



(10) **DE 10 2012 107 966 A1** 2013.10.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 107 966.8**

(22) Anmeldetag: **29.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2013**

(51) Int Cl.: **C23C 14/24 (2012.01)**

(66) Innere Priorität:
10 2012 207 209.8 30.04.2012

(71) Anmelder:
**VON ARDENNE Anlagentechnik GmbH, 01324,
Dresden, DE**

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Lippert, Stachow & Partner, 01309,
Dresden, DE**

(72) Erfinder:
**Deus, Carsten, 01309, Dresden, DE; Meißner,
Frank, 01279, Dresden, DE; Leupold, Jan, 01099,
Dresden, DE; Richter, Jörk, 01217, Dresden, DE;
Seifert, Ruben, 01277, Dresden, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

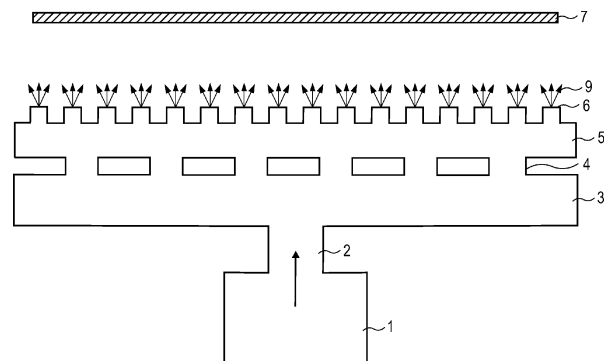
DE 10 2010 041 376 A1
DE 10 2010 041 380 A1
EP 1 443 127 B1
JP 2002- 030 418 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verdampfeinrichtung und Koverdampfersystem für eine Beschichtungsanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verdampfeinrichtung für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger Substrate, umfassend eine Dampfquelle und einen mit der Dampfquelle zur Verdampfung eines Beschichtungsmaterials verbundenen Dampfauslass, der mindestens ein Dampfauslassrohr mit einer Mehrzahl von beabstandet zueinander angeordneten Dampfauslassöffnungen umfasst, wobei zwischen der Dampfquelle und dem mindestens einen Dampfauslassrohr mindestens ein Dampfverteilerrohr angeordnet ist, welches durch mindestens eine Dampfeinlassöffnung mit der Dampfquelle und durch mindestens eine Dampfverbindungsöffnung mit dem mindestens einen Dampfauslassrohr verbunden ist, sowie ein Koverdampfersystem zum Herstellen von Mischschichten aus mindestens zwei Materialien mit mindestens einer derartigen Verdampfeinrichtung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verdampfeinrichtung und ein Koverdampfersystem für eine Beschichtungsanlage, insbesondere eine lineare Verdampfeinrichtung zur Abscheidung beispielsweise organischer Substanzen auf großflächigen, beispielsweise plattenförmigen Substraten wie Glasscheiben oder dergleichen.

[0002] Thermische Linearverdampfer zur dynamischen Beschichtung von bewegten Bauteilen im Vakuum (insbesondere zum Verdampfen temperaturempfindlicher organischer Substanzen) sind bekannt. Ein wichtiges Ziel bei der Auslegung derartiger Verdampfungseinrichtungen ist die Erzielung einer hohen Dampfausbeute durch Einstellung eines geringen Verdampfer-Substrat-Abstandes insbesondere bei Koverdampfungsanordnungen, d.h. Verdampfungsanordnungen, bei denen zwei oder mehr unterschiedliche Materialien getrennt voneinander verdampft und in räumlicher Nähe zueinander auf das Substrat geleitet werden um Mischschichten aus den unterschiedlichen Materialien zu erzeugen.

[0003] Allgemeiner Stand der Technik von Düsenrohrverdampfern sind Verdampfeinrichtungen zur Beschichtung von Substraten im Vakuum durch thermische Verdampfung mit einem Dampfverteiler in Form eines Düsenrohrs. Dabei erfolgt die Dampferzeugung in einer Dampferzeugungsbaugruppe, die auf eine Dampferzeugungstemperatur erhitzt wird, um das enthaltene Material zu verdampfen. Die Dampferzeugungsbaugruppe kommuniziert dampfleitend mit dem Dampfverteiler (zum Beispiel einem Düsenrohr). Der Dampfverteiler ist heizbar und wird während des Betriebs auf eine Temperatur über der Kondensationstemperatur des erzeugten Dampfes erhitzt.

[0004] Derartige Verdampfungseinrichtungen sind unter anderem beschrieben in EP 1 443 127 B1 (SDT1), J.M. Grace, D.R. Freeman, and N.P. Redden, Eastman Kodak Company, Rochester, NY; and J. Klug, Deutsche Bank AG, New York, NY: Scale-up of Thermal Evaporation Processes for Large-Area Coatings of "Small Molecule" Organic Light-Emitting Diode Materials, 2006 Society of Vacuum Coaters 505/856-7188, 49th Annual Technical Conference Proceedings (2006) ISSN 0737-5921 (SDT2) und DE 10 2010 041 376 A1 (SDT3), die eine Verdampfungsvorrichtung mit einem unrunder Düsenrohr sowie eine Koverdampferanordnung mit geringem Verdampfer-Substrat-Abstand beschreibt. Die dort beschriebene Anordnung hat den Nachteil, dass Düsenrohre mit einer von der Kreiszyylinderform abweichenden Grundform schwierig zu fertigen sind, insbesondere wenn sie aus nichtmetallischen Materialien wie Quarzglas, Glas, Keramik usw. bestehen sollen.

[0005] Folgende bekannten Randbedingungen sind bei der Auslegung von Dampfverteilern zu beachten:

a) Bei der geometrischen Auslegung von Dampfverteilern müssen, wie z.B. in SDT1 und SDT2 dargelegt, bestimmte Relationen zwischen Dampfleitwerten beachtet werden. So ist das Verhältnis des Leitwertes CB des Verteilervolumens (Düsenrohres) in dessen Längsrichtung zum Summenleitwert CA aller Düsenöffnungen d.h. der Quotient CA/CB , möglichst klein zu wählen, z.B. kleiner als $1/20$, um den Druckabfall im Düsenrohr in Längsrichtung möglichst klein, z.B. unter ca. 5%, zu halten. Ein geringer Druckabfall in der Düsenrohr-Längsrichtung ist wichtig, um eine hohe Homogenität der Beschichtungsrate in der Düsenrohr-Längsausdehnung (d.h. in der Richtung quer zur Substrattransportrichtung) einzuhalten. Hier gilt in erster Näherung, dass die relative Rateschwankung entlang der Düsenrohr-Richtung etwa dem Quotienten CA/CB entspricht. Das Patent SDT1 beansprucht für den Quotienten CA/CB den Bereich $CA/CB \leq 0,5$. SDT1 und SDT2 beschäftigen sich nicht mit Implikationen eines möglichst kleinen Leitwertquotienten auf sonstige Eigenschaften des Verdampfers oder auf die Ausgestaltung einer Koverdampferanordnung.

