



(11)

EP 3 147 124 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2017 Patentblatt 2017/13

(51) Int Cl.:
B41J 2/175 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16179165.2**

(22) Anmeldetag: 13.07.2016

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen AG**
69115 Heidelberg (DE)

(72) Erfinder:

- Ratjen, Hans-Jürgen
24576 Bad Bramstedt (DE)
- Fischer, Jörg-Achim
24235 Laboe (DE)

(30) Priorität: 13.08.2015 DE 102015215449

(54) **VERFAHREN ZUM DÄMPFEN VON DRUCKSPITZEN IN EINER LEITUNG FÜR TINTE EINES TINTENSTRAHLDRUCKERS**

(57) Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Dämpfen von Druckspitzen in einer Leitung für Tinte eines Tintenstrahldruckers, wobei die Leitung mit einer Kammer (16, 16) verbunden ist, in welcher eine Membran (11, 17) angeordnet ist und welche von der Membran in einen luftgefüllten ersten Raum und einen tintengefüllten zweiten Raum getrennt ist, und wobei der erste Raum mit einem luftgefüllten Puffer (12, 18) und der Puffer mit einer Luftpumpe (13) verbunden ist, umfasst die Schritte a bis c: a) Pumpen von Luft in den ersten Raum bis die Kammer von Tinte befreit ist und sich die Membran an eine

Wand der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, danach b) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum bis die Kammer mit Tinte gefüllt ist und sich die Membran an eine Wand der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, wobei die Anzahl der Pumpenzyklen ermittelt wird, danach c) Pumpen von Luft in den ersten Raum, wobei im Westlichen die Hälfte der ermittelten Anzahl der Pumpenzyklen durchlaufen wird. Es ist auch möglich, die Reihenfolge der Schritte a und b entsprechend zu vertauschen.

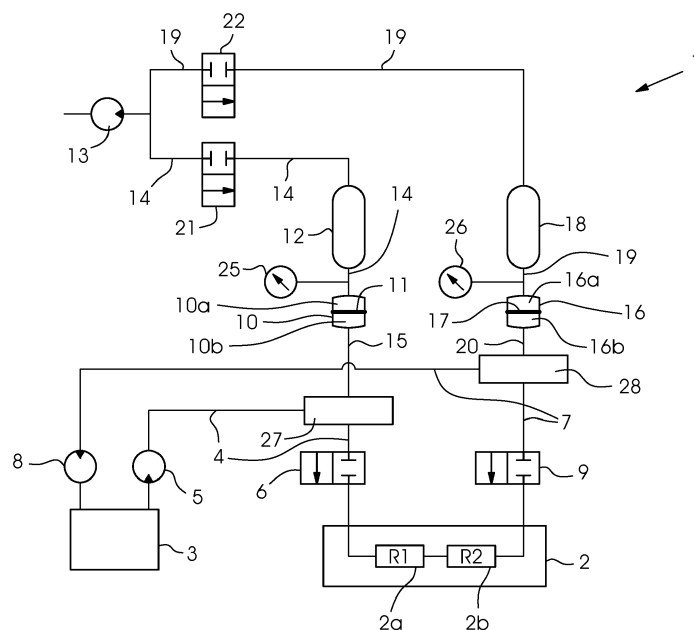


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Dämpfen von Druckspitzen in einer Leitung für Tinte eines Tintenstrahldruckers mit den Merkmalen von Anspruch 1.

Stand der Technik und Aufgabe

[0002] Beim Verdrucken von Inkjet-Tinten mit einem oder mehreren Druckköpfen ist es erforderlich, die Druckköpfe mit der zu verdruckenden Tinte zu versorgen. Hierzu sind üblicherweise Vorratsbehälter, Pumpen und Versorgungsleitungen (bzw. komplexe Leitungssysteme, sogenannte Manifolds) vorgesehen, wobei bei sogenannten zirkulierenden Systemen die Tinte vom Vorratsbehälter zu dem Druckkopf und nicht verdruckte Tinte von dem Druckkopf wieder zurück in den Vorratsbehälter gepumpt wird. Dabei kann auch ein sogenannter Bypass in der Tintenversorgungsleitung parallel zum Druckkopf vorgesehen sein. Zirkulierende Tintenversorgungen kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn die Ansprüche an die Druckqualität und Zuverlässigkeit hoch sind. Die Vorteile einer zirkulierenden Versorgung sind zum einen die Möglichkeit, eingeschlossene Luft aus dem Bereich der Düsen des Druckkopfes heraus zu transportieren und andererseits, die gewünschte Temperatur der Tinte bereitzustellen und aufrecht zu erhalten.

[0003] Eine der Hauptanforderungen an eine Tintenversorgung ist die nach der Konstanz des sogenannten Meniskus-Drucks. Dies ist der Druck der Tinte an den Öffnungen der Düsen des Druckkopfes. Dieser Druck ist nominell im Allgemeinen leicht negativ gegenüber der Umgebung (z. B. zwischen etwa -5 und etwa -10 mbar). Zur Sicherstellung dieses Drucks werden häufig auf bestimmte Solldrücke geregelte Pumpen eingesetzt.

