
 (12) **AUSLEGESCHRIFT** A3

(11)

616 037 G

(21) Gesuchsnummer: 16214/76	(71) Patentbewerber: BASF Farben + Fasern Aktiengesellschaft, Hamburg 36 (DE)
(22) Anmeldungsdatum: 22.12.1976	(72) Erfinder: Dr. Wolfgang Martin, Ludwigshafen a.Rh. (DE) Dr. Wolfgang Bauer, Heidelberg (DE) Dr. Dieter Herion, Frankenthal (DE) Dr. Hermann Linge, Carlsberg (DE) Dr. Hans Knopp, Ludwigshafen a.Rh. (DE)
(30) Priorität(en): 24.12.1975 DE 2558481 19.07.1976 DE 2632384	
(42) Gesuch bekanntgemacht: 14.03.1980	(74) Vertreter: Brühwiler, Meier & Co., Zürich
(44) Auslegeschrift veröffentlicht: 14.03.1980	(56) Recherchenbericht siehe Rückseite

 (54) **Verfahren zum gleichzeitigen Texturieren und Kapillarverwirbeln eines Fadenbündels.**

(57) Ein Fadenbündel aus einem synthetischen Polymermaterial wird in einer Vorrichtung, die keine mechanisch bewegten Vorrichtungselemente enthält, gleichzeitig texturiert und kapillarverwirbelt. Die Vorrichtung weist zwei rohrförmig ausgebildete, in Fadenaufrichtung koaxial hintereinander angeordnete Behandlungszonen auf, in denen ein heisses Fluid auf das durchlaufende Fadenbündel einwirkt. In der Fluidströmung und/oder in der Fadenbündelfördergeschwindigkeit werden örtliche und/oder zeitliche Ungleichmässigkeiten herbeigeführt, indem die Geometrie der Fluidströmung in mindestens einer der Behandlungszonen durch Verwendung von Rohren mit unrunder Querschnitten oder durch ungleichmässige Beaufschlagung des Fadenbündels mit dem heissen Fluid verändert und/oder die Fluidströmung und/oder die Fadenbündelfördergeschwindigkeit durch periodisches oder aperiodisches Verzögern bzw. Beschleunigen derselben geändert wird.



RAPPORT DE RECHERCHE
RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

16 214/76

I.I.B. Nr.:

HO 12 477

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.	Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL. ²)
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile		
	<p><u>DE - B - 1 785 344</u> (BASF) * Patentansprüche 1,2; Spalte 3, Zeile 13 - 21 *</p> <p>-----</p>	I,1	D 02 G 1/16
	<p><u>US - A - 3 874 044</u> (ALLIED CHEMICAL) (in der Beschreibung erwähnt) * Abstract; Spalte 4, Zeile 52 - 66; Spalte 6, Zeile 53 - 67 und Spalte 7, Zeile 1 - 10; Abbildungen 1 und 2 *</p> <p>-----</p>	I,2	
	<p><u>FR - A - 2 200 390</u> (ENTERPRISE MACHINE) * Patentanspruch 1; Figur 1,2 *</p> <p>-----</p>	3,4	
	<p><u>FR - A - 2 115 928</u> (OWENS-CORNING) * Patentanspruch 8*</p> <p>-----</p>	3,5	
	<p><u>CH - A - 516 017</u> (DU PONT) * Spalte 4, Zeilen 20 - 26 *</p>		
<p>Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument</p>			

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche

Revendications ayant fait l'objet de recherches
Recherchierte Patentansprüche:

alle

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches
Nicht recherchierte Patentansprüche:

Raison:
Grund:

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche

8. Dezember 1977

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum gleichzeitigen Texturieren und Kapillarverwirbeln eines Fadenbündels aus einem synthetischen Polymermaterial in einer keine mechanisch bewegte Vorrichtungselemente enthaltenden, zwei rohrförmige ausgebildete, in Fadenaufrichtung koaxial hintereinander angeordnete Behandlungszonen aufweisenden Vorrichtung, in deren Behandlungszonen ein heisses Fluid auf das durchlaufende Fadenbündel einwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass man örtliche und/oder zeitliche Ungleichförmigkeiten in der Fluidströmung und/oder in der Fadenbündelfördergeschwindigkeit herbeiführt, indem man die Geometrie der Fluidströmung in mindestens einer der Behandlungszonen durch Verwendung von Rohren mit unrunder Querschnitten oder durch ungleichmässige Beaufschlagung des Fadenbündels mit dem heissen Fluid verändert und/oder die Fluidströmung und/oder die Fadenbündelfördergeschwindigkeit durch periodisches oder aperiodisches Verzögern bzw. Beschleunigen derselben ändert.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das heisse Fluid in den beiden Behandlungszonen in Resonanz schwingt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man durch örtliche unsymmetrische Zufuhr von Garn und strömendem Fluid Ungleichförmigkeiten herbeiführt.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man zeitlich periodisch oder aperiodisch Änderungen der Strömungsverhältnisse von Fluid und/oder Garnbündel herbeiführt.

