



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 715 943 B1

(51) Int. Cl.: D02G 1/16 (2006.01)  
D01D 5/22 (2006.01)

## Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 000220/2020

(22) Anmeldedatum: 24.02.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.09.2020

(30) Priorität: 05.03.2019  
DE 102019001545.2

(24) Patent erteilt: 15.08.2023

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.08.2023

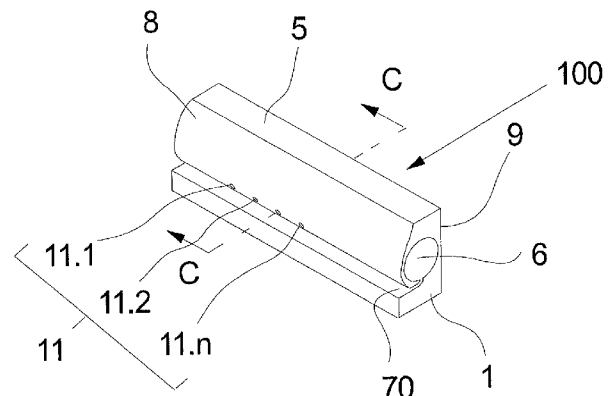
(73) Inhaber:  
Oerlikon Textile GmbH & Co. KG, Leverkusener Strasse 65  
42897 Remscheid (DE)

(72) Erfinder:  
Bauer Denis, 42287 Wuppertal (DE)  
Evertz Matthias, 42897 Remscheid (DE)

(74) Vertreter:  
Schmauder & Partner AG Patent- und Markenanwälte  
VSP, Zwängiweg 7  
8038 Zürich (CH)

### (54) Verwirbelungsvorrichtung zum Verwirbeln eines synthetischen, multifilen Fadens.

(57) Die Erfindung betrifft eine Verwirbelungsvorrichtung (100) zum Verwirbeln eines synthetischen multifilen Fadens mittels eines vorgespannten fluiden Arbeitsmediums, wobei die Verwirbelungsvorrichtung (100) einen Fadenbehandlungskanal (6) der zum Durchführen und Verwirbeln des multifilen Fadens ausgebildet ist, wobei der Fadenbehandlungskanal (6) von Wandabschnitten definiert wird, die einen Düsenwandabschnitt (1), in dem eine Düsendurchgangsöffnung zum Zuführen des vorgespannten fluiden Arbeitsmediums ausgebildet ist, und einen Prallwandabschnitt (5) aufweisen, an dem das Arbeitsmedium verteilt wird, wobei in einem dem Fadenbehandlungskanal (6) definierenden Wandabschnitt eine Entlüftungsvorrichtung (11) ausgebildet ist, über die genutztes Arbeitsmedium und / oder mitgeführte Luft entlüftbar ist.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verwirbelungsvorrichtung zum Verwirbeln eines synthetischen multifilen Fadens mittels eines fluiden vorgespannten Arbeitsmediums.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist eine gattungsgemäße Verwirbelungsvorrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 bekannt.

[0003] Beispielsweise offenbart die DE 10 2008 018 079 A1 eine Vorrichtung zum Verwirbeln eines multifilen Fadens bei dem ein vorgespanntes Arbeitsmedium, wie z.B. Druckluft, über eine Düsendurchgangsöffnung in einen Fadenbehandlungskanal zugeführt wird, um einen darin geführten multifilen Faden zum Ineinander-Verschlingen von dessen den multifilen Faden bildenden Filamenten anzuregen und Tangelknoten auszubilden.

[0004] Ein Nachteil dieser Verwirbelungsvorrichtung ist, dass die zugeführte und genutzte vorgespannte Druckluft aus dem Fadenbehandlungskanal nur mittels der Eingangsöffnungen - über die der Faden den Fadenbehandlungskanal betritt - bzw. mittels der Ausgangsöffnung der Verwirbelungsvorrichtung - über die der Faden den Fadenbehandlungskanal verlässt - entweichen kann, was dem Verwirbelungsvorgang der Filamente zum Ausbilden der Tangelknoten entgegenwirken kann.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Verwirbelungsvorrichtung bereitzustellen, bei dem die zum Verwirbeln zugeführte und genutzte Druckluft keinen negativen Effekt auf die Tangelknotenbildung hat.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels der Verwirbelungsvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

[0007] Die erfindungsgemäße Verwirbelungsvorrichtung erlaubt es, dass ein zugeführtes vorgespanntes fluides Arbeitsmedium, z.B. eine vorgespannte Druckluft, aktiver abzuleiten, ohne dass das genutzte fluide Arbeitsmedium, bzw. die genutzte Druckluft oder Luft, die mit dem Faden beim Hindurchführen durch den Fadenbehandlungskanal mitgerissen wird, sich negativ auf die Tangelknotenbildung auswirken kann.

[0008] Mit der erfindungsgemäßen Verwirbelungsvorrichtung ist es möglich, dass an der Prallplatte umgelenkte Druckluft nicht von bereits vorhandener, genutzter Druckluft gebremst wird und hierbei die Tangelknotenbildung verhindert. Ansonsten muss die genutzte Druckluft an der Eingangsöffnung und der Ausgangsöffnung der Verwirbelungsvorrichtung entweichen, was den Verwirbelungsprozess behindern und stören kann.

[0009] Mit der erfindungsgemäßen Verwirbelungsvorrichtung wird dem genutzten fluiden Arbeitsmedium bzw. einem genutzten Druckluftstrom eine zusätzliche Ausweich- und Entlüftungsmöglichkeit geboten, so dass bremsende und verlustbringende Strömungen, beispielsweise des genutzten Arbeitsmediums, die Effizienz der Verwirbelungsvorrichtung nicht beeinflussen können. Unter einem genutzten Arbeitsmedium ist hierbei z.B. die zugeführte Druckluft zu verstehen, die den multifilen Faden bereits verwirbelt hat.