[0004] Die Druckköpfe für die verschiedenen Farben werden in der Regel an ein Manifold angeschlossen und liegen zueinander parallel. Dabei ist in der Regel ein Manifold für die sogenannte Supply-Seite und ein Manifold für die sogenannte Return-Seite vorgesehen (Tintenzufuhr und Tintenabfuhr). Der jeweilige Druck in einem Manifold ist dabei eine Regelgröße für eine dem Manifold zugeordnete Pumpe. Der Solldruck in den Return- bzw. Supply-Manifolds ermittelt sich aus dem gewünschten Meniskus-Druck, der Aufteilung der druckkopfinernen Widerstände (der Kanäle für die Tinte) und der hydrostatischen Höhe des Manifolds über der Meniskus-Ebene. Für die Berechnung des Meniskus-Drucks kann der Druck an den beiden Manifolds jeweils als ein Potenzial betrachtet werden, das sich über die druckkopfinernen Widerstände aufteilt.

[0005] Während des Druckens wird je nach zu druckendem Bildinhalt und dem daraus folgenden Tintenverbrauch über die Modulation des Volumenstroms der Tinte in den jeweiligen Leitungen und den kopfinernen Tintenkanälen eine Druckmodulation entstehen. Da die oben genannten Regelgrößen (die beiden Drücke) an

den jeweiligen Manifolds gemessen werden, können diese die Druckabfälle in den Zuleitungen zu den Druckköpfen und insbesondere innerhalb der Köpfe nicht erfassen.

[0006] Über diese erwähnten Druckabfälle hinaus entsteht jedoch auch ein Druckabfall an den Zuleitungen von den Pumpen zu den Manifolds, der dann zwar von den Drucksensoren erfasst wird, jedoch in aller Regel nicht mit der nötigen Bandbreite ausgeregelt werden kann. Die Bandbreite ergibt sich dabei aus der Bildinformation und der Druckgeschwindigkeit (d.h. letztlich aus dem Tintenverbrauch). Aus diesem Grund ist eine Dämpfung der Druckmodulationen am Manifold nötig.

[0007] Die US 8,042,902 B2 beschreibt das Ermitteln eines Flüssigkeitsvolumens in einer Flüssigkeitskammer eines durch eine Membran in zwei Teile geteilten Dämpfers. Vorzugsweise handelt es sich dabei um die Hälfte des Gesamtvolumens des Dämpfers, so dass die Membran innerhalb des Dämpfers schwingen kann, ohne sich an eine Wand des Dämpfergehäuses anzulegen. Das Ermitteln des Volumens erfolgt durch ein Vergleichen von Druckpulsationen, die am Dämpfer durch die Pulsation von Flüssigkeitspumpen entstehen. Die Ermittlung erfolgt, wobei einmal das Volumen einer kleineren Luftkammer hinter der Membran von einem größeren Puffervolumen abgekoppelt ist und wobei ein anderes Mal die beiden Volumen gekoppelt sind. Die beiden gemessenen Pulsationsamplituden lassen sich in Kenntnis des großen Luftvolumens in ein Luft- und damit auch in ein Flüssigkeitsvolumen in dem Dämpfer umrechnen. Das beschriebene Ermitteln kann in Druckpausen wiederholt werden, um den Arbeitspunkt der Membran zu überprüfen.

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zu schaffen, welches es ermöglicht, Druckspitzen in einer Leitung für Tinte eines Tintenstrahldruckers zuverlässig zu dämpfen.

Lösung der Aufgabe

[0009] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

[0010] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Dämpfen von Druckspitzen in einer Leitung für Tinte eines Tintenstrahldruckers, wobei die Leitung mit einer Kammer verbunden ist, in welcher eine Membran angeordnet ist und welche von der Membran in einen luftgefüllten ersten Raum und einen tintengefüllten zweiten Raum getrennt ist, und wobei der erste Raum mit einem luftgefüllten Puffer und der Puffer mit einer Luft-Pumpe verbunden ist, umfasst die Schritte a bis c:

- a) Pumpen von Luft in den ersten Raum bis die Kammer von Tinte befreit ist und sich die Membran an eine Wand der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, danach
- b) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum bis die

Kammer mit Tinte gefüllt ist und sich die Membran an eine Wand der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, wobei die Anzahl der Pumpenzyklen ermittelt wird, danach

c) Pumpen von Luft in den ersten Raum, wobei im Wesentlichen die Hälfte der ermittelten Anzahl der Pumpenzyklen durchlaufen wird, oder die Schritte d bis f:

d) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum bis die Kammer mit Tinte gefüllt ist und sich die Membran an eine Wand der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, danach

e) Pumpen von Luft in den ersten Raum bis die Kammer von Tinte befreit ist und sich die Membran an eine Wand der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, wobei die Anzahl der Pumpenzyklen ermittelt wird, danach

f) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum, wobei im Wesentlichen die Hälfte der ermittelten Anzahl der Pumpenzyklen durchlaufen wird.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es, Druckspitzen in einer Leitung für Tinte eines Tintenstrahldruckers zuverlässig zu dämpfen.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren kann den weiteren Schritt aufweisen: g) Dämpfen von Druckspitzen mit der nach den Schritten a bis c oder d bis f in ihre Ruhelage geführten Membran.

[0013] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung kann sich dadurch auszeichnen, dass der Luftdruck - in der Luft-Pumpe, in dem Puffer, in dem ersten Raum oder in einer diese drei verbindenden Leitung - gemessen wird, bevorzugt mittels eines Drucksensors.