b) Die Summe der Düsenöffnungsleitwerte CA bestimmt andererseits den der Verdampfung entgegenstehenden Widerstand und limitiert dadurch die bei einer bestimmten Verdampfungstemperatur und dem der Temperatur korrespondierendem Dampfdruck die Bedampfungsrate. Um bei möglichst geringen Verdampfungstemperaturen eine möglichst hohe Beschichtungsrate zu erreichen, ist dieser Düsensummenleitwert CA möglichst hoch zu wählen.

c) Bei Koverdampfern in Form von zwei parallel angeordneten Düsenrohren ist weiterhin ein möglichst geringer Abstand zwischen den Düsenreihen der beiden Einzelverdampfer vorteilhaft, da dadurch eine homogene Durchmischung der Dampf Wolken am Ort des Substrates erreicht werden kann. Insbesondere kann der Verdampfer-Substrat-Abstand nicht wesentlich kleiner als der Abstand der Düsenreihen gewählt werden, wenn eine effektive Durchmischung der beiden Dampfkeulen am Substratort erreicht werden soll. Ein geringer Verdampfer-Substrat-Abstand ist jedoch seinerseits vorteilhaft, da dadurch eine höhere Dampfausnutzung erreicht wird (Dampfausnutzung = vom Substrat absorbierte Dampfmenge in Relation zur verdampften Menge).

[0006] Die drei Ziele a), b) und c) sind nicht ohne weiteres gleichzeitig zu erfüllen, da ein nach b) gewählter hoher Düsensummenleitwert laut a) einen großen Längs-Leitwert des Dampfverteilers erfordert, was wiederum einen hohen geometrischen Querschnitt des Dampfverteilers und damit entsprechend große geometrische Abmessungen desselben erforder-

dert, was einer engen Nachbarbeziehung der Düsenreihen von im Koverdampfer benachbart angeordneten Einzelverdampfern entgegensteht, insbesondere wenn jeder der Dampfverteiler die einfach zu fertigende Form eines zylindrischen Rohres aufweist. SDT3 versucht, die genannten Bedingungen a) bis c) gleichzeitig zu optimieren und greift dafür auf eine von der Kreiszyylinderform abweichende Gestaltung des Dampfverteilers auf. Diese Lösung hat den Nachteil, dass nichtzylindrische hohle Bauteile insbesondere aus inerten chemischen Materialien, welche für die mit reaktiven Organikdämpfen in Kontakt stehenden heißen Bauteilen vorteilhaft eingesetzt werden, nur sehr schwierig und mit hohen Kosten zu fertigen sind.

[0007] Ziel der vorliegende Erfindung ist die Gestaltung eines Dampfverteilersystems (Düsenrohres) eines Düsenrohr-Linearverdampfers unter gleichzeitiger Optimierung der Verdampfergeometrie nach den oben genannten Kriterien a) bis c), die auch unter ausschließlicher Verwendung einfach zu fertigender, im wesentlichen kreiszyklischer Grundformen herstellbar ist.

[0008] Dazu wird zunächst bei einer an sich bekannten Verdampfereinrichtung für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger oder bandförmiger Substrate, die eine Dampfquelle zur Verdampfung eines Beschichtungsmaterials und einen mit der Dampfquelle verbundenen Dampfauslass umfasst, der mindestens ein Dampfauslassrohr mit einer Mehrzahl von beabstandet zueinander angeordneten Dampfauslassöffnungen aufweist, vorgeschlagen, dass zwischen der Dampfquelle und dem mindestens einen Dampfauslassrohr mindestens ein Dampfverteilerrohr angeordnet ist, welches durch mindestens eine Dampfeinlassöffnung mit der Dampfquelle und durch mindestens eine Dampfverbindungsöffnung mit dem mindestens einen Dampfauslassrohr verbunden ist.

[0009] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass zwischen der Dampfquelle und dem mindestens einen Dampfauslassrohr mindestens ein Dampfverteilerrohr angeordnet ist, welches durch mindestens eine Dampfeinlassöffnung mit der Dampfquelle verbunden ist, mindestens zwei Dampfverbindungsöffnungen aufweist und durch jede der mindestens zwei Dampfverbindungsöffnungen mit mindestens einem Dampfauslassrohr verbunden ist.

[0010] Mit anderen Worten wird zwischen der Dampfquelle und dem Dampfauslassrohr vorschlagsgemäß ein Dampfverteilerrohr eingefügt, das sowohl mit der Dampfquelle als auch mit dem Dampfauslassrohr dampfleitend kommuniziert. Der von der Dampfquelle erzeugte Beschichtungsmaterialdampf tritt zunächst durch mindestens eine Dampfeinlassöffnung in das Dampfverteilerrohr ein und verteilt sich dar-

in. Der so über die gesamte Länge des Dampfverteilerrohrs verteilte Dampf tritt anschließend durch mindestens eine Dampfverbindungsöffnung in das mindestens eine Dampfauslassrohr ein und wird anschließend durch eine Anordnung von Dampfauslassöffnungen freigesetzt. Da derartige Verdampferanordnungen zweckmäßigerweise unterhalb einer zu beschichtenden Substratoberfläche angeordnet werden, schlägt sich der Beschichtungsmaterialdampf anschließend auf der zu beschichtenden Substratoberfläche nieder.

[0011] Die hier verwendeten Begriffe „Dampfverteilerrohr“ und „Dampfauslassrohr“ sind weit auszulegen und nicht etwa auf zylindrische Bauteile beschränkt. Zwar wird durch den beschriebenen kaskadierten Aufbau der Verdampfungseinrichtung die Verwendung einfach und kostengünstig herstellbarer zylindrischer Rohre ermöglicht, weil es möglich ist, mehrere Dampfauslassrohre sehr nahe beieinander zu positionieren. Es versteht sich jedoch von selbst, dass die beschriebene Verdampferanordnung auch unter Verwendung andersartig geformter Bauteile, beispielsweise wie in DE 10 2010 041 376 A1 beschrieben, immer noch mit Vorteil anwendbar ist, weshalb auch derartige Ausführungen vom beanspruchten Gegenstand mit umfasst sein sollen.