5. Verfahren nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fluid gleichmässig, das Garn aber periodisch oder aperiodisch ungleichmässig zuführt.

6. Verfahren nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fadenbündel gleichmässig, das strömende Fluid dagegen periodisch oder aperiodisch ungleichmässig zuführt.

7. Verfahren nach Patentanspruch 1, indem man verstreckte oder teilweise verstreckte Fäden mittels eines erhitzten strömenden gasförmigen Mediums durch eine rohrförmige erste Behandlungszone führt und danach durch eine zweite rohrförmige Behandlungszone, aus der das gasförmige Medium radial durch in Längsrichtung verlaufende Schlitze entweichen kann, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Zusammenführen des erhitzten strömenden Mediums mit dem zu behandelnden Fadenbündel am Eintritt in die erste Behandlungszone die Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums im wesentlichen unverändert belässt und in der ersten Behandlungszone einen Volumenmassenstromfaktor

$$VM = \frac{G_{11} + G_{g1}}{V_1}$$

von 50 bis 150 kg/m je m³ einhält, wobei in dieser Formel V₁ das Volumen des Fadenführungsrohres in der Längeneinheit bedeutet und G₁₁ definiert ist als

$$G_{11} = G'_1 \times \frac{1}{w_1}$$

und G_{g1} definiert ist als

$$G_{g1} = G'_g \times \frac{1}{w_g},$$

wobei G'₁ die Menge des gasförmigen Mediums und G'_g die Menge des Fadens in der Zeiteinheit und w₁ die Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Mediums im Fadenführungsrohr und w_g die Geschwindigkeit des Fadenbündels im Fadenführungsrohr bedeuten.

8. Verfahren nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass man das erhitzte gasförmige Medium mit einer

Geschwindigkeit, die 50 bis 95 % der Schallgeschwindigkeit unter den jeweiligen Temperatur- und Druckbedingungen entspricht, in die erste Behandlungszone einführt.

Es ist bekannt, dass man multifile Endlosfäden zum besseren Zusammenhalt der Einzelfäden kapillar verwirbelt, d. h. dass man einen sogenannten Fadenschlusseffekt herbeiführt. Solche kapillarverwirbelten Fadenbündel sind beispielsweise aus den US-PS 2 985 995 und 3 846 968 bekannt. Andere Beispiele für Verfahren für die Kapillarverwirbelung und hierfür geeignete Vorrichtungen sind beispielsweise in der CH-PS 415 939, den US-PS 3 187 847 und 3 543 358 und in der DE-OS 16 60 176 beschrieben. Ferner sind texturierte Garne bekannt, insbesondere solche, die durch Verwirbelungskräuselung mittels heisser Fluide hergestellt worden sind (vgl. beispielsweise DE-OS 20 06 022). Bisher hat man die Kräuselung (Texturierung) und Kapillarverwirbelung (Fadenschluss, englisch entanglement oder interlacing) vornehmlich in zwei getrennten Arbeitsgängen vorgenommen. Aus der DE-PS 17 85 344 ist ein Kräuselverfahren bekannt, bei dem ein gegebenenfalls schräg abgeschnittenes schwingendes Röhrchen für die Fadenzuführung dient. Bei diesem Verfahren wird aber keine Kapillarverwirbelung erzielt. Es sind aber auch schon Versuche bekannt, das Kräuseln und Kapillarverwirbeln in einem Arbeitsgang durchzuführen. Es sei beispielsweise die DE-AS 21 10 394 angeführt, aus der hervorgeht, dass man dieses Ziel durch Verwendung einer (besonderen) Texturierdüse, einer besonderen Appretur und Anwendung bestimmter Mindestzufuhrüberschüsse der Fadenbündel erreicht. Zur Qualität der so erhaltenen Fadenbündel wird lediglich festgestellt, dass es sich um hochgradig gebauschte, eine regellos dreidimensionale Kräuselung aufweisende Ware mit hochgradigem Zusammenhalt handelt. Aus den US-PS 3 874 044 und 3 874 045 sind ebenfalls Verfahren und Vorrichtungen zum Texturieren und Kapillarverwirbeln bekannt. Beide Vorgänge erfolgen in einer Vorrichtung, aber räumlich und zeitlich hintereinander. In einer ersten Behandlungskammer wird das Fadenbündel mittels heissen Dampfes texturiert und dann in einer zweiten Behandlungskammer, solange das Garnbündel noch plastisch ist, durch Aufprall auf eine Wand der Kammer gestaucht. Dabei erhält das Garn Verwirbelungsstellen. In einer weiteren Kammer erfolgt nochmals eine thermische Behandlung. Bei der Ausführung des Verfahrens in technischem Massstab ist es schwierig, eine gleichmässige Qualität der gekräuselten und kapillarverwirbelten Fadenbündel aus mehreren Produktionsvorrichtungen zu erhalten. Schliesslich sind aus der FR-PS 2 115 928 und der FR-OS 2 200 390 Verfahren und Vorrichtungen bekannt, bei denen gleichzeitig mit der Kräuselung durch ein strömendes Medium eine Veränderung der Durchlaufgeschwindigkeit der Fäden mit Hilfe mechanisch bewegter Apparateile herbeigeführt wird. Solche Verfahren lassen sich nur bei geringen Geschwindigkeiten durchführen, genügen aber moderneren Verfahren mit höheren Durchsatzgeschwindigkeiten nicht.