[0010] Durch eine verbesserte Effizienz der Verwirbelungsvorrichtung mittels der Entlüftungsvorrichtung ist vorteilhafterweise weniger vorgespannte Druckluft notwendig, da weniger Gegenkraft gegen die genutzten Druckluftmengen aufgebracht werden muss. Dies führt insgesamt zu einem geringeren Druckluftverbrauch, wodurch wiederum weniger Energie zur Druckluftherstellung benötigt wird, die eingespart werden kann.

[0011] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Verwirbelungsvorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung ist die Entlüftungsvorrichtung im Wesentlichen quer, schräg, parallel und / oder senkrecht relativ zum Verlauf der Düsendurchgangsöffnung angeordnet und ist in Erstreckungsrichtung des Fadenbehandlungskanals seitlich beidseitig von einem Wandabschnitt begrenzt. Unter einer beidseitigen Begrenzung der Entlüftungsvorrichtung ist zu verstehen, dass die Entlüftungsvorrichtung in dem den Fadenbehandlungskanal definierende Wandabschnitt eine Durchgangsöffnung bildet, die einen Fluidkontakt nur in einer Richtung zum Fadenbehandlungskanal ausbildet, insbesondere quer zur Fadenführungsrichtung. Zudem ist die Entlüftungsvorrichtung umfänglich von Wandabschnitten des Fadenbehandlungskanal umgeben und beabstandet zu einem Fadeneinsatzspalt angeordnet, der lediglich die Funktion des Einsetzens des Fadens in die Verwirbelungsvorrichtung hat. Dies bietet den Vorteil, dass genutztes Arbeitsmedium besser von der Verwirbelungszone des Fadenbehandlungskanals weggeführt werden kann und das genutzte Arbeitsmedium nicht den Verwirbelungsprozess des multifilen Fadens bremst.

[0013] Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung ist die Entlüftungsvorrichtung benachbart, angrenzend und/oder mit einem vorbestimmten Abstand zu der Düsendurchgangsöffnung angeordnet. Je nach Lage der Entlüftungsvorrichtung relativ zur Düsendurchgangsöffnung kann aktiv oder passiv gesteuert werden, wann welche Quantität an genutzten Arbeitsmedium abgeführt werden soll.

[0014] Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung ist die Entlüftungsvorrichtung in einem Wandabschnitt des Fadenbehandlungskanals ausgebildet, der gegenüber, in dem oder abseits zu dem Wandabschnitt ausgebildet ist, der den Düsenwandabschnitt und / oder den Prallwandabschnitt entspricht. Zur optimalen Entlüftung kann die Entlüftungsvorrichtung an vorbestimmten optimalen Positionen in den Wandabschnitten des Fadenbehandlungskanals der Verwirbelungsvorrichtung vorgesehen werden. Somit ist es möglich, störende und bremsende Strömungsverhältnisse über die Entlüftungsvorrichtung abzuleiten, um eine optimale Verwirbelung des multifilen Fadens zu erzielen und aufrecht zu erhalten.

**[0015]** Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung weist die Entlüftungsvorrichtung eine Entlüftungsdurchgangsöffnung auf, die eine Entlüftungseingangsöffnung und eine Entlüftungsausgangsöffnung aufweist, wobei die Entlüftungseingangsöffnung und die Entlüftungsausgangsöffnung derart zueinander angeordnet sind, dass die Entlüftungseingangsöffnung und die Entlüftungsausgangsöffnung zueinander konzentrisch, zueinander exzentrisch und / oder zueinander seitlich versetzt sind. Dadurch dass die Entlüftungseingangsöffnung und die Entlüftungsausgangsöffnung entsprechend konzentrisch, exzentrisch oder seitlich versetzt zueinander angeordnet sind, kann eine ungewollte Rückströmung des Arbeitsmediums zurück in den Fadenbehandlungskanal verhindert werden. Die Entlüftungsausgangsöffnung kann auch von zusätzlichen Anbauteilen an der Verwirbelungsvorrichtung definiert werden, wobei entsprechende Krümmern und Abführleitungen vorgesehen sein können.

**[0016]** Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung ist die Entlüftungseingangsöffnung auf gleichem Niveau, oberhalb und / oder unterhalb der Düsendurchgangsöffnung und/oder auf gleichem Niveau, oberhalb und/oder unterhalb eines Fadenführungsbereichs des Fadenbehandlungskanals angeordnet.

**[0017]** Durch die Anordnung der Entlüftungseingangsöffnungen auf demselben bzw. einem anderem Niveau relativ zur Düsendurchgangsöffnung und/oder zum Fadenführungs- und Fadenverwirbelungsbereichs des Fadenbehandlungskanals wird eine optimale Entlüftung in der Verwirbelungsvorrichtung bereitgestellt. Basierend vom Verhalten des zugeführten Arbeitsmediums, wird die Lage der Entlüftungseingangsöffnung relativ zur Düsendurchgangsöffnung bestimmt.

**[0018]** Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung weist eine Entlüftungseingangsöffnung eine vorbestimmten Öffnungsweite auf, wobei die Querschnittsfläche der Öffnungsweite der Entlüftungseingangsöffnung größer ist als die Querschnittsfläche der Öffnungsweite der Düsendurchgangsöffnung.