[0012] Im einfachsten Fall sind ein Dampfverteilerrohr und ein Dampfauslassrohr vorhanden, die zweckmäßigerweise gleich lang und jeweils mindestens so lang sind, wie das Substrat breit ist. In diesem Fall ist es zweckmäßig, dass das Dampfverteilerrohr und das Dampfauslassrohr über mehrere, also mindestens zwei, Dampfverbindungsöffnungen miteinander verbunden sind, um den Effekt der Verteilung des Dampfes über die ganze Länge des Dampfverteilerrohres bestmöglich auszunutzen. Die Dampfverbindungsöffnungen können dabei, ebenso wie die Dampfeinlassöffnung von der Dampfquelle zum Dampfverteilerrohr, beispielsweise als kurze, die beiden jeweiligen Komponenten verbindende Rohrabschnitte ausgeführt sein.

[0013] Die vorgeschlagene Verdampferanordnung kann in einer Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger oder bandförmiger Substrate angeordnet werden, die eine Vakuumkammer mit einer Transporteinrichtung zum horizontalen Transport plattenförmiger Substrate in einer Transportrichtung unterhalb der Transporteinrichtung umfasst, wobei die Verdampferanordnung vorteilhaft so angeordnet ist, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr und das mindestens eine Dampfauslassrohr in der Nähe der transportierten Substrate so angeordnet ist, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr und das mindestens eine Dampfauslassrohr mit ihrer Längsachse jeweils etwa parallel zur Substratfläche und etwa quer zur Transportrichtung ausgerich-

tet sind und die Dampfauslassöffnungen der zu beschichtenden Seite des Substrats zugewandt sind.

[0014] Eine konkrete Ausgestaltung in einer Beschichtungsanlage, in der Substrate horizontal transportiert werden, kann darin bestehen, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr und das mindestens eine Dampfauslassrohr jeweils horizontal und quer zur Transportrichtung ausgerichtet sind und die Dampfauslassöffnungen der Unterseite des Substrats zugewandt sind.

[0015] Die Beschichtung plattenförmiger Substrate ist beispielhaft zu verstehen, die vorgeschlagene Lösung eignet sich gleichermaßen zur flächigen Beschichtung anderer Substrate, zum Beispiel von Bändern oder von in einem Carrier flächig angeordnetem Stückgut.

[0016] Die hier gemachten Angaben zur horizontalen Orientierung der Substrate mit der zu beschichtenden unteren Seite sind ebenfalls nur beispielhaft, analoge Lösungen können auch für Substrate beliebiger räumlicher Orientierung angewendet werden, indem das mindestens eine Dampfverteilerrohr in seiner Längserstreckung etwa parallel zur Substratoberfläche und quer zur Substrattransportrichtung angeordnet wird.

[0017] Die sich damit über die ganze Substratbreite erstreckende Anordnung von Dampfauslassöffnungen sorgt dadurch für eine gleichmäßige Beschichtung der gesamten Substratoberfläche, wenn das Substrat in der Transportrichtung an der Verdampfer-einrichtung vorbei bewegt wird. Es versteht sich dabei von selbst, dass auch mehrere der beschriebenen Anordnungen von Dampfquelle, Dampfverteilerrohr (en) und Dampfauslassrohr(en) zu einer Verdampfer-einrichtung vereinigt werden können, um beispielsweise Mischschichten herzustellen. In gleicher Weise können in ein und derselben Anlage mehrere derartige Verdampfer-einrichtungen mit größerem Abstand hintereinander angeordnet sein, um beispielsweise ein Schichtsystem verschiedener Beschichtungsmaterialien auf dem Substrat zu erzeugen.

[0018] In einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Mittelachse des mindestens einen Dampfverteilerrohres und die Mittelachse des mindestens einen Dampfauslassrohres so angeordnet sind, dass die Mittelachse des mindestens einen Dampfverteilerrohres einen größeren Abstand zum Substrat und einen seitlichen Versatz in Substrattransportrichtung relativ zur Mittelachse des mindestens einen Dampfauslassrohres aufweist.

[0019] Eine konkrete Ausgestaltung in einer Beschichtungsanlage, in der Substrate horizontal transportiert werden, kann darin bestehen, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr senkrecht über der

Dampfquelle angeordnet ist und das mindestens eine Dampfauslassrohr relativ zu der Anordnung von Dampfquelle und Dampfverteilerrohr versetzt angeordnet ist.

[0020] Durch die zueinander senkrechte Anordnung von Dampfquelle und Dampfverteilerrohr wird ein in der Transportrichtung der Substrate gesehen kurzer Aufbau der Verdampfer-einrichtung erreicht, während durch die relativ dazu versetzte Anordnung des Dampfauslassrohrs eine räumlich enge Anordnung zweier in der Transportrichtung gesehen hintereinander angeordneter Dampfauslassrohre erzielt werden kann.

[0021] Für eine möglichst hohe Gleichmäßigkeit der Dampfverteilung auf dem Weg von der Dampfquelle zu den Dampfauslassöffnungen ist die Verdampfer-einrichtung vorteilhaft so gestaltet, dass für den Leitwert CD_1 des Dampfverteilerrohrs D_1 und für den Leitwert CD_2 des Dampfauslassrohrs D_2 in der Richtung ihrer jeweils größten Ausdehnung die Relation $CD_1 > 2 \cdot CD_2$ gilt:

$$CD_1 > 2 \cdot CD_2$$

[0022] Demselben Zweck dient eine Ausgestaltung, bei der für den Summenleitwert CA_1 der Dampfverbindungsöffnungen A_1 und den Summenleitwert CA_2 der Dampfauslassöffnungen A_2 und für den Leitwert CD_1 des Dampfverteilerrohrs D_1 und für den Leitwert CD_2 des Dampfauslassrohrs D_2 in der Richtung ihrer jeweils größten Ausdehnung die Relation $1/(1/CA_1 + 1/CA_2) < (CD_1 + CD_2)/20$ gilt:

$$\frac{1}{\frac{1}{CA_1} + \frac{1}{CA_2}} < \frac{CD_1 + CD_2}{20}$$

[0023] Weiter vorteilhaft kann die Verdampfer-einrichtung so ausgestaltet sein, dass für die Anzahl NA_1 der Dampfverbindungsöffnungen A_1 und den Summenleitwert CA_2 der Dampfauslassöffnungen A_2 und für den Leitwert CD_2 des Dampfauslassrohrs D_2 in der Richtung seiner größten Ausdehnung die Relation $CA_2 < (NA_1 \cdot NA_1 \cdot CD_2)/20$ gilt:

$$CA_2 < \frac{NA_1^2 \cdot CD_2}{20}$$

[0024] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist die Verdampfer-einrichtung so ausgestaltet, dass für den Summenleitwert CA_1 der Dampfverbindungsöffnungen A_1 und den Summenleitwert CA_2 der Dampfauslassöffnungen A_2 die Relation $CA_1 > 2 \cdot CA_2$ gilt:

$$CA_1 > 2 \cdot CA_2$$

[0025] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass mindestens zwei Dampfauslassrohre D2 durch jeweils mindestens eine Dampfverbindungsöffnung mit dem mindestens einen Dampfverteilerrohr D1 verbunden sind. Bei dieser Ausgestaltung können beispielsweise einem Dampfverteilerrohr zwei oder mehrere Dampfauslassrohre, die dann jeweils kürzer sind als das Dampfverteilerrohr, zugeordnet sein und mit diesem Dampfverteilerrohr durch mindestens je eine Dampfverbindungsöffnung dampfleitend verbunden sein. Mit anderen Worten ist bei dieser Ausgestaltung des vorgeschlagenen Verdampfeinrichtung vorgesehen, dass das Dampfauslassrohr D2 in mehrere Einzelabschnitte unterteilt ist, welche jeweils über mindestens eine Verbindungsöffnung mit dem Dampfverteilerrohr D1 kommunizieren, wobei benachbarte Abschnitte des Dampfauslassrohrs D2 entweder vollständig voneinander getrennt sind, also untereinander nicht dampfleitend kommunizieren, oder über benachbarte Stirnflächen untereinander dampfleitend kommunizieren.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr und/oder das mindestens eine Dampfauslassrohr auf Temperaturen über dem Kondensationspunkt des Beschichtungsmaterialdampfes beheizbar sind. Die Beheizung kann dabei durch an dem Dampfverteilerrohr und/oder dem Dampfauslassrohr angebrachte Heizelemente, durch in das Dampfverteilerrohr und/oder das Dampfauslassrohr eingebettete Heizelemente oder durch direkten Stromdurchfluss durch das Dampfverteilerrohr und/oder das Dampfauslassrohr erfolgen. Vorteilhaft werden die Dampfverteilersysteme D1 und D2 während des Betriebs auf Temperaturen über dem Kondensationspunkt des Dampfes aufgeheizt, um das Absetzen von Schichten im Innern wirksam zu verhindern.

[0027] Wie oben bereits angedeutet kann die beschriebene Verdampfeinrichtung zur Bildung eines Koverdampfersystems zum Herstellen von Mischschichten aus mindestens zwei Materialien verwendet werden, welches mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Verdampfeinrichtungen mit jeweils mindestens einer Dampfquelle und mindestens einem Dampfauslassrohr umfasst, wobei mindestens eine Verdampfeinrichtung neben einer Dampfquelle und mindestens einem Dampfauslassrohr zusätzlich ein dazwischen angeordnetes Dampfverteilerrohr aufweist sowie gegebenenfalls weitere der oben beschriebenen Merkmale aufweist.

[0028] In einer Ausgestaltung eines derartigen Koverdampfersystems kann weiterhin vorgesehen sein, dass die zu beschichtende Substratbreite größer als 400mm ist, der Abstand der Dampfauslassöffnungen vom Substrat kleiner als 100mm ist und der Abstand zweier benachbarter Anordnungen von Dampfaus-

lassöffnungen der mindestens zwei Verdampfeinrichtungen kleiner als 100mm ist.

[0029] Schließlich kann bei einem derartigen Koverdampfersystem vorgesehen sein, dass zwischen den mindestens zwei Verdampfeinrichtungen untereinander und zwischen den Verdampfeinrichtungen und dem Substrat Blenden angeordnet sind, die als thermische Abschirmungen der einzelnen Komponenten untereinander wirken können oder/und definierte Teile der emittierten Dampfströme absorbieren können.

[0030] Zur Herstellung des beschriebenen Dampfverteilersystems können vorteilhaft kostengünstige Rohre mit kreisrundem Querschnitt verwendet werden, so dass die Dampfverteilersysteme D1 und D2 jeweils im Wesentlichen die äußere Form eines Kreiszylinders aufweisen.

[0031] Weiterhin vorteilhaft können die Dampfverteilersysteme D1 und D2 aus chemisch inerten, insbesondere glasartigen oder keramischen Materialien hergestellt werden. Bevorzugt werden für die Dampfverteilersysteme D1 und D2 Materialien verwendet, welche eine Wärmeleitfähigkeit größer als 50 W/mK aufweisen.

[0032] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen

[0033] [Fig. 1](#) den prinzipiellen Aufbau einer Verdampfeinrichtung mit kaskadiertem Dampfverteilersystem,

[0034] [Fig. 2](#) eine kaskadierte Verdampfeinrichtung mit in mehrere Einzelabschnitte unterteiltem Dampfauslassrohr,

[0035] [Fig. 3](#) einen Querschnitt einer Koverdampferanordnung mit zwei kaskadierten Verdampfeinrichtungen, mit geringem Abstand der Dampfaustrittsöffnungen zwischen linkem und rechtem Verdampfer und dadurch ermöglichtem geringem Verdampfer-Substrat-Abstand, und

[0036] [Fig. 4](#) einen Querschnitt einer Koverdampferanordnung mit einer kaskadierten Verdampfeinrichtung in Kombination mit einer Verdampfeinrichtung nach dem Stand der Technik.

[0037] In [Fig. 1](#) ist eine Verdampfeinrichtung für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger Substrate dargestellt, die eine Dampfquelle 1 zur Verdampfung eines Beschichtungsmaterials und einen mit der Dampfquelle 1 verbundenen Dampfauslass umfasst, der ein Dampfauslassrohr 5 mit einer Mehrzahl von beabstandet zueinander angeordneten Dampfauslassöffnungen 6 umfasst, wo-

bei zwischen der Dampfquelle **1** und dem Dampfauslassrohr **5** ein Dampfverteilerrohr **3** angeordnet ist, welches durch eine Dampfeinlassöffnung **2** mit der Dampfquelle **1** und durch sechs Dampfverbindungsöffnungen **4** mit dem Dampfauslassrohr **5** verbunden ist.