Aus der CH-PS 516 017 ist eine Düsenvorrichtung zum Bauschen von Garn mit einem eine Gaskammer bildenden Hohlkörper, einer Anordnung zum Einleiten von Gas unter Druck in die Kammer, einer Austrittsdüse aus der Kammer für das Gas und das Garn und einem sich durch die Kammer des Hohlkörpers erstreckenden Garnleitrohr zum Zuführen von Garn zu der Düse bekannt, die eine unsymmetrisch ausgebildete Behandlungszone enthält. Dieser Patentschrift kann man keine Lehre entnehmen, unter welchen Bedingungen man ein texturiertes oder ein kapillarverwirbeltes Fadenbündel

oder gar ein texturiertes und kapillarverwirbeltes Fadenbündel erhält.

Es wurde nun gefunden, dass man ein Fadenbündel aus einem synthetischen Polymermaterial in einer keine mechanisch bewegte Vorrichtungselemente enthaltenden, zwei rohrförmig ausgebildete, in Fadenlaufrichtung koaxial hintereinander angeordnete Behandlungszonen aufweisenden Vorrichtung, in deren Behandlungszonen ein heisses Fluid auf das durchlaufende Fadenbündel einwirkt, gleichzeitig texturieren und kapillarverwirbeln kann, indem man örtliche und/oder zeitliche Ungleichförmigkeiten in der Fluidströmung und/oder in der Fadenbündelfördergeschwindigkeit herbeiführt, indem man die Geometrie der Fluidströmung in mindestens einer der Behandlungszonen durch Verwendung von Rohren mit ungerunden Querschnitten oder durch ungleichmässige Beaufschlagung des Fadenbündels mit dem heissen Fluid verändert und/oder die Fluidströmung und/oder die Fadenbündelfördergeschwindigkeit durch periodisches oder aperiodisches Verzögern bzw. Beschleunigen derselben ändert.

Man führt das Fadenbündel einer aus zwei Behandlungszonen bestehenden Texturiervorrichtung zu. Das Fadenbündel kann spinngestreckt, d. h. so wie es beim Spinnen erhalten wird, oder (teil)verstreckt sein, d. h. nach gesonderter teilweiser oder vollständiger Verstreckung. Man führt es so, wie es bei Normaltemperatur von der Bobine abgenommen wird, oder nach Vorerwärmung, z. B. auf beheizten Galetten, der Texturiervorrichtung zu und bringt es in dieser mit dem heissen Fluid zusammen. Das Verhältnis Masse des Fadenbündels je Zeiteinheit zu Masse des strömenden Fluids je Zeiteinheit, Temperatur des Fadenbündels beim Zusammentreffen mit dem Fluid und die Temperatur des Fluids und die Geschwindigkeit von Garnbündel und Fluid sind dabei so aufeinander abzustimmen, dass die für das jeweilige Polymere geeignete Plastifiziertemperatur erreicht wird, ohne dass Schmelzen eintritt.

Als Ausgangsmaterial verwendet man synthetische Polymermaterialien, wie sie für die Herstellung von Fäden verwendet werden, insbesondere lineare fadenbildende, beispielsweise lineare synthetische hochmolekulare Polyamide mit in der Hauptkette wiederkehrenden Carbonamidgruppen, lineare synthetische hochmolekulare Polyester mit in der Hauptkette wiederkehrenden Estergruppierungen, fadenbildende Olefinpolymerisate, fadenbildende Polyacrylnitril- bzw. überwiegend Acrylnitrileinheiten enthaltende fadenbildende Acrylnitril-Copolymerisate und schliesslich auch Cellulosederivate, z. B. Celluloseester. Geeignete vollsynthetische hochmolekulare Verbindungen sind beispielsweise Nylon-6, Nylon-6,6, Polyäthylenterephthalat, lineares Polyäthylen und isotaktisches Polypropylen.