**[0019]** Bei der erfindungsgemäßen Verwirbelungsvorrichtung ist die gesamte Öffnungsweite der Entlüftungseingangsöffnung der Entlüftungsvorrichtung bevorzugt größer als die Öffnungsweite der Düsendurchgangsöffnung zum Zuführen des vorgespannten Arbeitsmediums, so dass sichergestellt wird, dass das genutzte Arbeitsmedium über die Entlüftungseingangsöffnung abgeführt wird und nicht über die Düsendurchgangsöffnung, den Fadeneinsatzspalt, die Fadeneintrittsöffnung und/oder die Fadenaustrittsöffnung des Fadenbehandlungskanals.

**[0020]** Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung weist die Entlüftungsvorrichtung eine Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen auf, die linear, wellenförmig und/oder versetzt zueinander angeordnet sind und jeweils eine Entlüftungseingangsöffnung mit einer vorbestimmten konstanten oder variablen Öffnungsweite aufweisen, und/oder die gesamte Summe der Querschnittsflächen der Öffnungsweiten der Entlüftungseingangsöffnungen größer ist als die Summe der Querschnittsflächen der Öffnungsweiten der Düsendurchgangsöffnungen, wobei das Verhältnis

$$Q = \frac{\sum_{k=1}^{n1} AE_k}{\sum_{k=1}^{n2} AD_k}$$

im Bereich von  $1,1 < Q < 1,8$  ist, wobei

$AE_k$  = Querschnittsfläche der Öffnungsweite der Entlüftungseingangsöffnung in den Fadenbehandlungskanal ist;

$AD_k$  = Querschnittsfläche der Öffnungsweite der Düsendurchgangsöffnung in den Fadenbehandlungskanal ist;

$n1$  = Anzahl der Entlüftungseingangsöffnung ist; und

$n2$  = Anzahl der Düsendurchgangsöffnungen ist.

**[0021]** Je nach Gestalt der Querschnittsfläche der Mündungsöffnung der Entlüftungseingangsöffnung und der Düsendurchgangsöffnung, wie z.B. quadrat-, rechteck-, trapezoid-, parallelogrammförmig, etc., ist die entsprechende, mathematisch passende Flächenberechnungsformel anzuwenden.

**[0022]** Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung ist der Entlüftungsbereich der Entlüftungsdurchgangsöffnung mittig, versetzt, beidseitig, symmetrisch und / oder asymmetrisch zu der Düsendurchgangsöffnung angeordnet. Unter einem Entlüftungsbereich ist hierbei die Zone oder der Bereich zu verstehen, aus den im Fadenbehandlungskanal genutztes Arbeitsmedium abgeführt werden soll. Der Entlüftungsbereich kann sich hierbei über einen vorbestimmten Querschnitt in dem Fadenbehandlungskanal in dessen Längs- und Querrichtung erstrecken.

**[0023]** Nach einem Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung weist die Entlüftungsdurchgangsöffnung ein Entlüftungsventil und/oder eine Entlüftungsklappe auf. Die Entlüftungsvorrichtung kann eine Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen mit Entlüftungsventilen und / oder Entlüftungsklappen aufweisen, die optimal in die Düsendurchgangsöffnung angeordnet werden können, so dass genutztes Arbeitsmedium über eine Mehrzahl von Entlüftungseingangsöffnungen entweichen kann. Mittels der Entlüftungsventile bzw. mit der Entlüftungsklappe ist ein geregeltes entlüften möglich.

**[0024]** Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert, aus der sich zusätzliche Vorteile und Ausführungsbeispiele der Verwirbelungsvorrichtung ergeben.

### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0025]** In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1A und Fig. 1B in einer schematischen Längsschnittansicht und in einer schematischen Querschnittsansicht eine Verwirbelungsvorrichtung zum Verwirbeln eines synthetischen multifilen Fadens mittels eines vorgespannten fluiden Arbeitsmediums;
- Fig. 2 eine schematischen Perspektivansicht eines ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Verwirbelungsvorrichtung mit Entlüftungsvorrichtung;
- Fig. 3 eine Querschnittsansicht von der in Fig. 2 gezeigten Verwirbelungsvorrichtung gemäß Schnittführung C-C;
- Fig. 4 eine schematische Längsschnittansicht von der Verwirbelungsvorrichtung aus Fig. 3 gemäß Schnittführung D-D;
- Fig. 5 in einer schematischen Perspektivansicht ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verwirbelungsvorrichtung mit Entlüftungsvorrichtung;
- Fig. 6 eine Querschnittsansicht der Verwirbelungsvorrichtung aus Fig. 5 gemäß Schnittführung C2-C2;
- Fig. 7 einer schematische Perspektivansicht ein drittes Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung mit Entlüftungsvorrichtung;
- Fig. 8 eine Schnittansicht der Verwirbelungsvorrichtung aus Fig. 7 gemäß Schnittführung E-E;
- Fig. 9 eine Schnittansicht gemäß Schnittführung F-F aus Fig. 8 der Verwirbelungsvorrichtung aus Fig. 7.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0026] Fig. 1A und 1B zeigen gemäß Schnittführung B-B und A-A jeweils in einer schematischen Längsschnittansicht bzw. einer schematischen Querschnittansicht eine Verwirbelungsvorrichtung 10 zum Verwirbeln eines synthetischen multifilen Fadens 2.

[0027] Die Verwirbelungsvorrichtung 10 weist einen im Wesentlichen zylindrischen Querschnitt auf und definiert einen Fadenbehandlungskanal 6, der eine Eingangsöffnung und eine Ausgangsöffnung aufweist, über die der multifile Faden 2 in den Fadenbehandlungskanal 6 ein- bzw. ausgeführt wird.

[0028] Der Fadenbehandlungskanal 6 wird von einem Prallwandabschnitt 5 und einem dem Prallwandabschnitt 5 gegenüberliegenden Düsenwandabschnitt 1 definiert.