[0014] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung kann sich dadurch auszeichnen, dass Schritt a) oder Schritt e) beendet wird, sobald der gemessene Luftdruck signifikant, bevorzugt im Wesentlichen linear zu steigen beginnt.

[0015] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung kann sich dadurch auszeichnen, dass Schritt b) oder Schritt d) beendet wird, sobald der gemessene Luftdruck signifikant, bevorzugt im Wesentlichen linear zu fallen beginnt.

[0016] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung kann sich dadurch auszeichnen, dass eine Schlauchpumpe als Pumpe vorhanden ist und dass die Pumpenzyklen durch Zählen der Schritte des Motors der Pumpe ermittelt werden. Der Motor der Pumpe ist bevorzugt ein Schrittmotor, wobei die einzelnen Schritte Anteile von Motorumdrehungen sein können. Die gezählten Pumpenzyklen können nichtganzzahlig, z.B. rational sein. Alternativ kann auch ein Motor mit Taktscheibe oder ein Motor mit Getriebe eingesetzt werden und eine Zählung der Motorumdrehungen durchgeführt werden.

[0017] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung

kann sich dadurch auszeichnen, dass der Druck der Tinte konstant gehalten wird.

[0018] Die Erfindung als solche sowie konstruktiv und/oder funktionell vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen werden nachfolgend unter Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen anhand wenigstens eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In den Zeichnungen sind einander entsprechende Elemente mit jeweils denselben Bezugszeichen versehen.

[0019] Die Zeichnungen zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Tintenversorgungssystems eines Tintenstrahldruckers bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figur 2: schematisch jeweils einen Ausschnitt aus Figur 1 in drei verschiedenen Zuständen während der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0020] Das in Figur 1 gezeigte Tintenversorgungssystem bzw. die Tintenversorgungseinrichtung 1 versorgt einen Druckkopf 2 mit Tinte. Übliche Druckköpfe weisen in ihrem Inneren eine Vielzahl kleinster Kanäle für die Tinte auf. Diese Kanäle können vereinfacht als Fließwiderstände 2a und 2b aufgefasst werden. Die Tinte für den Druckkopf ist zunächst in einem Tintenvorratsbehälter 3 bevorratet und wird von dort über eine Tintenleitung 4, in welcher eine Pumpe 5 angeordnet ist, zur Eingangsseite des Druckkopfes gefördert. In der Tintenleitung 4 ist zudem ein Ventil 6 vorgesehen, welches geöffnet und geschlossen werden kann. Ausgangsseitig ist der Druckkopf über eine Tintenleitung 7, in welcher eine Pumpe 8 vorgesehen ist, mit dem Tintenvorratsbehälter 3 verbunden. Auch in dieser Rückleitung ist ein Ventil 9 vorgesehen, welches geöffnet und geschlossen werden kann. Die beschriebene Konstellation erlaubt es, Tinte durch den Druckkopf zirkulieren zu lassen, d.h. nicht verbrauchte Tinte zurück in den Tintenvorratsbehälter zu pumpen. Auf der sogenannten Supply-Seite der Tintenversorgungseinrichtung befindet sich zudem ein Leitungssystem 27 (ein sogenanntes Manifold), welches ein komplexes Leitungssystem bilden kann und der Einfachheit halber in der Figur lediglich schematisch dargestellt ist. Auf der sogenannten Return-Seite des Tintenversorgungssystems kann sich ebenfalls ein Leitungssystem bzw. sogenanntes Manifold 28 befinden. Auch dieses ist vereinfacht in der Figur 1 dargestellt.

[0021] In den beiden Tintenleitungen 4 und 7 bzw. in den beiden Manifolds 27 und 28 können Druckspitzen entstehen, welche durch die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen gedämpft werden. Die Druckspitzen können dabei unerwünschte Schwankungen bzw. Modulationen des Drucks der Tinten-Flüssigkeit sein, zum Beispiel Druckimpulse, die von den Pumpen stammen oder Druckimpulse, die durch das Starten oder Enden des Druckvorgangs und dem damit einhergehenden erhöh-

ten oder erniedrigten Tintenverbrauch herrühren.

[0022] Die Supply-Seite (Tintenleitung 4 bzw. Manifold 27) ist über eine Tintenleitung 15 mit einer Kammer 10 verbunden. Die Kammer 10 weist eine Membran 11 in ihrem Inneren auf, welche die Kammer in einen ersten Raum 10a und einen zweiten Raum 10b teilt. Bevorzugt ist die Kammer symmetrisch aufgebaut und die Membran zentral angeordnet. Entsprechend ist die Return-Seite (Tintenleitung 7 bzw. Manifold 28) über eine Tintenleitung 20 mit einer Kammer 16 verbunden. Auch in der Kammer 16 ist eine Membran 17 vorgesehen, welche den Innenraum der Kammer in einen ersten Raum 16a und einen zweiten Raum 16b teilt.