Unter dem Begriff «Fadenbündel» werden im vorliegenden Zusammenhang Bündel endloser Gebilde von Einzelfäden, Flachfäden, Spleissfasern aus Folien, Folienstreifen und Bänder verstanden. Der Titer der Einzelfilamente kann beispielsweise zwischen 1 und 32 dtex liegen. Vorzugsweise werden solche Einzelfäden verwendet, deren Titer zwischen 5 und 30 dtex liegt. Die Zahl der einzelnen Fäden in den Fadenbündeln kann zwischen 2 und einigen hundert, z. B. bis zu 800, liegen. Vorzugsweise werden Fadenbündel verwendet, die 60 bis 150 Einzelfäden enthalten. Aus dem Vorstehenden geht auch hervor, dass die Fäden verschiedene Querschnitte haben können, beispielsweise können sie rund sein oder einen profilierten Querschnitt, beispielsweise einen trilobalen, aufweisen.

Als strömendes Fluid kann ein gasförmiges Medium verwendet werden, wie die hierfür üblichen Gase, beispielsweise Stickstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf und, insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen, Luft. Die erforderlichen Temperaturen des strömenden Mediums können innerhalb weiter

Bereiche liegen. Ein Temperaturbereich von 80 bis 550° C hat sich im allgemeinen als zweckmässig erwiesen, wobei die günstigsten Bedingungen für das jeweilige Material von den Schmelz- bzw. Plastifizierungstemperaturen dieser Materialien, der Schallgeschwindigkeit des strömenden Mediums bei der jeweiligen Temperatur und dem angewendeten Druck, der Zeit, während welcher das strömende Medium auf die Fadenbündel einwirkt, der Temperatur, mit der die Fadenbündel zugeführt werden, und auch von der Dicke der Einzelfäden, d. h. dem Titer abhängt. Naturgemäss kann man keine Temperaturen anwenden, die unter den gewählten Bedingungen zu einem Schmelzen der Fäden führen, obwohl die Temperaturen selbst oberhalb der Schmelz- bzw. der Zersetzungspunkte der verwendeten fadenbildenden Materialien liegen können, vorausgesetzt, dass die Fäden mit entsprechend hoher Geschwindigkeit (kleinen Verweilzeit) durch die Behandlungszone geführt werden. Je höher die Durchlaufgeschwindigkeit ist, desto höher kann die Temperatur des Fluids über dem Schmelz- bzw. Zersetzungspunkt des verwendeten fadenbildenden Materials liegen.

Die jeweils anzuwendenden Temperaturen sind für die verschiedenen fadenbildenden Polymeren unterschiedlich und hängen, wie bereits erwähnt, auch vom Spinttiter sowohl der Einzelfäden als auch des Fadenbündels (Einzeltiter bzw. Gesamttiter) ab. So liegen die Plastifizierungsbereiche beispielsweise für lineares Polyäthylen bei 80 bis 90° C, für Polypropylen bei 80 bis 120° C, für Nylon-6 bei 165 bis 190° C, für Nylon-6,6 bei 120 bis 240° C und für Polyäthylenterephthalat bei 190 bis 230° C.

Für die Kräuselung von Nylon-6 verwendet man bevorzugt als heisses Fluid auf 250 bis 380° C erhitzte Luft oder überhitzten Wasserdampf, wobei man das Fluid vorzugsweise mit einem Vordruck von mehr als 3 bar, insbesondere von 5 bis 9 bar verwendet. Infolge der schnellen Arbeitsgeschwindigkeit von 1200–2000 m/min kann sich die Garntemperatur nicht an die relativ hohe Temperatur des Fluids angleichen, so dass die Garntemperatur unterhalb des Erweichungspunktes der Polymeren bleibt.

Die erste der beiden Behandlungszonen der Texturiervorrichtung besteht üblicherweise aus einem Garnzuführrohr, das über einen Ringspalt koaxial auf ein Garnführungsrohr führt. Über den Ringspalt wird das Fluid mit dem durch das Garnzuführrohr geführten Fadenbündel in Kontakt gebracht. Es fördert dann das Fadenbündel durch das gegebenenfalls beheizte Garnführungsrohr in die zweite Behandlungszone. Diese ist so gestaltet, dass sich der freie Querschnitt plötzlich auf ein Mehrfaches, z. B. das 3- bis 10fache, erweitert, wobei das Fluid seitlich abströmen kann, vorzugsweise durch radiale Längsschlitze. In diesem Bereich erfolgt die Kräuselung des aufgrund der Förderung im heissen Fluid plastifizierten Fadenbündels in den durch das abströmende Fluidum hervorgerufenen Wirbeln bzw. Schwingungen des Fluidums. Die Gröszen- und Strömungsverhältnisse werden nämlich bevorzugt so eingestellt, dass das strömende Fluid resonanzverstärkt schwingt. Aus der zweiten Behandlungszone tritt das gekräuselte und kapillarverwirbelte Fadenbündel aus und erfährt aufgrund des Temperaturunterschiedes in der Kammer und ausserhalb der Kammer sehr rasch eine Stabilisierung.