[0029] In dem Düsenwandabschnitt 1 ist eine Düsendurchgangsöffnung 3 mit einem vorbestimmten Öffnungsweite DW definiert.

[0030] Über die Düsendurchgangsöffnung 3 wird ein vorgespanntes fluides Arbeitsmedium 4 eingeführt, um den multifilen Faden 2, der oberhalb und unterhalb der Verwirbelungsvorrichtung 10 von Fadenführern 7.1 und 7.2 gehalten wird, zu verwirbeln. Idealerweise wird das vorgespannte fluide Arbeitsmedium 4 an dem Prallwandabschnitt 5 der Verwirbelungsvorrichtung 10 zurückgeworfen und derart verwirbelt, dass die einzelnen Filamente des multifilen Fadens 2 derart verwirbelt werden, dass die einzelnen Filamente sich untereinander verschlingen und sogenannte Tangelknoten bilden. Diese Verwirbelung ist mit Pfeil 14 in Fig. 1B angezeigt.

[0031] Bei dem vorgespannten fluiden Arbeitsmedium 4 handelt sich bevorzugt um Druckluft, die mit konstantem Druck über die Düsendurchgangsöffnung 3 in den Fadenbehandlungskanal 6 eingeführt wird.

[0032] Nachteilig bei der in Fig 1A gezeigten Verwirbelungsrichtung ist, dass das vorgespannte fluide Arbeitsmedium 4 über die Eingangsöffnung und Ausgangsöffnung der Verwirbelungsvorrichtung 10 zu entweichen versucht und dabei den Verwirbelungsprozess der Filamente untereinander bremsen und stören kann. Durch das Ausströmen des eingebrachten fluiden Arbeitsmediums 4 aus der Eingangs- und Ausgangsöffnung kann es zur Bildung ungewollter Störströmungen in dem Fadenbehandlungskanal 6 kommen, die eine regelmäßige Tangelknotenbildung unterbinden können.

[0033] Um diese die Tangelknotenbildung möglicherweise störende Menge an Arbeitsmedium 4 zu entsorgen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Verwirbelungsvorrichtung 10 mit einer Entlüftungsvorrichtung 11 zu versehen.

[0034] In Fig. 2 ist in einer schematischen Perspektivansicht ein erstes Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung 100 zum Verwirbeln eine synthetischen Fadens 2 mit Entlüftungsvorrichtung 11 gezeigt.

[0035] Die erfindungsgemäße Verwirbelungsvorrichtung 100 zum Verwirbeln des synthetischen multifilen Fadens 2 weist einen Fadenbehandlungskanal 6 auf, durch den hindurch der multifile Faden 2 hindurchführbar ist.

[0036] Der Behandlungskanal 6 wird von den Wandabschnitten 1, 3, 8 und 9 definiert, so dass ein im Wesentlichen zylinderförmiger Fadenbehandlungskanal 6 ausgebildet wird.

[0037] In einem als Düsenwandabschnitt 1 bezeichneten Wandabschnitt ist einerseits eine Düsendurchgangsöffnung 3 ausgebildet, über die ein vorgespanntes fluides Arbeitsmedium 4 in den Fadenbehandlungskanal einbringbar ist. Die Düsendurchgangsöffnung 3 steht in Fluidkontakt mit dem Fadenbehandlungskanal 6.

[0038] Bevorzugt ist die Düsendurchgangsöffnung 3 eine Kapillarbohrung. Die Düsendurchgangsöffnung 3 weist die mit dem Fadenbehandlungskanal 3 angrenzende Kapillarbohrung und einen an die Kapillarbohrung angrenzenden Zuführkanal 33 auf, der einen größeren Durchmesser als die Kapillarbohrung aufweist.

[0039] In den Figuren ist die Düsendurchgangsöffnung 3 zum besseren Verständnis in einem größeren Maßstab dargestellt, als sie üblicherweise ausgeführt wird.

[0040] Zum Einbringen des synthetischen multifilen Fadens 2 in die Verwirbelungsvorrichtung 100 ist seitlich zum Düsenwandabschnitt 1 ein im Wesentlichen parallel zum Fadenfluidbehandlungskanal 6 verlaufender durchgängiger Fadeneinsatzspalt 70 ausgebildet, über den der multifile Faden 2 in den Fadenbehandlungskanal 6 einsetzbar ist, um dann im Fadenbehandlungskanal 6 zum Ausbilden von Tangelknoten behandelt zu werden.

[0041] Der Fadenbehandlungskanal 6 ist andererseits von einem Prallwandabschnitt 5 begrenzt, an dem das vorgespannte, fluide Arbeitsmedium 4 zurückprallt und Wirbelströmungen ausbildet, die zu einem Verwirbeln und Verschlingen der einzelnen Filamente des multifilen Fadens 2 und hierbei zum Ausbilden von Tangelknoten führen soll.

[0042] Damit das genutzte bzw. verbrauchte Arbeitsmedium 4 entweichen kann, ist zusätzlich in der Verwirbelungsvorrichtung eine Entlüftungsvorrichtung 11 ausgebildet.

[0043] Die Entlüftungsvorrichtung 11 weist wenigstens eine Entlüftungsdurchgangsöffnung 11.1 auf, die in Fluidkontakt mit dem Fadenbehandlungskanal 6 einerseits und Fluidkontakt mit der Umgebungsluft der Verwirbelungsvorrichtung 100 steht, so dass genutztes Arbeitsmedium 4, das über die Düsendurchgangsöffnung 3 zugeführt wird, über die Entlüftungsvorrichtung 11 entweichen kann und nicht Störströmungen ausbildet, die den Verwirbelungsprozess in dem Fadenbehandlungskanal 6 bremsen oder verschlechtern können.