[0023] Der jeweilige zweite Raum 10b bzw. 16b der Kammer 10 bzw. 16 ist, sofern sich die jeweilige Membran 11 bzw. 17 in ihrer Ruheposition befindet, mit Tinte gefüllt. Die beiden gegenüberliegenden ersten Räume 10a bzw. 16a sind dagegen mit Luft gefüllt, sofern die jeweilige Membran sich in ihrer Ruheposition befindet. Die Versorgung der ersten Räume 10a bzw. 16a mit Luft erfolgt über eine Luftpumpe 13. Von dieser führt eine Luftleitung 14 zu einem Puffer 12 und von dort weiter zum ersten Raum 10a. Zwischen der Luftpumpe 13 und dem Puffer 12 ist ein Ventil 21 vorgesehen, welches geöffnet und geschlossen werden kann. Zwischen dem Puffer 12 und dem ersten Raum 10a ist ein Drucksensor 25 vorgesehen. Entsprechend führt eine Luftleitung 19 über einen Puffer 18 zum ersten Raum 16a. Auch in der Luftleitung 19 sind ein Ventil 22, welches geöffnet und geschlossen werden kann, und ein Drucksensor 26 vorgesehen.

[0024] Mit Blick auf Figur 2 ist Folgendes erkennbar: Die Darstellung in der Mitte zeigt beispielhaft die Kammer 10 mit den beiden Räumen 10a und 10b und der Membran 11 in ihrer Ruhestellung. Die Membran 11 befindet sich dabei in der Ruhestellung, wenn sich auf beiden Seiten der Membran, das heißt, in dem ersten bzw. zweiten Raum 10a bzw. 10b das gleiche Volumen an Luft bzw. Tinte befindet (sofern die Kammer bezüglich der beiden Volumina symmetrisch aufgebaut und die Membran zentral angebracht ist). Entsprechendes gilt für die Kammer 16.

[0025] Auf der linken Seite der Figur 2 ist dagegen folgende Situation dargestellt. Die Membran 11 ist aus ihrer Ruheposition ausgelenkt und liegt innerhalb der Kammer 10 an deren Wand 23 an. Dabei verschwindet das Volumen des zweiten Raums 10b im Wesentlichen vollständig. Entsprechend ist auf der rechten Seite der Figur 2 die entgegengesetzte Situation dargestellt, in welcher die Membran derart aus ihrer Ruheposition ausgelenkt ist, dass das Volumen der ersten Kammer 10a im Wesentlichen vollständig verschwindet. Dabei legt sich die Membran 11 an eine andere Wand 24 der Kammer 10 an. Anstelle der Wände 23 bzw. 24 könnten innerhalb der Kammer 10 auch Anschläge vorgesehen sein, an welche sich die Membran 11 in ihrer jeweiligen ausgelenkten Position anlegt. Entsprechendes gilt für die Kammer 16. Die Wand 23 oder ein entsprechender Anschlag

sind dabei bevorzugt so konstruiert, dass die Tinte im Betriebsfall nicht durch die Membran abgesperrt wird, d.h. weiterhin fließen kann. Hierzu kann die Wand bevorzugt ein Gitter sein, wobei sich die Membran an das Gitter anlegt und die Tinte hinter dem Gitter fließt. Es kann ferner vorgesehen sein, die Membran nicht bis zur jeweiligen Wand, sondern nur soweit zu bewegen, bis die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, z.B. weil sich die Membran zu dehnen beginnt. Die Steigung kann dabei positiv oder negativ sein. Der Moment des Übergangs von im Wesentlichen konstanter Spannung zu im Wesentlichen linear steigender Spannung der Membran ist über eine entsprechende Luftdruck-Änderung mit den Drucksensoren 25 oder 26 messbar.

[0026] Im Folgenden wird nun der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben, welches mit der zuvor beschriebenen Tintenversorgungseinrichtung durchgeführt werden kann.

[0027] Die durch die Modulation des Tintenstroms entstehenden Druckschwankungen betreffen sowohl die Supply- als auch die Return-Seite, d.h., sowohl Tintenleitung 4 bzw. Manifold 27 als auch Tintenleitung 7 bzw. Manifold 28. Je nach Größe der beiden Fließ-Widerstände 2a und 2b des Druckkopfs 2 setzt sich der Verbrauchstrom der Tinte aus einer Erhöhung des Supply-Stromes und einer Senkung des Return-Stromes zusammen. Es ist aus diesem Grunde von Vorteil, an beiden Manifolds 27, 28 eine Dämpfung von möglichen Druckspitzen vorzusehen bzw. vorzunehmen (bzw. Dämpfungsmittel 10 und 16).

[0028] Die jeweilige Dämpfung auf der Supply- bzw. Return-Seite wird durch die beiden Kammern 10 und 16 bzw. deren Verwendung erreicht. Der Druck der Tinte im jeweiligen zweiten Raum 10b bzw. 16b ist im Wesentlichen gleich dem Druck der Tinte in dem zugehörigen Manifold 27 bzw. 28. Eine geringfügige Abweichung des Drucks kann sich jedoch dadurch ergeben, dass die jeweilige Kammer 10 bzw. 16 auf einer anderen Höhe als der jeweilige Manifold 27 bzw. 28 angeordnet ist.

[0029] Die beiden ersten Räume 10a und 16a sind, wie oben bereits beschrieben, luftgefüllt und mit einem jeweiligen Puffer 12 bzw. 18 verbunden, wobei der jeweilige Puffer die Federhärte der als Dämpfer wirkenden Kammer 10 bzw. 16 festlegt.