Entsprechend der Erfindung legt man nun in dieses dynamische System aus heissem Fluid und strömendem Garnbündel Unregelmässigkeiten hinein, und zwar entweder örtlich oder zeitlich (oder beides). Örtliche Unregelmässigkeiten führt man am einfachsten herbei, indem man die Geometrie der Strömung verändert, z. B. durch ungerunde Formen des Fadenzuführrohres und/oder der zweiten Behandlungszone oder durch räumlich ungleichmässige Beaufschlagung des Fadenbündels mit heissem Fluid, indem man auf eine oder zwei benachbarten Seiten eine zusätzliche Strömung des heis-

sen Fluids, gegebenenfalls bei einer anderen Temperatur, herbeiführt, beispielsweise mit Hilfe einer oder mehrerer Hilfsdüsen im Fadeneinführungs- oder im Fadenführungsrohr oder durch seitliches Anblasen. Eine Querschnittserweiterung des Fadeneinführungsrohres an seinem Ende, z. B. auf das Doppelte, führt zu einer kleinen Verwirbelungskammer beim Zusammentreffen von Garnbündel und Fluid vor dem Eintritt in das Fadenführungsrohr. Durch tangentielle Einführung des heissen Fluids zum Ringspalt, durch den das Fluid auf das Fadenbündel trifft, erhält das Fluid einen Drall beim Auftreffen auf das Fadenbündel, welcher eine Verwirbelung begünstigt.

Zeitlich kann man durch periodische oder aperiodische Verzögerungen oder Beschleunigungen von Fluid oder Fadenbündel Unregelmässigkeiten herbeiführen. Beispielsweise kann man das heisse Fluid pulsierend zuführen (mit wechselndem Druck) oder man kann das Garnbündel in sehr engen Garnzuführrohren bremsen, in denen die Reibung so hoch ist, dass die Förderung nicht mehr gleichmässig erfolgt. Es ist von Vorteil, wenn die Unregelmässigkeit alsbald nach dem Zusammentreffen von heissem Fluid mit dem Fadenbündel einwirkt, nicht erst, nachdem bereits ein längerer Raum durchlaufen ist oder eine zeitlang eine symmetrisch gleichförmige Einwirkung erfolgt.

Zur Erläuterung der örtlichen und zeitlichen Unregelmässigkeiten dienen die Fig. 1 und 2. Das zu kräuselnde und zu verwirbelnde Garn wird während des laufenden Betriebes in das Garnzuführungsrohr 1 eingesaugt und trifft am Ringspalt 4 mit der durch den Zuführungsstutzen 2 über den Verteilerraum 6 eingeführten Fluid zusammen. Garn und Fluid durchlaufen gemeinsam das Garnführungsrohr 3 und treten in die Schlitzdüse 5 ein, in welcher das Fluid sich durch die Längsschlitze entspannen kann und entweicht (Schlitzdüse gemäss DE-OS 20 06 022). Das gekräuselte Garn verlässt das System und wird auf der Kühltrommel oder einem umlaufenden Kühlsieb (nicht gezeichnet) abgekühlt, und die Kräuselung wird eingefroren. Die zu einer Verwirbelung nötigen zeitlichen und örtlichen Inhomogenitäten können nach verschiedenen Möglichkeiten erzeugt werden.

Fig. 1 zeigt eine dieser Möglichkeiten, nämlich die asymmetrische Anblasung des Fadenbündels im Fadenzuführungsrohr durch eine zusätzliche Bohrung 7. Diese Bohrung kann zentrisch auf das Fadenbündel führen, sie kann aber auch exzentrisch angebracht sein, so dass der Zusatzluftstrom tangential in das Fadenzuführungsrohr eintritt.

Fig. 2 zeigt eine Anordnung, die sich durch einen besonders engen Querschnitt des Fadenzuführungsrohres auszeichnet. Durch erhöhte Wandreibung werden beim Einzug in das Fadenzuführungsrohr zeitliche Unregelmässigkeiten beim Garneinzug erzeugt, welche zu den gewünschten Verwirbelungstellen führen. Vor dem Fadenzuführungsrohr 1 kann zusätzlich ein Exzenter 8 angeordnet sein.

Das Fadeneinführungsrohr hat entweder einen so engen Durchmesser, dass es beim Durchleiten des Garnes einen merklichen Reibungswiderstand bietet, was dann der Fall ist, wenn die Bedingung

$$\frac{\text{Titer (dtex)}}{2 \cdot 1000} = \text{Durchmesser (mm)}$$

erfüllt ist, oder es befinden sich oberhalb des Fluideintrittspaltes im Garnzuführungsrohr ein oder mehrere konzentrische Bohrungen, welche nicht zu gross sein dürfen, damit ein nicht zu grosser Anteil des erhitzten Fluids die Apparatur entgegen der Garnlaufichtung durch die Garneinlauföffnung verlässt. Bei einem Durchmesser des Fadenzuführungsrohres von 1,4 mm, geeignet für Titer von 800 bis 3300 dtex, haben sich 1 bis 3 Bohrungen mit Durchmesser von 0,7 bis 0,9 mm bewährt.