[0044] Die Entlüftungsvorrichtung 11 weist in einer bevorzugten Ausführungsform Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1, 11.2 bis 11.n auf, die in regelmäßigen Abständen beidseitig in den Wandabschnitten 8 und 9 angeordnet sind.

[0045] Wesentlich ist hierbei, dass die Summe der Querschnittsfläche der Eingangsöffnungsweite DE der Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1, 11.2 bis 11.n, die in Fluidkontakt mit dem Fadenbehandlungskanal 6 steht, größer ausgebildet ist als die Querschnittsfläche der Öffnungsweite DW der Mündungsöffnung der Düsendurchgangsöffnung 6, die in Fluidkontakt mit dem Fadenbehandlungskanal 6 steht.

[0046] Bevorzugt ist das Verhältnis Q der Querschnittsfläche AE, die von den Mündungsöffnungsweiten der wenigstens eine Entlüftungsdurchgangsöffnung 11.1 oder der Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n eingenommen wird in Bezug auf die Querschnittsöffnungsweitenfläche AD der Düsendurchgangsöffnung 3 in etwa 1,1 bis 1,8.

[0047] Das Verhältnis Q kann z.B. nach Formel [1] berechnet werden, wenn beispielsweise nur eine Entlüftungseingangsöffnung 110 und eine Düsendurchgangsöffnung 3 vorgesehen sind und jeweils einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt und Umfang aufweisen:

[1]

$$Q = \frac{AE}{AD}$$

im Bereich von  $1,1 \leq Q \leq 1,8$  ist, wobei

AE die Querschnittsfläche AE der Öffnungsweite DE der Mündungsöffnung der Entlüftungseingangsöffnung 110 ist; und

AD die Querschnittsflächen AD der Öffnungsweite DW der Düsendurchgangsöffnung 3 ist, wobei AE nach Formel [2] und AD nach Formel [3] berechnet werden kann.

[2]  $AE = DE^2 \times \pi$  und

[3]  $AD = DW^2 \times \pi$ , wobei

DE die Öffnungsweite der Mündungsöffnung der Entlüftungseingangsöffnung 110 in den Fadenbehandlungskanal 6 ist;

DW die Öffnungsweite der Mündungsöffnung der Düsendurchgangsöffnung 3 in den Fadenbehandlungskanal 6 ist;

[0048] In den Fig. 3 und 4 sind jeweils Schnittansichten der Entlüftungsvorrichtung 11 gezeigt.

[0049] Den Entlüftungsvorrichtungen 11 weist eine Entlüftungseingangsöffnung 110 und eine Entlüftungsausgangsöffnung 111 auf. Die Entlüftungseingangsöffnung 110 steht in Fluidkontakt mit dem Fadenbehandlungskanal 6.

**[0050]** In Fig. 3 ist eine schematische Querschnittsansicht gemäß der Schnitfführung C-C aus Fig. 2 gezeigt. Hieraus sind die Verläufe des Fadeneinführspaltes 70, der Düsendurchgangsöffnung 3 und der Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 und die Lage der Entlüftungseingangsöffnung 110 und der Entlüftungsausgangsöffnung 111 ersichtlich.

**[0051]** In einer nicht gezeigten Ausführungsform der Verwirbelungsvorrichtung können die Entlüftungseingangsöffnung 110 und die Entlüftungsausgangsöffnung 111 auch zueinander exzentrisch oder seitlich versetzt angeordnet sein, um einen Rückfluss bzw. ein Rückströmen des genutzten fluiden Arbeitsmediums 4 zu verhindern. Diese zusätzlich exzentrische oder seitliche Versetzung der Entlüftungseingangsöffnung 110 zu den Entlüftungsausgangsöffnung 111 kann auch durch zusätzliche Anbauteile an der Verwirbelungsvorrichtung verwirklicht werden.

**[0052]** Fig. 4 zeigt die Verwirbelungsvorrichtung aus Fig. 2 in einer schematischen Längsschnittansicht gemäß Schnitfführung D-D aus Fig. 3, wobei die beidseitige Anordnung der Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1, 11.2 bis 11.n gezeigt ist, wobei die Düsendurchgangsöffnung 3 außermittig bzw. versetzt zum Entlüftungsbereich 112 der Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1, 11.2 bis 11.n angeordnet ist.

**[0053]** In einer nicht dargestellten Ausführungsform der Verwirbelungsvorrichtung kann die Düsendurchgangsöffnung 3 auch mittig in dem Entlüftungsbereich 112 der von den Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n ausgebildet wird, angeordnet sein.

**[0054]** Fig. 5 zeigt in einer schematischen Perspektivansicht ein zweites Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung 100 mit einer Mehrzahl von Entlüftungsvorrichtungen 11, 11.I, 11.II. Die zweiten und dritten Entlüftungsvorrichtung 11.I und 11.II weisen zusätzlich zu den in Reihenlinie angeordneten Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1, 11.2 bis 11.n der ersten Entlüftungsvorrichtung 11 weitere Entlüftungsdurchgangsöffnungen auf, die versetzt zu den Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n der ersten Entlüftungsvorrichtung 11 angeordnet sind.

**[0055]** Wie in Fig. 5 gezeigt, ist oberhalb des Fadenbehandlungsbereiches 6 eine zusätzliche Reihenlinie von Entlüftungsdurchgangsöffnungen in den beiden Wandabschnitten 8 und 5 ausgebildet. Zusätzlich kann auch in dem Prallwandabschnitt 9 eine zusätzliche Reihe von Entlüftungsdurchgangsöffnungen vorgesehen sein.

**[0056]** Fig. 6 ist eine schematische Schnittansicht gemäß Schnitfführung C2-C2 aus Fig. 5.

**[0057]** Die relative Lage der diagonal und schräg bzw. senkrecht verlaufenden zusätzlich und Entlüftungsdurchgangsöffnungen der Entlüftungsvorrichtungen 11, 11.1 und 11.11 ist schematisch in Fig. 6 angedeutet.