[0038] In [Fig. 2](#) ist eine Verdampfeinrichtung für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger Substrate dargestellt, die eine Dampfquelle **1** zur Verdampfung eines Beschichtungsmaterials und einen mit der Dampfquelle **1** verbundenen Dampfauslass umfasst, der vier Dampfauslassrohre **5** mit jeweils einer Mehrzahl von beabstandet zueinander angeordneten Dampfauslassöffnungen **6** umfasst, wobei zwischen der Dampfquelle **1** und den Dampfauslassrohren **5** ein Dampfverteilerrohr **3** angeordnet ist, welches durch eine Dampfeinlassöffnung **2** mit der Dampfquelle **1** und durch je eine Dampfverbindungsöffnung **4** mit jedem Dampfauslassrohr **5** verbunden ist. Die Verdampfeinrichtungen der Ausführungsbeispiele gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) können vorteilhaft in einer Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger Substrate **7**, die eine Vakuumkammer mit einer Transporteinrichtung zum horizontalen Transport plattenförmiger Substrate **7** in einer Transportrichtung umfasst, unterhalb der Transporteinrichtung so angeordnet werden, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr **3** und das oder die Dampfauslassrohre **5** jeweils horizontal und quer zur Transportrichtung ausgerichtet sind und die Dampfauslassöffnungen **6** der Unterseite des Substrats **7** zugewandt sind, wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) schematisch angedeutet.

[0039] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen jeweils einen Querschnitt einer Koverdampferanordnung mit zwei Verdampfeinrichtungen, deren Dampfauslassöffnungen **6** nahe beieinander angeordnet sind, damit sich die aus den beiden Verdampfeinrichtungen austretenden Wolken von Dampf **9** bestmöglich vermischen, bevor sie auf die Oberfläche des zu beschichtenden Substrats **7** auftreffen.

[0040] Wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich ist, handelt es sich bei den beiden Verdampfeinrichtungen um zwei kaskadierte Verdampfeinrichtungen im Sinne der vorhergehenden Beschreibung und der Ansprüche, d.h. um Verdampfeinrichtungen, bei denen zwischen der Dampfquelle **1** und dem Dampfaustrittsrohr **5** ein Dampfverteilerrohr **3** angeordnet ist, das durch mindestens eine Dampfeintrittsöffnung **2** mit der Dampfquelle **1** und durch mindestens eine Dampfverbindungsöffnung **4** mit dem Dampfaustrittsrohr **5** verbunden ist.

[0041] Bei beiden dargestellten Verdampfeinrichtungen ist das mindestens eine Dampfverteilerrohr **3** senkrecht über der Dampfquelle **1** angeordnet, während das mindestens eine Dampfauslassrohr **5** relativ

zu der Anordnung von Dampfquelle **1** und Dampfverteilerrohr **3** seitlich versetzt angeordnet ist.

[0042] Dadurch können die beiden Dampfverteilerrohre **3** der beiden nebeneinander, d.h. in der Transportrichtung **8** der Substrate **7** gesehen hintereinander, angeordneten Verdampfeinrichtungen, sehr nahe beieinander angeordnet werden. Dabei weisen die beiden Dampfverteilerrohre **3** jeweils einen kreisförmigen Querschnitt auf und haben überdies einen geringeren Durchmesser als die Dampfverteilerrohre **3**, welche ebenfalls einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen.

[0043] Wie aus [Fig. 4](#) ersichtlich ist, handelt es sich bei der links dargestellten Verdampfeinrichtung um eine kaskadierte Verdampfeinrichtung im Sinne der vorhergehenden Beschreibung und der Ansprüche, d.h. um eine Verdampfeinrichtung, bei der zwischen der Dampfquelle **1** und dem Dampfaustrittsrohr **5** ein Dampfverteilerrohr **3** angeordnet ist, das durch mindestens eine Dampfeintrittsöffnung **2** mit der Dampfquelle **1** und durch mindestens eine Dampfverbindungsöffnung **4** mit dem Dampfaustrittsrohr **5** verbunden ist, während es sich bei der rechts dargestellten Verdampfeinrichtung um eine aus dem Stand der Technik bekannte Verdampfeinrichtung handelt, d.h. um eine Verdampfeinrichtung, bei der das Dampfauslassrohr **5** durch mindestens eine Dampfaustrittsöffnung direkt mit der Dampfquelle verbunden ist.

[0044] Bei der links dargestellten kaskadierten Verdampfeinrichtung ist das mindestens eine Dampfverteilerrohr **3** senkrecht über der Dampfquelle **1** angeordnet, während das mindestens eine Dampfauslassrohr **5** relativ zu der Anordnung von Dampfquelle **1** und Dampfverteilerrohr **3** seitlich versetzt angeordnet ist.

[0045] Dadurch können die beiden Dampfverteilerrohre **3** der beiden nebeneinander, d.h. in der Transportrichtung **8** der Substrate **7** gesehen hintereinander, angeordneten Verdampfeinrichtungen, sehr nahe beieinander angeordnet werden.

Bezugszeichenliste

- 1** Dampfquelle
- 2** Dampfeinlassöffnung
- 3** Dampfverteilerrohr
- 4** Dampfverbindungsöffnung
- 5** Dampfauslassrohr
- 6** Dampfauslassöffnung
- 7** Substrat
- 8** Transportrichtung
- 9** austretender Dampf

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1443127 B1 [0004]
- DE 102010041376 A1 [0004, 0011]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- J. Klug, Deutsche Bank AG, New York, NY:
Scale-up of Thermal Evaporation Processes
for Large-Area Coatings of "Small Molecule"
Organic Light-Emitting Diode Materials, 2006
Society of Vacuum Coaters 505/856-7188,
49th Annual Technical Conference Proceedings
(2006) ISSN 0737-5921 (SDT2) [0004]

Patentansprüche

1. Verdampfeinrichtung für eine Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger oder bandförmiger Substrate, umfassend eine Dampfquelle zur Verdampfung eines Beschichtungsmaterials und einen mit der Dampfquelle verbundenen Dampfauslass, der mindestens ein Dampfauslassrohr mit einer Mehrzahl von beabstandet zueinander angeordneten Dampfauslassöffnungen umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Dampfquelle und dem mindestens einen Dampfauslassrohr mindestens ein Dampfverteilerrohr angeordnet ist, welches durch mindestens eine Dampfeinlassöffnung mit der Dampfquelle und durch mindestens eine Dampfverbindungsöffnung mit dem mindestens einen Dampfauslassrohr verbunden ist.

2. Verdampfeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Dampfquelle und dem mindestens einen Dampfauslassrohr mindestens ein Dampfverteilerrohr angeordnet ist, welches durch mindestens eine Dampfeinlassöffnung mit der Dampfquelle verbunden ist, mindestens zwei Dampfverbindungsöffnungen aufweist und durch jede der mindestens zwei Dampfverbindungsöffnungen mit mindestens einem Dampfauslassrohr verbunden ist.

3. Verdampfeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einer Beschichtungsanlage zur Beschichtung plattenförmiger oder bandförmiger Substrate, umfassend eine Vakuumkammer mit einer Transporteinrichtung zum Transport der Substrate in einer Transportrichtung, in der Nähe der transportierten Substrate so angeordnet ist, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr und das mindestens eine Dampfauslassrohr mit ihrer Längsachse jeweils etwa parallel zur Substratfläche und etwa quer zur Transportrichtung ausgerichtet sind und die Dampfauslassöffnungen der zu beschichtenden Seite des Substrats zugewandt sind.

4. Verdampfeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachse des mindestens einen Dampfverteilerrohres und die Mittelachse des mindestens einen Dampfauslassrohres so angeordnet sind, dass die Mittelachse des mindestens einen Dampfverteilerrohres einen größeren Abstand zum Substrat und einen seitlichen Versatz in Substrattransportrichtung relativ zur Mittelachse des mindestens einen Dampfauslassrohres aufweist.

5. Verdampfeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für den Leitwert CD1 des Dampfverteilerrohres D1 und für den Leitwert CD2 des Dampfauslassrohres D2 in der Richtung ihrer jeweils größten Ausdehnung die Relation $CD1 > 2 \cdot CD2$ gilt.

6. Verdampfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für den Summenleitwert CA1 der Dampfverbindungsöffnungen A1 und den Summenleitwert CA2 der Dampfauslassöffnungen A2 und für den Leitwert CD1 des Dampfverteilerrohres D1 und für den Leitwert CD2 des Dampfauslassrohres D2 in der Richtung ihrer jeweils größten Ausdehnung die Relation $1/(1/CA1 + 1/CA2) < (CD1 + CD2)/20$ gilt.

7. Verdampfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Anzahl NA1 der Dampfverbindungsöffnungen A1 und den Summenleitwert CA2 der Dampfauslassöffnungen A2 und für den Leitwert CD2 des Dampfauslassrohres D2 in der Richtung seiner größten Ausdehnung die Relation $CA2 < (NA1 \cdot NA1 \cdot CD2)/20$ gilt.

8. Verdampfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für den Summenleitwert CA1 der Dampfverbindungsöffnungen A1 und den Summenleitwert CA2 der Dampfauslassöffnungen A2 die Relation $CA1 > 2 \cdot CA2$ gilt.

9. Verdampfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Dampfauslassrohre D2 durch jeweils mindestens eine Dampfverbindungsöffnung mit dem mindestens einen Dampfverteilerrohr D1 verbunden sind.

10. Verdampfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Dampfverteilerrohr und/oder das mindestens eine Dampfauslassrohr auf Temperaturen über dem Kondensationspunkt des Beschichtungsmaterialdampfes beheizbar sind.

11. Koverdampfersystem zum Herstellen von Mischschichten aus mindestens zwei Materialien, umfassend mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Verdampfeinrichtungen mit jeweils mindestens einer Dampfquelle und mindestens einem Dampfauslassrohr, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Verdampfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

12. Koverdampfersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zu beschichtende Substratbreite größer als 400mm ist, der Abstand der Dampfauslassöffnungen vom Substrat kleiner als 100mm ist und der Abstand zweier benachbarter Anordnungen von Dampfauslassöffnungen der mindestens zwei Verdampfeinrichtungen kleiner als 100 mm ist.

13. Koverdampfersystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den mindestens zwei Verdampfeinrichtungen untereinander und zwischen den Verdampfeinrichtungen und dem Substrat Blenden angeordnet sind, die als thermische Abschirmungen der einzelnen Komponenten untereinander wirken oder/und definierte Teile der emittierten Dampfströme absorbieren.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