[0030] Die jeweilige Membran 11 bzw. 17 ist dabei so ausgeführt und so angeordnet, dass sie um ihre Ruhelage herum keine oder eine nur sehr geringe Eigenspannung aufbaut, so dass in der Ruhelage einzig das Luftvolumen des jeweiligen ersten Raums 10a bzw. 16a zusammen mit dem Luftvolumen des jeweils zugeordneten Puffers 12 bzw. 18 für die jeweilige Federhärte des Dämpfers auf der Supply- bzw. Return-Seite verantwortlich ist. Das Luftvolumen in den jeweils zugeordneten Luftleitungen sei dabei derart gering, dass dieses vernachlässigt werden kann.

[0031] Der Extremfall für eine Tintenstrom-Modulation ist der Übergang von nicht bedruckter Fläche zu Vollflä-

che bei voller Druckgeschwindigkeit. Bei einem solchen Übergang steigt der Tintenverbrauch durch den Ausstoß von Tintentropfen schlagartig stark an. Der benötigte Volumenstrom springt dabei innerhalb von 10 bis 20 Millisekunden auf einen Maximalwert, wodurch in den Zuleitungen ein schlagartiger Druckabfall in der Tintenflüssigkeit entsteht. Der erfindungsgemäße Dämpfer ist daher so ausgelegt, dass die Tintenflüssigkeitsmenge, die während der Reaktionszeit eines Regelkreises für die Tintenzufuhr über die Pumpe 5 (ca. 0,5 Sekunden) verbraucht wird, aus dem zweiten Raum 10b und/oder 16b geliefert werden kann. Durch die Entnahme von Tinte aus der Kammer 10 bzw. 16 des jeweiligen Dämpfers soll erreicht werden, dass der Druck der Tintenflüssigkeit sich im Wesentlichen nicht ändert.

[0032] Im Folgenden ein Beispiel für die Dimensionierung: Bei einer angenommenen Druckgeschwindigkeit v von 1 m/s, einer Druckbreite b von 1m, einer Auflösung r von 20 μm und einer Masse eines Drucktropfens V von 4 pL, ergibt sich ein maximaler Volumenstrom beim Drucken von 540 mL/min ($v \cdot b \cdot V / r^2$). Bei einer Reaktionszeit des Regelkreises von ca. 0,5 s ergibt sich daraus ein Volumen von 4,5 mL, die der Dämpfer liefern können muss, ohne dass dessen Membran soweit ausgelenkt wird, dass sie sich zu dehnen beginnt und die Federhärte des Dämpfers dadurch schlagartig zunehmen würde. Bei weiterer Annahme, dass die erlaubte Druckveränderung durch den Verbrauch von Tinte aus dem Tintenvolumen des Dämpfers ca. 5 mbar sein darf, ergibt sich ein Tintenvolumen des Dämpfers von etwa 1 L (aus dem Zusammenhang $p \cdot V = \text{konstant}$).

[0033] Damit nun die Membran des Dämpfers einen ausreichend großen Hub ausführen kann, ohne dass deren Eigenspannung wesentlich zunimmt, muss die Membran in ihre Mittellage bzw. Ruhelage gestellt und möglichst dort gehalten werden, damit sie nach beiden Seiten frei schwingen kann.

[0034] Die Position der Membran ist jedoch im Allgemeinen unbestimmt und es herrscht in ihrer Ruhelage nur eine ausgeglichene Druckbilanz auf beiden Seiten der Membran, das heißt der Luftdruck auf der einen Seite der Membran ist gleich dem Betriebsdruck der Tintenflüssigkeit auf der anderen Seite der Membran.

[0035] Da das direkte Messen der Lage der Membran, zum Beispiel durch einen die Position der Membran direkt abtastenden Sensor, nicht ohne weiteres möglich ist, wird erfindungsgemäß vorgesehen, die Ruhelage der Membran wie folgt beschrieben zu ermitteln und die Membran auf diese Weise in ihre Ruhelage führen zu können:

[0036] Zunächst wird Luft in den ersten Raum 10a bzw. 16a gepumpt, bis die Kammer 10 bzw. 16 bzw. deren zweiter Raum 10b bzw. 16b von Tinte befreit ist und sich die Membran 11 bzw. 17 an die Wand 23 der Kammer anlegt. In dem Moment, in dem sich die Membran an die Wand 23 anlegt, beginnt der Luftdruck linear zu steigen. Dieser Anstieg erfolgt gemäß einer Kennlinie, die durch das Volumen des Puffers 12 bzw. 18 und das Volumen