**[0058]** Fig. 7 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verwirbelungsvorrichtung 100 für wenigstens zwei multifile Fäden 2. Für jeden multifilen Faden 2 ist ein separater Fadenbehandlungskanal 6.1 und 6.2 vorgesehen, die, wie aus Fig. 8 ersichtlich, zueinander achsensymmetrisch ausgebildet sind.

**[0059]** Jeder Fadenbehandlungskanal 6.1 und 6.2 weist zugehörige Wandabschnitte 1, 5.1, 5.2, 8.1, 8.2 und 9.1 und 9.2 auf, wobei in den Wandabschnitten 8.1, 8.2 und 9.1, 9.2 jeweils eine Entlüftungsvorrichtung 11 vorgesehen sind, hier in der Form von Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n.

**[0060]** Die Fadenbehandlungskanäle 6.1 und 6.2 sind durch einen Entlüftungsspalt 12 voneinander getrennt, über den die Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n, die dem Entlüftungsspalt 12 zugewandt sind, genutztes Arbeitsmedium nach außen hin abführen können.

**[0061]** Die Figuren 8 und 9 zeigen in entsprechenden Schnittansichten gemäß Schnitfführung E-E und F-F, die jeweilige Relativposition der Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.2, der Düsendurchgangsöffnungen 3.1 und 3.2, des Entlüftungsspalt 12 und des Fadeneinführspaltes 70.1 und 70.2.

**[0062]** Das Verhältnis Q für das in Figuren 5, 6 gezeigte Ausführungsbeispiel mit einer Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen und für das in Figuren 7 bis 8 gezeigte Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung 100 mit einer Mehrzahl von Fadenbehandlungskanälen 6 und mehr als einer Düsendurchgangsöffnungen 3 kann wie folgt nach Formel [4] berechnet werden, wenn die Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n und die Düsendurchgangsöffnungen 3, 3.1 und 3.2 jeweils einen im Wesentlichen kreisförmige Öffnungsweite DE, DW an der Mündung zum Fadenbehandlungskanal 6 haben, wobei das Verhältnis

$$Q = \frac{\sum_{k=1}^{n1} AE_k}{\sum_{k=1}^{n2} AD_k}$$

[4] im Bereich von  $1,1 < Q < 1,8$  ist, wobei

[5]  $AE_k = DE^2 \times \pi$  und

[6]  $AD_k = DW^2 \times \pi$ , wobei

DE die Öffnungsweite der Mündungsöffnung der Entlüftungseingangsöffnung 110 in den Fadenbehandlungskanal 6, 6.1, 6.2 ist;

DW die Öffnungsweite der Mündungsöffnung der Düsendurchgangsöffnung 3 in den Fadenbehandlungskanal 6 ist;

$AE_k$  die Querschnittsfläche AE der Öffnungsweite DE der n1-ten Entlüftungseingangsöffnung 110 ist;

$AD_k$  die Querschnittsfläche AD der Öffnungsweite DW der n2-ten Düsendurchgangsöffnung 3 ist;

n1 die Anzahl der Entlüftungseingangsöffnung 110 ist; und

n2 die Anzahl der Düsendurchgangsöffnungen 3 ist.

**[0063]** Die Flächenberechnung der Öffnungsweiten  $De$ ,  $DW$  ist an die jeweilige Gestalt der Düsendurchgangsöffnung 3, 3.1, 3.2 und der Entlüftungseingangsöffnung 110 anzupassen, wie sie in den Fadenbehandlungskanal 6 mündet. Ist beispielsweise die jeweilige Mündungsgestalt in den Fadenbehandlungskanal 6, 6.1, 6.2 der Düsendurchgangsöffnung 3,3.1,3.2 elliptisch, rechteckig oder quadratisch, so ist die Fläche der Mündungsquerschnittsöffnungsweite  $DW$  der Düsendurchgangsöffnung 3, 3.1, 3.2 und der Mündungsquerschnittsöffnungsweite  $DE$  der Entlüftungsdurchgangsöffnung 110 mittels der mathematisch passenden mathematischen Formel zu berechnen.

**[0064]** In einer nicht dargestellten Ausführungsform können die Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n auch Entlüftungsventile und / oder Entlüftungsklappen aufweisen, die es ermöglichen, dass das Arbeitsmedium 4 erst bei einem vorbestimmten Druck abgeführt wird bzw. nur dann Arbeitsmedium 4 abführbar ist, wenn die Lüftungsklappen in einer Entlüftungsklappenoffenposition sind und die Entlüftungsdurchgangsöffnungen 11.1 bis 11.n freigeben.

**[0065]** Diese nicht dargestellten Ausführungsbeispiele erlauben ein aktives Regeln der Entlüftung, indem entweder die Entlüftungsventile auf einen vorbestimmten Druck eingestellt werden oder die Entlüftungsklappen in vorbestimmten Zeitabschnitten geöffnet und geschlossen werden.