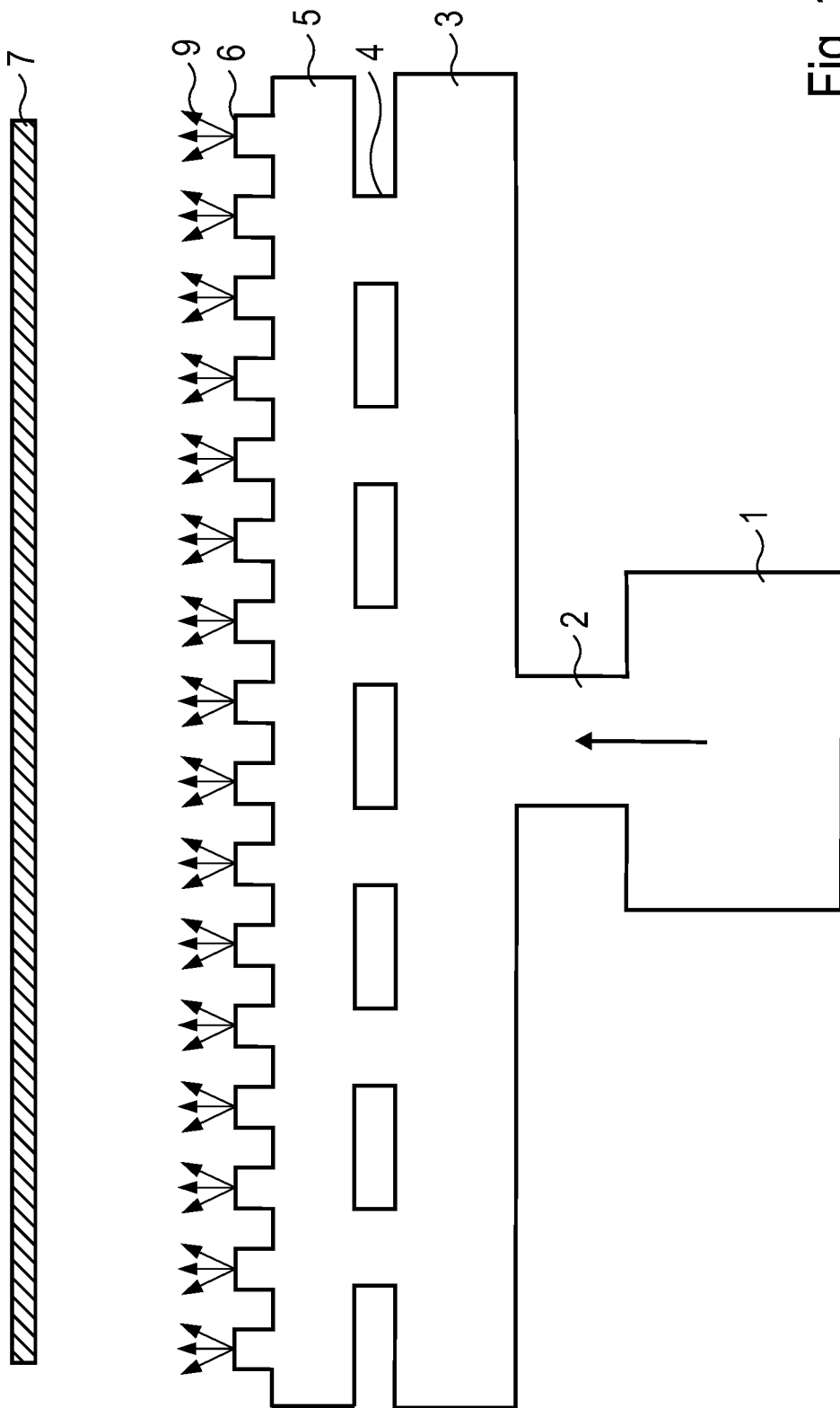


Fig. 1

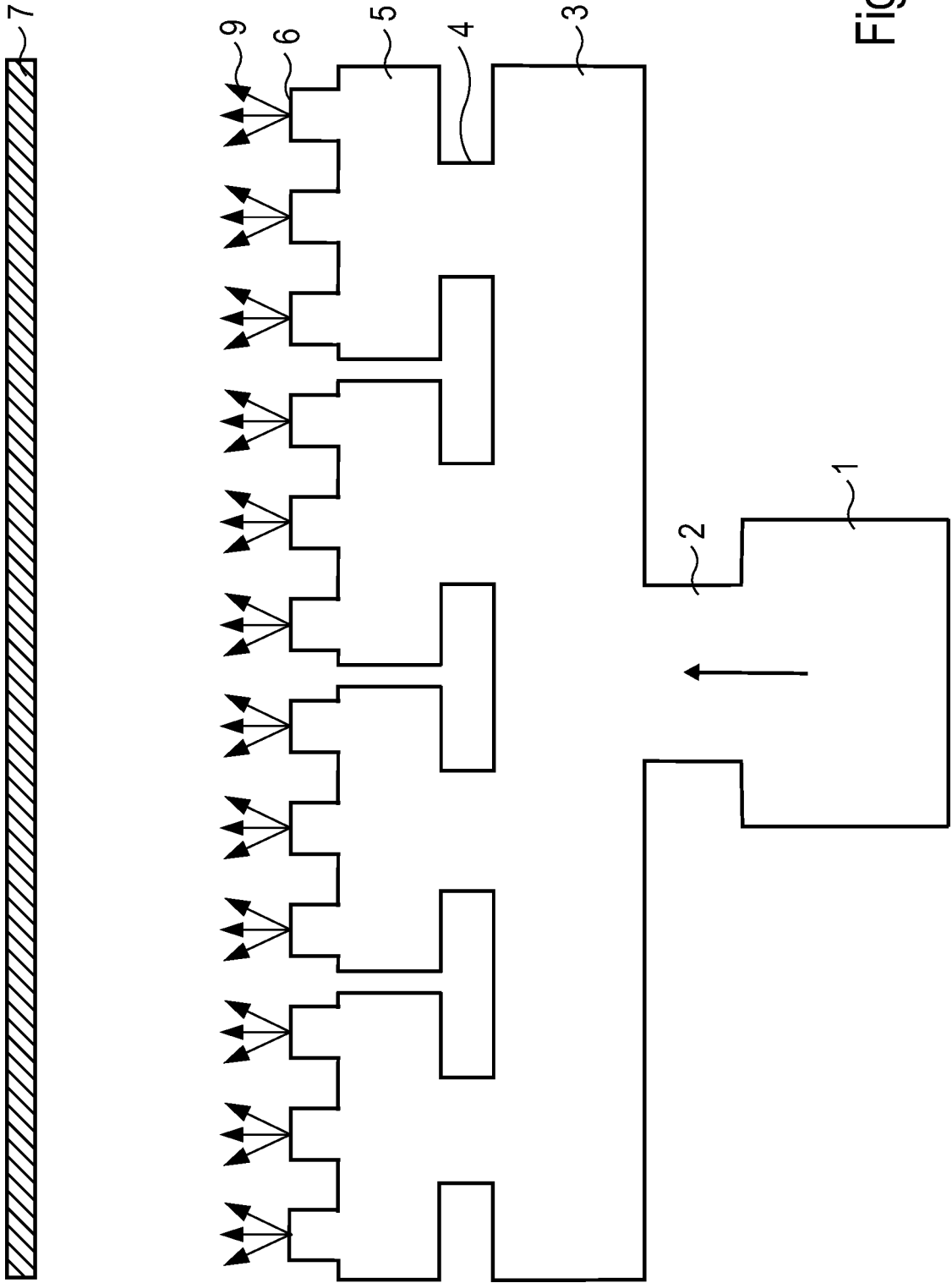


Fig. 2