Es hat sich gezeigt, dass Unregelmässigkeiten bei folgendem Verfahren zur Herstellung texturierter kapillarverwirbelter Fadenbündel aus verstreckten oder teilweise verstreckten Fadenbündeln aus synthetischen Polymermaterialien sehr einfach erreicht werden: Die Fadenbündel werden mittels eines erhitzten strömenden Fluids durch eine rohrförmige erste Behandlungszone geführt und danach durch eine zweite rohrförmige Behandlungszone, wobei das gasförmige Medium aus der zweiten Behandlungszone durch in Längsrichtung verlaufende Schlitze radial entweichen kann, wobei man beim Zusammenführen des erhitzten strömenden Mediums mit dem zu behandelnden Fadenbündel am Eintritt in die erste Behandlungszone die Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Fluids im wesentlichen unverändert belässt und in der ersten Behandlungszone einen Volumenmassstromfaktor

$$VM = \frac{G_{11} + G_{g1}}{V_1}$$

von 50 bis 150 kg/m je m³ einhält, wobei in dieser Formel V₁ das Volumen des Fadenführungsrohres in der Längeneinheit bedeutet und G₁₁ definiert ist als

$$G_{11} = G'_1 \times \frac{1}{w_1}$$

und G_{g1} definiert ist als

$$G_g = G'_g \times \frac{1}{w_g}$$

wobei G'₁ die Menge des Fluids und G'_g die Menge des Fadens in der Zeiteinheit und w₁ die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids im Fadenführungsrohr und w_g die Geschwindigkeit des Fadenbündels im Fadenführungsrohr bedeuten.

Damit erhält die Grösse G₁₁ bzw. G_{g1} die Dimension eines Gewichts je Längeneinheit. Für die Zahlenwerte ist dabei das kg-m-h-Masssystem zu verwenden.

Bei einer für dieses spezielle Verfahren geeigneten Vorrichtung führt das Fadeneinführungsrohr den Faden in eine erste Behandlungskammer, die als Düse ausgebildet ist, und dann durch ein Fadenführungsrohr mit Hilfe des erhitzten strömenden Mediums. Die Kräuselung erfolgt in einer länglichen zweiten Behandlungskammer, aus der das erhitzte strömende Medium durch in Strömungsrichtung verlaufende Längsschlitze radial abströmt. Um den Massestromfaktor in dem angegebenen Bereich zu halten, ist es vorteilhaft, ein Durchmesser Verhältnis zwischen Fadenführungsrohr und Fadeneinführungsrohr von 0,9 bis 1,1 einzuhalten, wobei das Längenverhältnis zwischen Fadenführungsrohr und Fadeneinführungsrohr zwischen 0,45 und 5,5 liegt. Für den Abstand zwischen Fadeneinführungsrohr und Fadenführungsrohr haben sich das 0,2- bis 10fache des Fadenführungsrohrdurchmessers bewährt. Bei diesem vorteilhaften Verfahren erfährt das strömende Medium beim Zusammentreffen mit dem Fadenbündel keine wesentliche Geschwindigkeitsveränderung, d. h. der Querschnitt der Düse führt weder dazu, dass die Geschwindigkeit deutlich vermindert noch deutlich erhöht wird, wobei als wesentliche Abweichung eine solche von etwa 10% angesehen wird. Da man vorteilhaft Geschwindigkeiten des strömenden Mediums verwendet, die bei 50 bis 95% der Schallgeschwindigkeit unter den gewählten Bedingungen liegen, insbesondere bei 70 bis 90%, kann man nicht, wie das vielfach üblich ist, durch Verengung des Fadenführungsrohres eine höhere Geschwindigkeit herbeiführen, sondern man muss das strömende Medium mit dem Fadenbündel bereits mit der gewünschten Geschwindigkeit zusammenführen. Sofern das strömende Medium diese Geschwindigkeit nicht von vornherein hat, kann man es unter Umständen durch eine Vorbeschleunigerdüse (die im konkreten Fall einfach in einer Querschnittsverengung besteht) auf diese Geschwindigkeit bringen.

Eine andere Vorrichtung, die sich bewährt hat, ist in Fig. 3 schematisch wiedergegeben. Das Fluid wird über ein Zuführungsrohr 2 einer Vorbeschleunigerdüse 10 zugeführt, von dort strömt es über einen Ringkanal 11 zur Düse 4, in welcher Fadenbündel und strömendes Medium zusammengeführt werden. Die Düse 4 wird zusammen mit dem Fadeneinführungsrohr 1 und dem Fadenführungsrohr 3 gebildet. Der Raum zwischen dem Fadeneinführungsrohr 1 und dem Fadenführungsrohr 3 ist als erste Behandlungskammer im engeren Sinn anzusehen. Tatsächlich erfolgt die Behandlung bereits am Ende von Fadeneinführungsrohr 1 und erstreckt sich in gewissem Umfang in Fadenlaufrichtung 12 in das Fadenführungsrohr 3.