**[0066]** Die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele können auch untereinander kombiniert werden, so können auch die mehrreihigen Entlüftungsdurchgangsöffnungen beispielsweise in dem dritten Ausführungsbeispiel der Verwirbelungsvorrichtung vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Verwirbelungsvorrichtung zum Verwirbeln eines synthetischen multifilen Fadens (2) mittels eines vorgespannten fluiden Arbeitsmediums (4), aufweisend:  
einen Fadenbehandlungskanal (6), der zum Hindurchführen und Verwirbeln des multifilen Fadens (2) ausgebildet ist, wobei der Fadenbehandlungskanal (6) von Wandabschnitten (8,9,1,3) definiert wird, die einen Düsenwandabschnitt (1), in dem eine Düsendurchgangsöffnung (3) zum Zuführen des vorgespannten fluiden Arbeitsmediums (4) ausgebildet ist, und  
einen Prallwandabschnitt (5) aufweisen, an dem das Arbeitsmedium (4) verteilt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in einem den Fadenbehandlungskanal definierenden Wandabschnitt (8,9,1,3) eine Entlüftungsvorrichtung (11) ausgebildet ist, über die genutztes Arbeitsmedium (4) und/oder Luft entlüftbar sind.
2. Verwirbelungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsvorrichtung (11, 11.1, 11.11) im Wesentlichen quer, schräg, parallel oder senkrecht relativ zum Verlauf der Düsendurchgangsöffnung (3) angeordnet ist und in Erstreckungsrichtung des Fadenbehandlungskanals (6) seitlich beidseitig von einem Wandabschnitt begrenzt ist.
3. Verwirbelungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsvorrichtung (11, 11.1, 11.11) benachbart, angrenzend oder mit einem vorbestimmten Abstand zu der Düsendurchgangsöffnung (3) angeordnet ist.
4. Verwirbelungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsvorrichtung (11, 11.1, 11.11) in einem Wandabschnitt (8,9,1,3) des Fadenbehandlungskanals (6) ausgebildet ist, der gegenüber, in dem oder abseits zu dem Wandabschnitt ausgebildet ist, der dem Düsenwandabschnitt (1) oder der Prallwandabschnitt (5) entspricht.
5. Verwirbelungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsvorrichtung (11, 11.I, 11.II) eine Entlüftungsdurchgangsöffnung (11.1, 11.n) aufweist, die eine Entlüftungseingangsöffnung (110) und eine Entlüftungsausgangsöffnung (111) aufweist, wobei die Entlüftungseingangsöffnung (110) und die Entlüftungsausgangsöffnung (111) derart zueinander angeordnet sind, dass die Entlüftungseingangsöffnung (110) und die Entlüftungsausgangsöffnung (111) zueinander konzentrisch, zueinander exzentrisch oder zueinander seitlich versetzt sind.
6. Verwirbelungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungseingangsöffnung (110) auf gleichem Niveau, oberhalb oder unterhalb der Düsendurchgangsöffnung (3, 3.1, 3.2) und/oder auf gleichem Niveau, oberhalb oder unterhalb eines Fadenführungsbereichs (60) des Fadenbehandlungskanals (6) angeordnet ist.
7. Verwirbelungsvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungseingangsöffnung (110) eine vorbestimmte Öffnungsweite (DE) aufweist, wobei die Querschnittsfläche (AE) der Öffnungsweite der Ent-

lüftungseingangsöffnung (110) größer ist als die Querschnittsfläche der Öffnungsweite (DW) der Düsendurchgangsöffnung (3).

8. Verwirbelungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entlüftungsvorrichtung (11, 11.1, 11.11) eine Mehrzahl von Entlüftungsdurchgangsöffnungen (11.1, 11.n) aufweist, die linear, wellenförmig oder versetzt zueinander angeordnet sind, und jeweils die Entlüftungseingangsöffnung (110) eine vorbestimmte, konstante oder variable Öffnungsweite (DE) aufweist, oder die gesamte Summe der Querschnittsfläche (AE) der Öffnungsweite (DE) der Entlüftungseingangsöffnung (110) größer ist als die Summe der Querschnittsfläche (AD) der Öffnungsweite (DW) der Düsendurchgangsöffnung (3) ist, wobei  
(1) das Verhältnis

$$Q = \frac{\sum_{k=1}^{n_1} AE_k}{\sum_{k=1}^{n_2} AD_k}$$

im Bereich von  $1,1 < Q < 1,8$  ist,  
wobei

$AE_k$  = Querschnittsfläche (AE) der Öffnungsweite (DE) der Entlüftungseingangsöffnung (110) in den Fadenbehandlungskanal ist;

$AD_k$  = Querschnittsflächen (AD) der Öffnungsweite (DW) der Düsendurchgangsöffnung in den Fadenbehandlungskanal (3) ist;

$n_1$  = Anzahl der Entlüftungseingangsöffnungen (110) ist; und

$n_2$  = Anzahl der Düsendurchgangsöffnungen (3) ist.

9. Verwirbelungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Entlüftungsbereich (112) mindestens einer der Entlüftungsdurchgangsöffnungen (11.1, 11.n) mittig, versetzt, beidseitig, symmetrisch oder asymmetrisch zu der Düsendurchgangsöffnung (3) angeordnet ist.
10. Verwirbelungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine der Entlüftungsdurchgangsöffnungen (11.1, 11.n) ein Entlüftungsventil und/oder eine Entlüftungsklappe aufweist.

