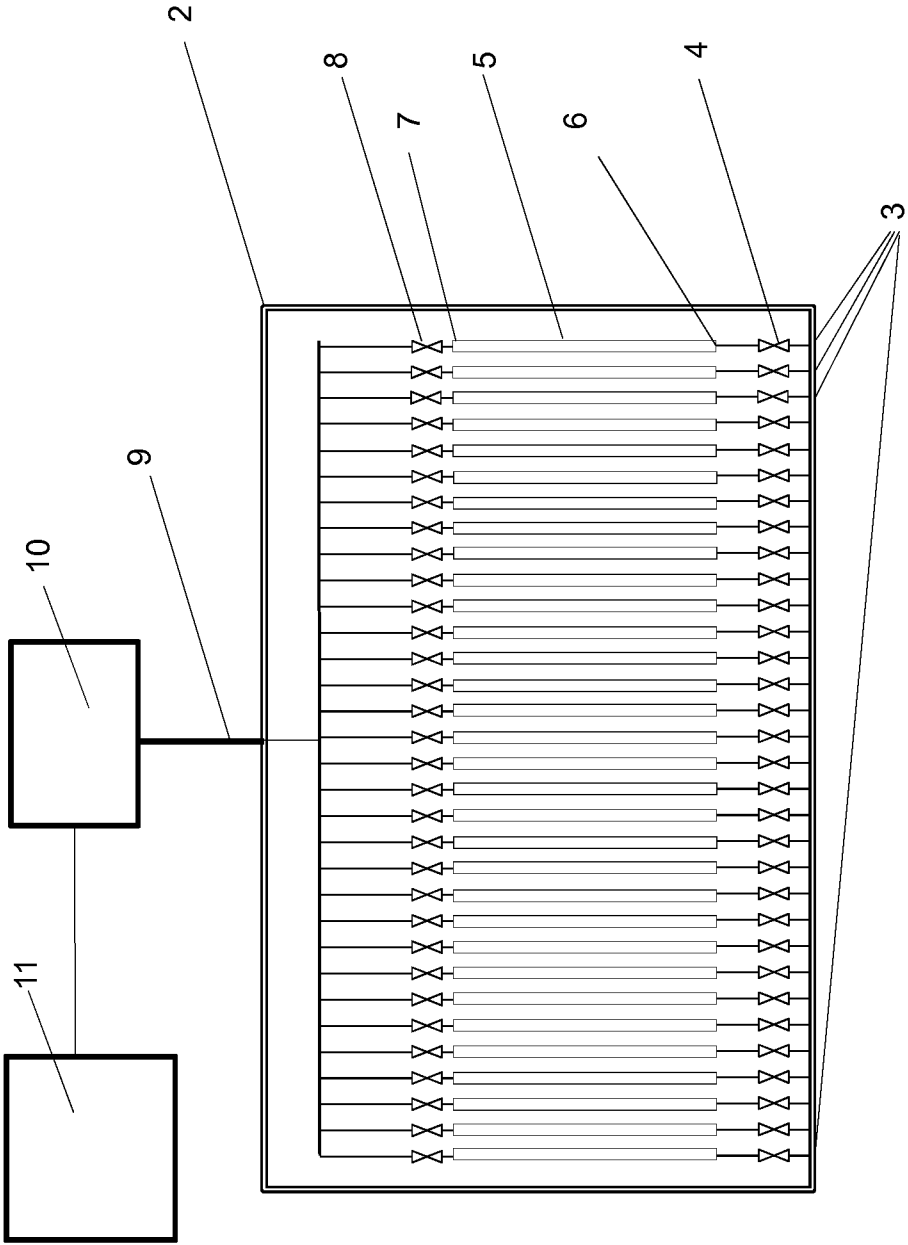


Fig. 1

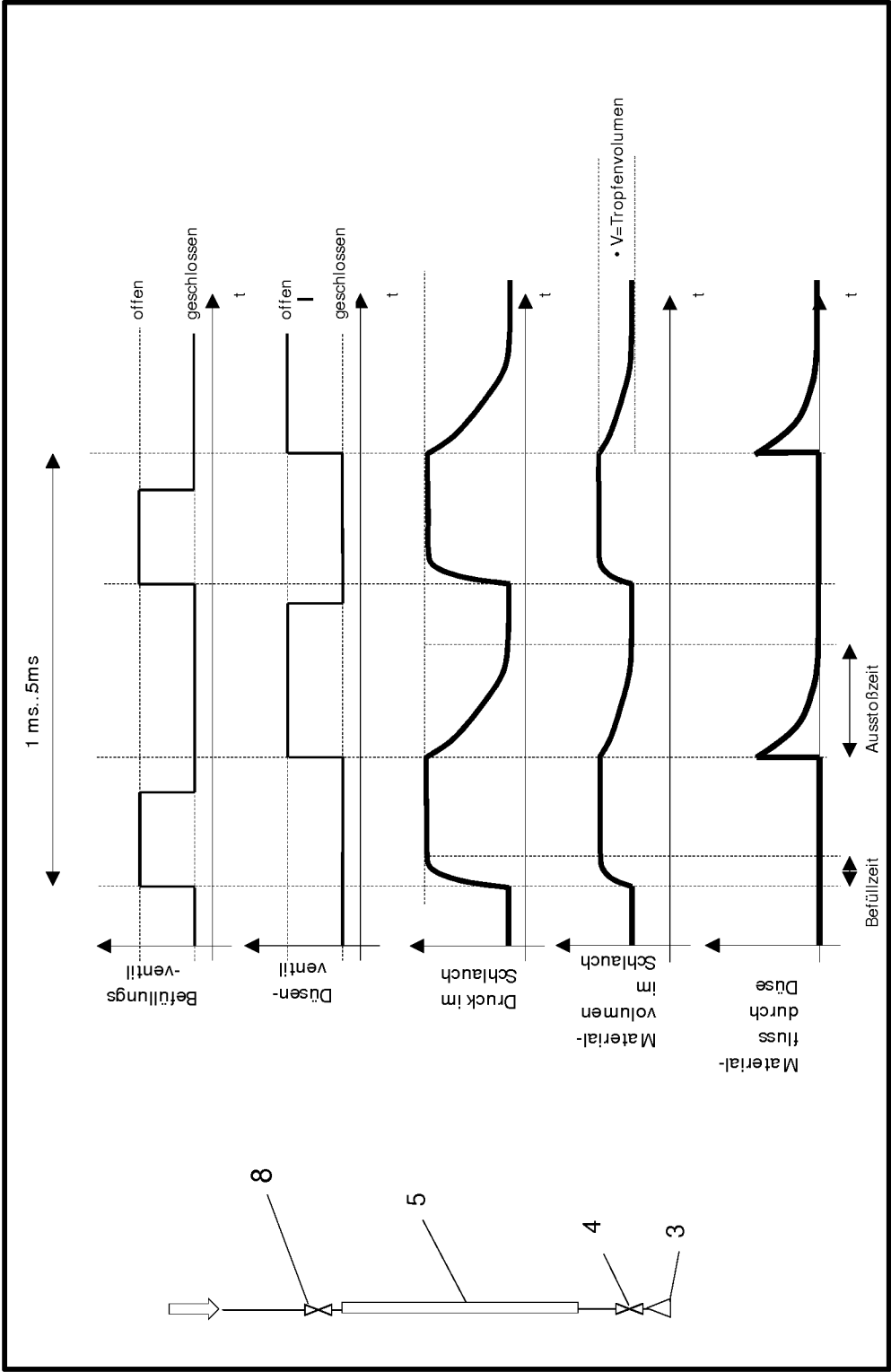


Fig. 2

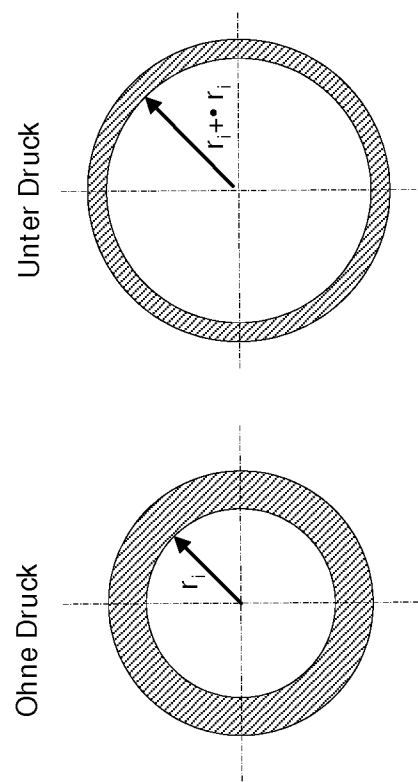


Fig. 3

Elastizitäts- modul		Querdeh- nungszahl	
N/mm ²			
Stahl		215000	0,3
Aluminiumlegierungen		70000	0,33
Titanlegierungen		120000	0,35
PA		1500...3000	Material- daten
PE		1000	
PP		1300	
PVC		3000	
PET		3000	
FEP		350...700	Material- daten
PTFE		400...800	
PFA		650	
ETFE		500...1200	
PCTFE		1000...1200	
PVDF		1800	Material- daten
ECTFE		1200...1800	