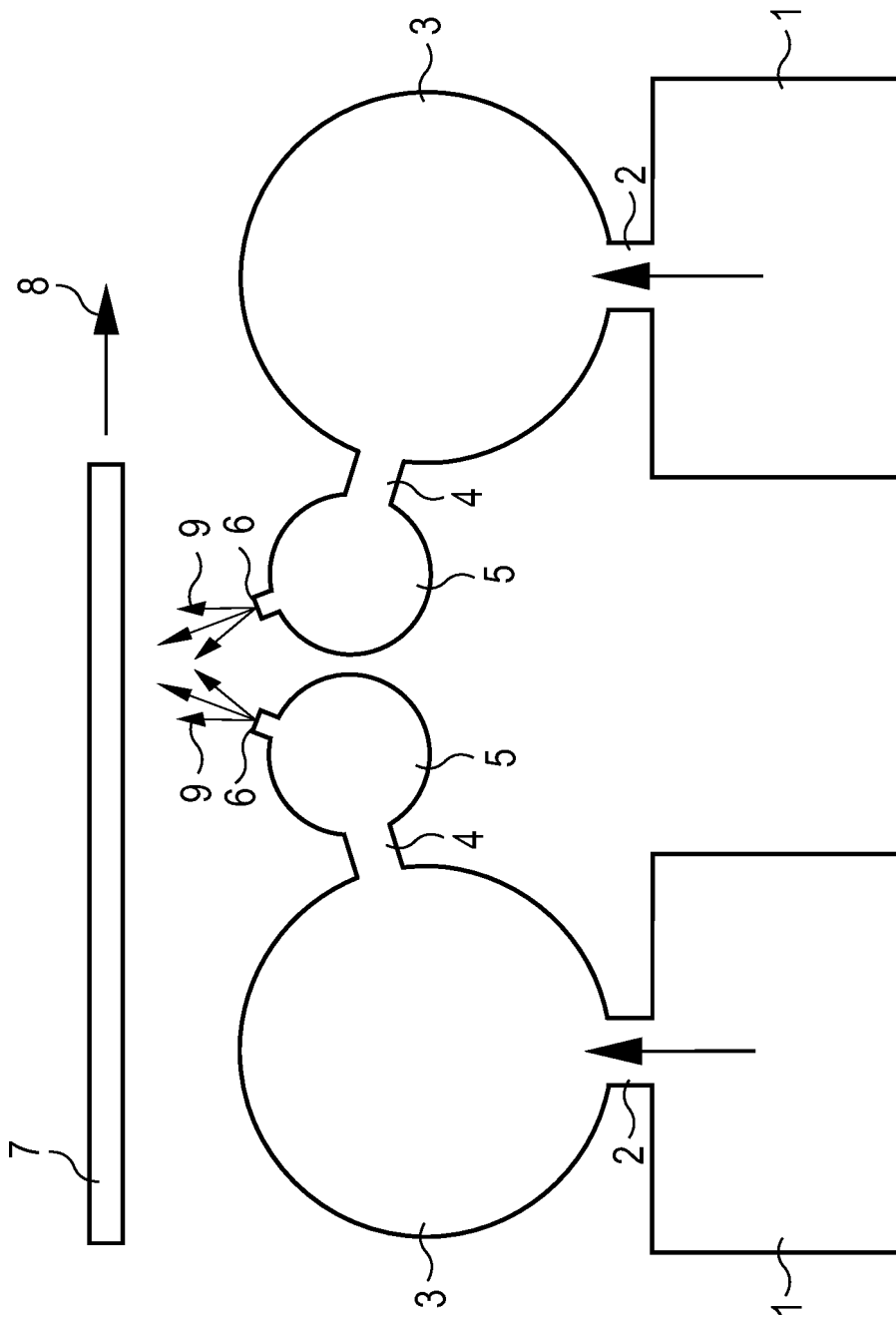


Fig. 3

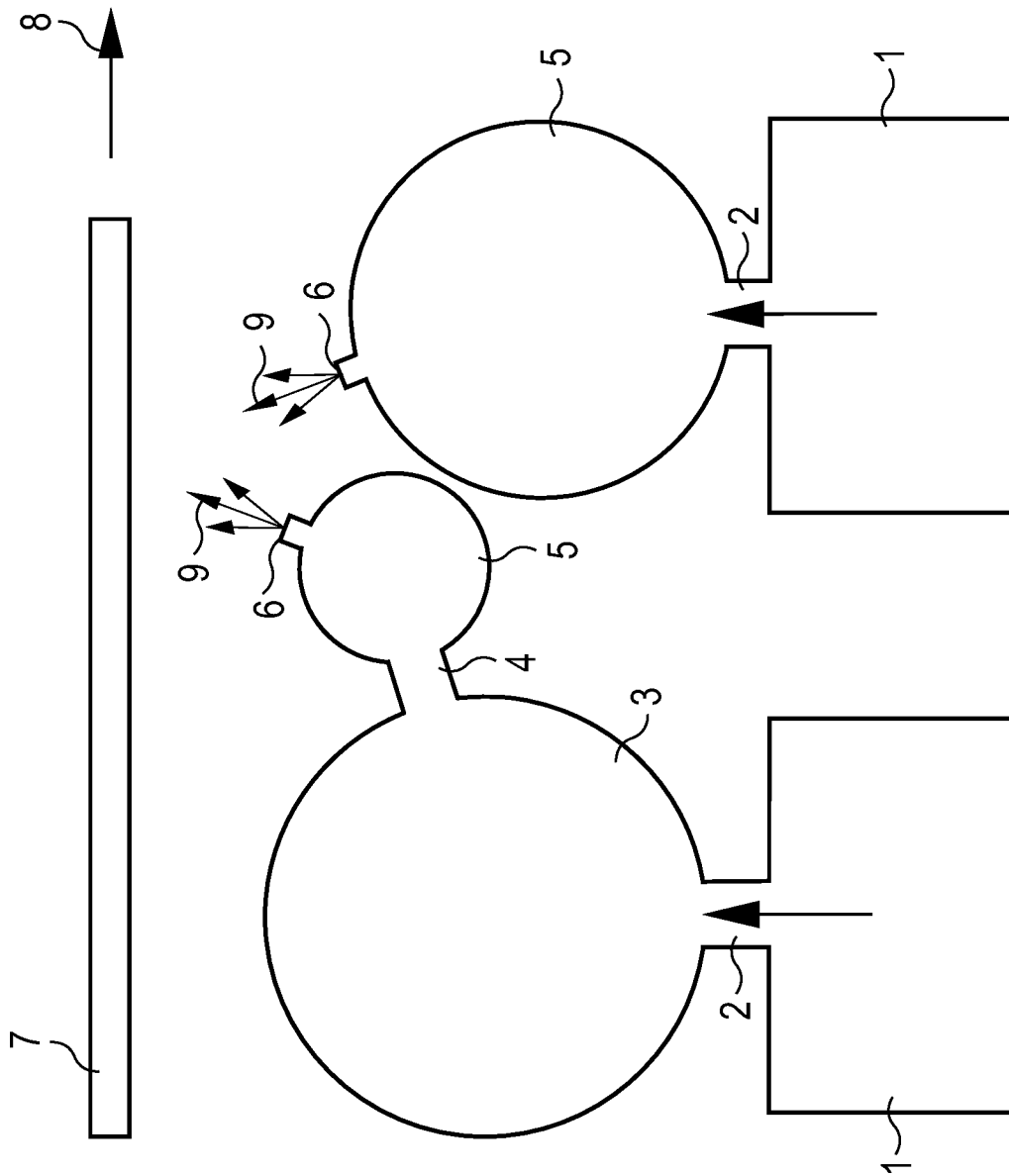


Fig. 4