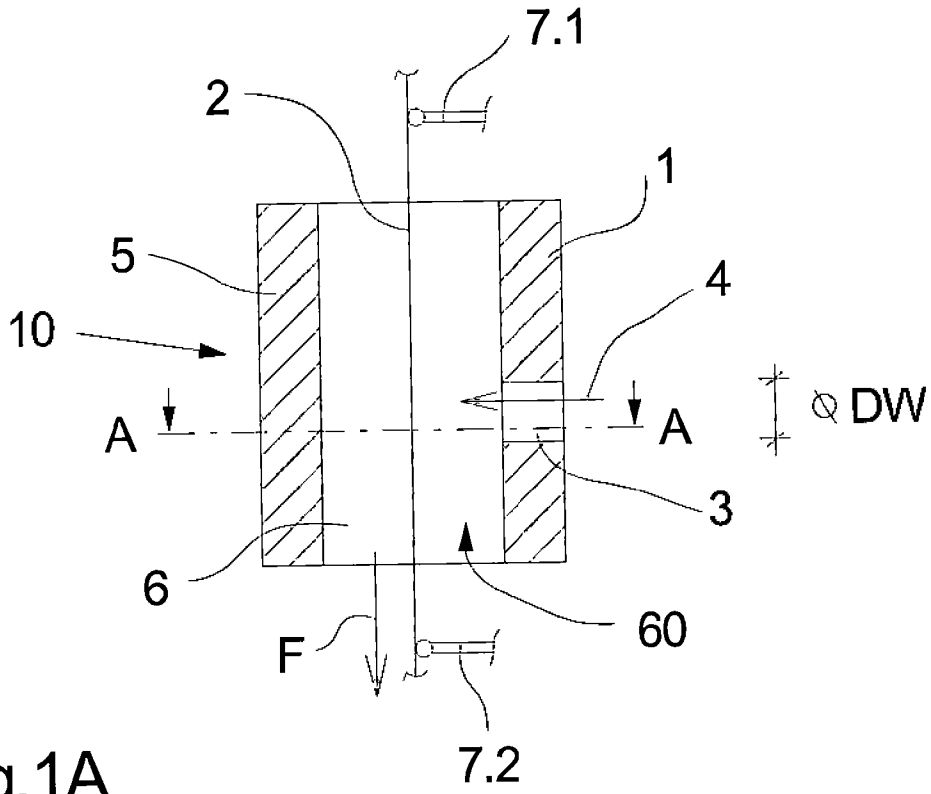


Fig.1A

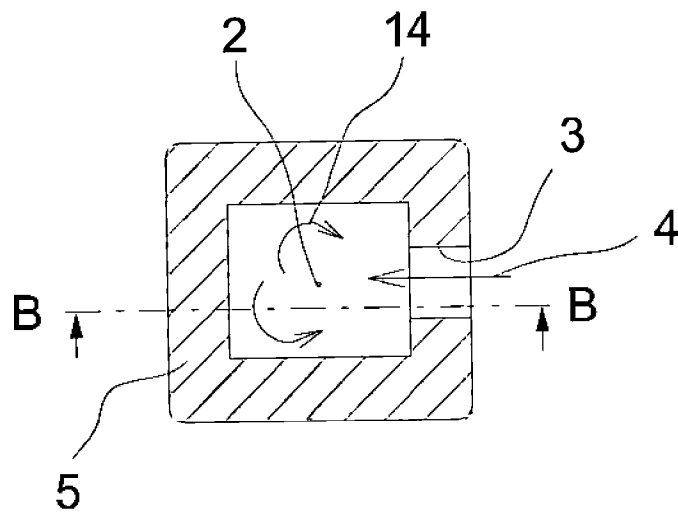


Fig.1B



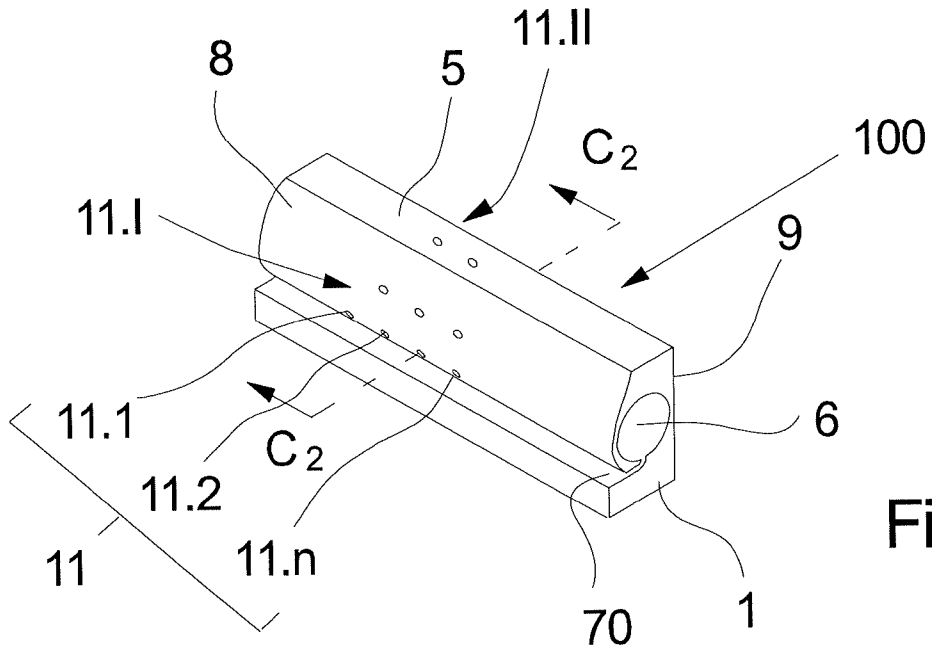


Fig.5

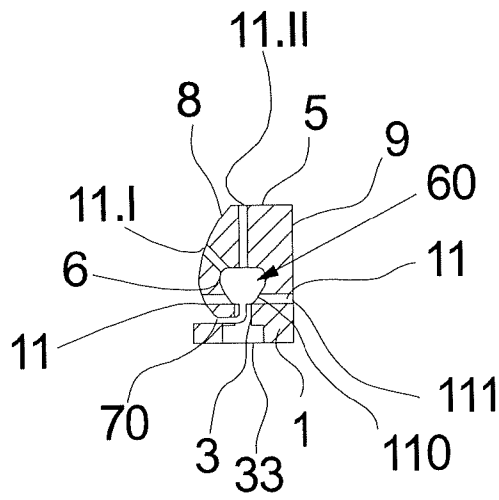


Fig.6