des ersten Raums 10a bzw. 16a gegeben ist. Beim Erreichen eines Luftdrucks, der sich mit handelsüblichen Drucksensoren 25 bzw. 26 ausreichend genau messen lässt und der den Anstieg markiert, wird das Pumpen von Luft in den jeweiligen ersten Raum beendet. Nun wird durch Umschalten der Luftpumpe 13 Luft aus dem jeweiligen ersten Raum 10a bzw. 16a der Kammer herausgepumpt, bis die Kammer bzw. der jeweilige zweite Raum 10b bzw. 16b der Kammer mit Tinte gefüllt ist und sich die Membran an einer Wand 24 der Kammer anlegt. Nun beginnt der Luftdruck in Richtung Vakuum abzusinken. Der Zeitpunkt des Anlegens der Membran an die Wand ist wiederum mittels eines Drucksensors 25 bzw. 26 leicht zu ermitteln, da der Druck dann im Wesentlichen linear oder in ersten Näherung linear abzufallen beginnt. Beim Pumpen von Luft aus dem ersten Raum wird die Anzahl der Pumpenzyklen ermittelt, die zwischen dem Anlegen der Membran an die Wand 23 und an die Wand 24 erfolgt. Hierzu können zum Beispiel die Schritte oder Umdrehungen eines Motors der Pumpe gezählt werden. Schließlich wird wieder Luft in den ersten Raum 10a bzw. 16a der Kammer 10 bzw. 16 gepumpt, wobei im Wesentlichen die Hälfte der zuvor ermittelten Anzahl von Pumpenzyklen durchlaufen wird. Dies gilt bei symmetrischem Aufbau der Kammer. Sollten die Volumina V_1 und V_2 der beiden Räume der Kammer in einem Verhältnis $V_1/V_2 < > 1$ zu einander stehen, so wird die Anzahl der Pumpenzyklen beim Wiederbefüllen entsprechend angepasst.

[0037] Auf diese Weise kann die Membran unter Nutzung der vorhandenen Pumpen und unter Einsatz von Drucksensoren auf einfache Weise in ihre Ruhelage gebracht werden. Die Positionierung der Membran in ihrer Ruhelage ist, wie oben bereits beschrieben, wesentlich für ein fehlerfreies Arbeiten des Dämpfers, um Druckspitzen in der Tintenleitung zuverlässig dämpfen zu können.

[0038] Der Betriebsdruck der Tinte bleibt während des zuvor beschriebenen Prozesses bevorzugt bestehen.

[0039] Das beschriebene Verfahren kann auch in anderer Reihenfolge durchgeführt werden, wobei zuerst Luft aus dem ersten Raum 10a bzw. 16a gepumpt wird und dann wieder Luft in den ersten Raum hinein gepumpt wird, wobei sich die Membran zunächst an die Wand 24 und dann an die Wand 23 anlegt. Bei dem umgekehrten Verfahren wird schließlich Luft aus dem ersten Raum herausgepumpt, wobei im Wesentlichen die Hälfte der ermittelten Anzahl der Pumpenzyklen durchlaufen wird.

[0040] Auch nachdem die Membran einmal eingestellt bzw. zentriert ist, d.h. sich in ihrer Ruheposition befindet, kann es erforderlich sein, eine Nachjustage/Neuzentrierung durchzuführen: z.B. a) weil sich die Temperaturen geändert haben oder b) weil sich der Umgebungs-Luftdruck (Wetter) geändert hat. Fall a ist von untergeordneter Bedeutung, weil sich die Einrichtung 1 bevorzugt in einem temperierten Umfeld befindet. Im Fall b kann eine permanente Luftdruckmessung vorgesehen sein. Bei Änderung des Umgebungs-Luftdrucks um einen be-

stimmten, vorgegebenen Wert ist eine Neuzentrierung erforderlich. Zur Neuzentrierung gibt es 2 Möglichkeiten: entweder während einer Druckpause oder im Druckbetrieb.

[0041] Ein alternatives Verfahren kann wie folgt durchgeführt werden: Die Pumpe 5 wird so gesteuert, dass die Membran 11 an die Wand 24 geführt wird. Dabei verschwindet das Volumen V1 des ersten Raums 10a. Der Puffer 12 (bzw. dessen Volumen VP) ist währenddessen mit der Atmosphäre verbunden. Danach wird der Puffer mit einem Luftdruck p_{Luft} beaufschlagt, der so bemessen ist, dass die Membran 11 in ihre Ruhelage geführt wird (bei gegebenem Betriebsdruck p_{Betrieb} der Tinte). Der Luftdruck berechnet sich dabei nach der Formel $p_{\text{Luft}} = ((VP+V1) / VP) * p_{\text{Betrieb}}$.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Tintenversorgungseinrichtung
2	Druckkopf
2a	Widerstand
2b	Widerstand
3	Tintenvorratsbehälter
4	Tintenleitung (Supply-Seite)
5	Pumpe
6	Ventil
7	Tintenleitung (Return-Seite)
8	Pumpe
9	Ventil
10	Kammer
10a	Erster Raum
10b	Zweiter Raum
11	Membran
12	Puffer
13	Luftpumpe
14	Luftleitung
15	Tintenleitung
16	Kammer
16a	erster Raum
16b	zweiter Raum
17	Membran
18	Puffer
19	Luftleitung
20	Tintenleitung
21	Ventil
22	Ventil
23	Wand
24	Wand
25	Drucksensor
26	Drucksensor
27	Leitungssystem (Manifold)
28	Leitungssystem (Manifold)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Dämpfen von Druckspitzen in einer Leitung für Tinte eines Tintenstrahldruckers, wobei die Leitung (4, 7, 27, 28) mit einer Kammer (10, 16) verbunden ist, in welcher eine Membran (11, 17) angeordnet ist und welche von der Membran in einen luftgefüllten ersten Raum (10a, 16a) und einen tintegefüllten zweiten Raum (10b, 16b) getrennt ist, und wobei der erste Raum mit einem luftgefüllten Puffer (12, 18) und der Puffer mit einer Luft-Pumpe (13) verbunden ist, mit den Schritten a bis c:

a) Pumpen von Luft in den ersten Raum bis die Kammer von Tinte befreit ist und sich die Membran an eine Wand (23) der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, danach

b) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum bis die Kammer mit Tinte gefüllt ist und sich die Membran an eine Wand (24) der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, wobei die Anzahl der Pumpenzyklen ermittelt wird, danach

c) Pumpen von Luft in den ersten Raum, wobei im Wesentlichen die Hälfte der ermittelten Anzahl der Pumpenzyklen durchlaufen wird,

oder mit den Schritten d bis f:

d) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum bis die Kammer mit Tinte gefüllt ist und sich die Membran an eine Wand (24) der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, danach

e) Pumpen von Luft in den ersten Raum bis die Kammer von Tinte befreit ist und sich die Membran an eine Wand (23) der Kammer anlegt oder die Spannung der Membran im Wesentlichen linear zu steigen beginnt, wobei die Anzahl der Pumpenzyklen ermittelt wird, danach

f) Pumpen von Luft aus dem ersten Raum, wobei im Wesentlichen die Hälfte der ermittelten Anzahl der Pumpenzyklen durchlaufen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftdruck - in der Luft-Pumpe, in dem Puffer, in dem ersten Raum oder in einer dieser verbindenden Leitung (14, 19) - gemessen wird, bevorzugt mittels eines Drucksensors (25, 26).

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt a) oder Schritt e) beendet wird, sobald der gemessene Luftdruck signifikant, bevorzugt im Wesentlichen linear zu steigen beginnt.

4. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schritt b) oder Schritt d) beendet wird, sobald
der gemessene Luftdruck signifikant, bevorzugt im
Wesentlichen linear zu fallen beginnt. 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Schlauchpumpe (13) als Pumpe vorhan- 10
den ist und dass die Pumpenzyklen durch Zählen
der Schritte des Motors der Schlauchpumpe ermittelt
werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü- 15
che,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druck der Tinte konstant gehalten wird.