Fig. 4

Kunststoffe	Elastizitäts- modul	Querdeh- nungs- zahl	
	N/mm ²	innen	außen
	1200		0,4

Schlauch	Radius		C *	
	innen	außen	berechnet	gemessen
mm				
ml/Mpa/m				
4x5	2	2,5	0,26	
4x6	2	3	0,16	0,13
6x8	3	4	0,42	
6x9	3	4,5	0,32	0,29
7x10	3,5	5	0,47	0,45
7x11	3,5	5,5	0,40	0,34
8x10	4	5	0,87	1,02
8x12	4	6	0,55	0,51
9x12	4,5	6	0,89	0,97

Fig. 5

Kunststoffe	Elastizitätsmodul	Querdehnungszahl	
	N/mm ²		
	1200	0,4	

Druck	Volumen eines Tropfens
Mpa	ml
0,2	0,0002

Schlauch	Radius		C [*]	Länge
	innen	außen		
	mm		berechnet ml/Mpa/m	mm
1	0,75	1,5	0,02422	41,3
4x5	2	2,5	0,25947	3,9
4x6	2	3	0,15708	6,4
6x8	3	4	0,41738	2,4
6x9	3	4,5	0,32201	3,1
7x10	3,5	5	0,47037	2,1
7x11	3,5	5,5	0,39865	2,5
8x10	4	5	0,87034	1,1
8x12	4	6	0,55292	1,8
9x12	4,5	6	0,88862	1,1

Grobe Schätzung	
Düsenwiderstand	0,06 bar s / ml
Ausstoßzeit	0,018 ms

Fig. 6

Kunststoffe	Elastizitätsmodul	Querdehnungszahl	
	N/mm ²		
	210000	0,3	
Druck		Volumen eines Tropfens	
Mpa		ml	
0,2		0,0002	

Schlauch	Radius		C [*]	Länge
	innen	außen		
	mm		berechnet	
	0,75	1	ml/Mpa/m	mm
			0,00039	2536,1
	2	2,25	0,00264	378,5
	2	2,5	0,00145	688,3
	3	3,5	0,00388	257,8
	3	3,25	0,00712	140,4
	3,5	4	0,00577	173,4
	3,5	3,75	0,01066	93,8
	4	5	0,00469	213,0
	4	4,5	0,00820	121,9
	4,5	5	0,01126	88,8

Grobe Schätzung	
Düsenwiderstand	0,06 bars / ml
Ausstoßzeit	0,018 ms

Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/060824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B05B1/08 B05B12/04 G01F11/08 B05B9/047
ADD. B05B13/04

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)

B05B G01F 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.
X	WO 2010/107445 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]; MALIK CRAIG L [US]; DEVRIES MARK) 23 September 2010 (2010-09-23) the whole document	1-5,8-12
X	----- US 5 741 554 A (TISONE THOMAS C [US]) 21 April 1998 (1998-04-21) the whole document	1-12
A	----- FR 2 990 421 A1 (VALOIS SAS [FR]) 15 November 2013 (2013-11-15) the whole document -----	5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 July 2018

Date of mailing of the international search report

16/07/2018

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

Gineste, Bertrand

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/060824

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010107445	A1	23-09-2010	NONE
US 5741554	A	21-04-1998	NONE
FR 2990421	A1	15-11-2013	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B05B1/08 B05B12/04 G01F11/08 B05B9/047
 ADD. B05B13/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B05B G01F 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.
X	WO 2010/107445 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]; MALIK CRAIG L [US]; DEVRIES MARK) 23. September 2010 (2010-09-23) das ganze Dokument	1-5,8-12
X	US 5 741 554 A (TISONE THOMAS C [US]) 21. April 1998 (1998-04-21) das ganze Dokument	1-12
A	FR 2 990 421 A1 (VALOIS SAS [FR]) 15. November 2013 (2013-11-15) das ganze Dokument	5



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

5. Juli 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2018

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

Gineste, Bertrand

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/060824

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010107445	A1	23-09-2010	KEINE
US 5741554	A	21-04-1998	KEINE
FR 2990421	A1	15-11-2013	KEINE