Das Fadeneinführungsrohr 1 kann zur genauen Justierung gegen den Ringkanal 11 mit einem Abstandshalteelement 13 versehen sein. Die Vorbeschleunigerdüse 10 und die Düse 4 sind unabhängig voneinander justierbar. An das Fadenführungsrohr 3 schliesst sich die zweite Behandlungskammer 5 mit den radialen Längsschlitz an.

Für den Erfolg des Verfahrens haben sich folgende Bedingungen bewährt:

Das strömende Medium und das Fadenbündel sollen beim Zusammenführen bzw. beim Eintritt in das Fadenführungsrohr in einer solchen Weise zusammengeführt werden, dass die Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums sich nicht wesentlich ändert. Das bedeutet, dass beim Zusammenführen von gasförmigem Medium und Fadenbündel die freien Querschnitte in den Düsen so gewählt werden, dass das gasförmige Medium weder eine wesentliche Geschwindigkeitserhöhung noch eine deutliche Geschwindigkeitserniedrigung erfährt. Das ist primär von den Geschwindigkeitsverhältnissen im Ringkanal 11 und Fadenführungsrohr 3 in der ersten Behandlungszone abhängig, aber auch von dem Querschnitt, den das durch die erste Behandlungszone geförderte Fadenbündel einnimmt (und damit den freien Querschnitt in dieser Behandlungszone vermindert). Das Querschnittsverhältnis ist allerdings nicht allein massgebend, denn es spielen noch Reibungseffekte zwischen gasförmigem Medium und Wand der Behandlungszone, zwischen gasförmigem Medium und Fadenbündel und zwischen Fadenbündel und Wand der Behandlungszone eine Rolle. Ausser der Gasgeschwindigkeit spielt auch die Fadengeschwindigkeit eine Rolle, die man zweckmässig als Menge je Zeiteinheit angibt. Zweckmässig verwendet man Mengendurchsätze G'_g von 6 bis 25 kg/h, eventuell bis 30 kg/h, bei Durchmessern des Fadenführungsrohres 3 von $1,0 \cdot 10^{-3}$ m bis $2,7 \cdot 10^{-3}$ m.

Das erhaltene Garn weist gute Kräuselwerte auf und ausreichend Verwirbelungsstellen. Die Verwirbelungsstellen halten eine gewisse Zugbeanspruchung während des Tuftvorganges aus, sind aber nicht so stark verflochten, dass sie das gleichmässige Aussehen des fertigen Teppichs stören.

Als Massstab für die Qualität der Kräuselung wird der Kräuselwert verwendet. Ein Strang Garn wird 5 Minuten in Wasser gekocht, 20 Minuten spannungslos bei Zimmertemperatur gelagert, dann mit 0,5 pond/dtex belastet und bei dieser Belastung die Länge L bestimmt, danach auf 0,001 pond/dtex entlastet und danach der Wert 1 bestimmt. Aus diesen Längen errechnet sich der Kräuselwert nach der Gleichung

$$\frac{L-1}{L} \times 100 = \%$$

Zur Bestimmung des Verwirbelungsabstandes wird die Hakenprüfung angewandt: Auf einen Massstab mit Millimeterteilung wird eine Garnprobe von 500 mm Länge an einem Ende eingespannt und am anderen Ende mit einer Zugkraft, die dem 0,2fachen des Fadentiters entspricht, aber insgesamt mit nicht mehr als 100 pond belastet. Beginnend mit der Prüfung am Einspannende, etwa 10 mm nach der Einspann-

stelle, wird der Faden so geteilt, dass jeweils mindestens $\frac{1}{3}$ der Kapillaren links und $\frac{1}{3}$ rechts der Einstichstelle liegen.

Die Einstichstelle selbst soll im mittleren Drittel liegen. Zur Prüfung des Zusammenhalts wird ein Haken verwendet, der mit 10 bis 20 mm pro Sekunde durch den Faden gezogen wird, bis die Zugkraft 10 pond erreicht. Diese Stelle wird als Stopstelle markiert. Nach jeder Stopstelle wird der Haken im Abstand von 10 mm neu angesetzt und der Vorgang wie zuvor wiederholt, bis das Fadenende erreicht ist. Als Masszahl dient der Abstand von Stopstelle zu Stopstelle. Für einen Messwert werden insgesamt 5 Fadenproben ausgemessen und die Einzelergebnisse arithmetisch gemittelt. Der so erhaltene Mittelwert wird als Verwirbelungsabstand definiert und hat die Dimension mm.