20

25

30

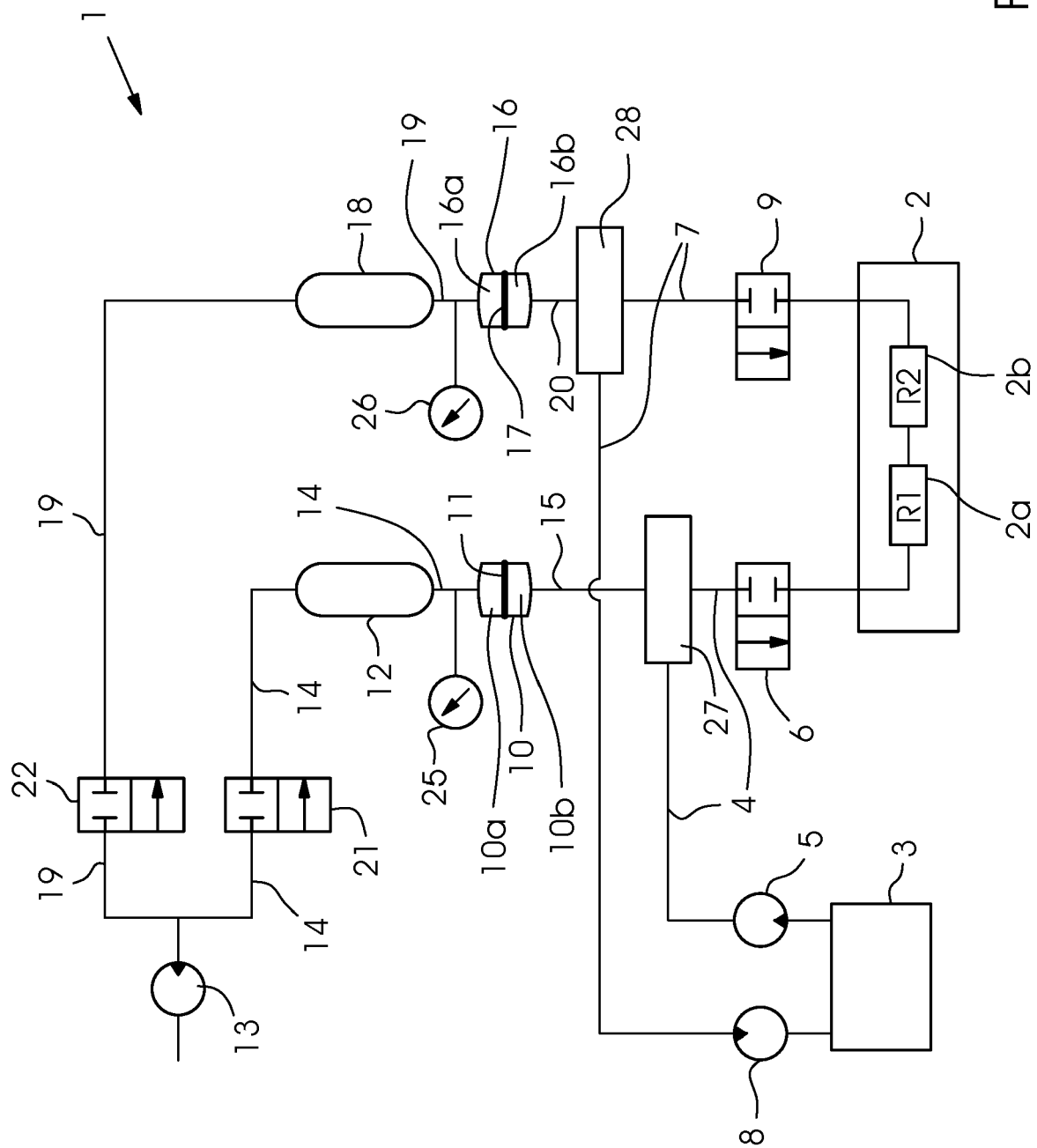
35

40

45

50

55



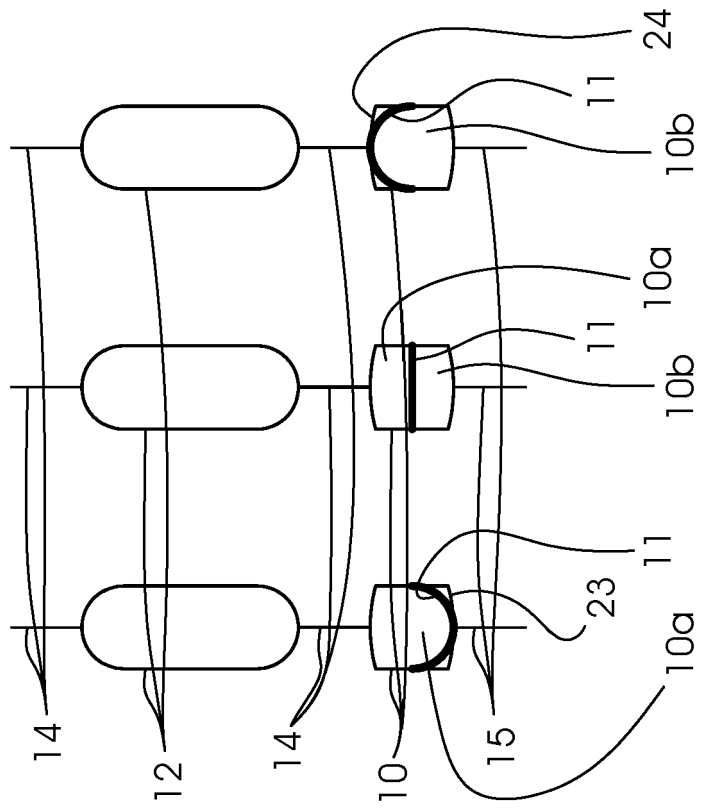


Fig.2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 17 9165

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2008/198207 A1 (KATADA MASAHIRO [JP]) 21. August 2008 (2008-08-21)	1,2,5,6	INV. B41J2/175
Y	* Absätze [0002], [0005], [0007], [0008], [0009], [0013], [0018], [0021], [0041], [0042], [0043], [0044] * * Absätze [0045], [0046], [0047], [0055], [0076], [0080], [0088], [0090], [0098], [0111], [0117], [0131]; Abbildungen 1, 5, 6 *	3,4	
X	US 2012/026256 A1 (SHIBATA HIROSHI [JP]) 2. Februar 2012 (2012-02-02)	1,2,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B41J
	* Absätze [0081], [0082], [0083], [0084], [0088], [0090], [0101], [0102], [0103], [0104], [0106] * * Absätze [0107], [0108]; Abbildungen 1, 4, 6, 7a, 7b, 8 *		
X	EP 2 574 471 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 3. April 2013 (2013-04-03)	1,2	
	* Absätze [0004], [0005], [0008], [0093], [0094], [0095], [0096], [0099], [0101], [0104], [0105], [0106]; Abbildungen 1, 6, 7, 10, 12, 13 *		
Y	JP 2013 071247 A (FUJIFILM CORP) 22. April 2013 (2013-04-22)	3,4	
	* Absätze [0101], [0118], [0119], [0120] *		
A	EP 2 891 558 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 8. Juli 2015 (2015-07-08)	1	
	* Absätze [0037], [0038], [0039], [0040], [0058], [0069]; Abbildung 4 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Februar 2017	Prüfer Bitane, Rehab
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 17 9165

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-02-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2008198207	A1	21-08-2008	JP 4920446 B2		18-04-2012
				JP 2008200903 A		04-09-2008
				US 2008198207 A1		21-08-2008
15	-----					
	US 2012026256	A1	02-02-2012	CN 102343721 A		08-02-2012
				JP 5498307 B2		21-05-2014
				JP 2012030516 A		16-02-2012
				US 2012026256 A1		02-02-2012
20	-----					
	EP 2574471	A1	03-04-2013	CN 103029443 A		10-04-2013
				EP 2574471 A1		03-04-2013
				JP 5419940 B2		19-02-2014
				JP 2013071359 A		22-04-2013
25				US 2013076810 A1		28-03-2013

	JP 2013071247	A	22-04-2013	JP 5740266 B2		24-06-2015
				JP 2013071247 A		22-04-2013

30	EP 2891558	A1	08-07-2015	EP 2891558 A1		08-07-2015
				JP 5886164 B2		16-03-2016
				JP 2014046577 A		17-03-2014
				US 2015174897 A1		25-06-2015
				WO 2014034711 A1		06-03-2014
35	-----					
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 8042902 B2 [0007]