Beispiel 1

Ein Polyamid-Rohgarn vom Nylon-6-Typ vom Gesamttiter 10 000 f 67 läuft über eine Verstreckeinrichtung (Einlaufgalette 75° C, Auslaufgalette 180° C, Verstreckverhältnis 1:3,5) der in Fig. 1 gezeichneten Texturiereinrichtung zu mit einer Geschwindigkeit von 1600 m/min. Das Garneinführungsrohr hat einen Durchmesser von 1,3 mm, das Garnführungsrohr von 2,6 mm. Aufgrund der Wandreibung des Fadenbündels, das nach Verstreckung noch einen Titer von 2700 aufweist, kommt es im Garneinführungsrohr zu zeitlich wechselnden Geschwindigkeitsänderungen. Der Abzug aus der Texturierdüse erfolgt mit 1100 m/min. Durch den seitlichen Einblasstutzen werden 7 Nm³/H auf ca. 370° C erhitzte Druckluft von 6 atü eingedrückt. Die Schlitzbreite (der Ringspalt) zwischen Garnzuführungs kanal und Garnführungsrohr beträgt 0,3 mm.

Die Einkräuselung des auf diese Weise texturierten Garnes beträgt nach 5 Minuten Kochen in Wasser 12,7%. Ausserdem besitzt das Garn Verwirbelungsstellen in einem mittleren Abstand von 30 mm, welche erst bei 5maligen Zugbelastungen über 0,5 p/dtex sich entwirren. Wird der Versuch unter denselben Bedingungen ausgeführt, jedoch mit einem Garnzuführungsrohr mit einem Innendurchmesser von 1,4 mm, so erhält man ein texturiertes Garn mit nur wenigen sehr unregelmässig verteilten Verwirbelungsstellen. Der mittlere Abstand beträgt ca. 160 mm.

Beispiel 2

Ein Polyamid-Rohgarn vom Nylon-6-Typ wie in Beispiel 1 wird verstreckt (Einlaufgalette 75° C, Auslaufgalette 180° C) und läuft mit einer Geschwindigkeit von 1600 m/min zu der in Fig. 2 gezeichneten Texturiereinrichtung. Das Garnzuführungsrohr hat einen Durchmesser von 1,4 mm und hat in der Höhe von 16 mm oberhalb vom Fadenauslaufende eine zentrische Bohrung von 0,7 mm Durchmesser. Durch den seitlichen Einlaufstutzen, der in der Höhe der zentrischen Bohrung in den Ringraum um das Garnzuführungsrohr mündet, werden 5,5 Nm³/h auf 390° C erhitzte Luft mit einem Druck von 6,0 bar eingeleitet. Aufgrund der durch die Bohrung in das Garnzuführungsrohr eintretenden Luft wird das Garnbündel asymmetrisch durch das Garneinführungs-/Garnführungsrohr geleitet. Die Schlitzbreite (der Ringspalt) zwischen Garnzuführungs- und Garnführungsrohr beträgt 0,3 mm.

Die Einkräuselung des auf diese Weise texturierten Garnes beträgt 9,9%. Die im Garn gut sichtbaren Verwirbelungsstellen haben einen mittleren Abstand von 43 mm und entwirren sich erst bei 5maliger Zugbeanspruchung des Garnes von 0,5 p/dtex.

Beispiel 3

Ein Polyamid-Garn vom Nylon-6,6-Typ mit einem Titer 10 000 f 67 wird wie im Beispiel 1 verstreckt (Einlaufgalette 80° C, Auslaufgalette 170° C) und läuft mit einer Geschwindigkeit von 1600 m/min zu der in Fig. 1 gezeichneten Texturiereinrichtung. Das Garnzuführungsrohr hat einen Durch-

messer von 1,3 mm. Durch den seitlichen Einblasstutzen werden 7,5 Nm³/h auf 410 °C erhitzte Druckluft von 8 bar eingedrückt. Das texturierte Garn wird mit einer Geschwindigkeit von 1250 m/min abgezogen. Die Schlitzbreite (der Ringspalt) zwischen Garnzuführungsrohr und Garnführungs-

rohr beträgt 0,25 mm. Die Einkräuselung des auf diese Weise texturierten Garnes beträgt 11,5%, der mittlere Abstand von Verwirbelung zu Verwirbelung 45 mm. Die Verwirbelungsstellen lassen sich erst bei einer Zugspannung von 0,4 p/dtex lösen.

Wird der Versuch unter denselben Bedingungen ausgeführt, jedoch mit dem Unterschied, dass das Garnzuführungsrohr einen Durchmesser von 1,5 mm hat, so erhält man ein Garn mit der gleichen guten Einkräuselung, jedoch mit einem mittleren Abstand der Verwirbelungsstellen von etwa 170 mm.

Beispiel 4

Ein Polyamid-Rohgarn vom Nylon-6,6-Typ wird wie in Beispiel 1 beschrieben durch eine Texturiervorrichtung wie in Beispiel 3 geschickt mit dem Unterschied, dass der Einlaufstutzen für das Fluid nicht radial, sondern tangential angebracht ist. Dadurch trifft das Fluid in kreisender Bewegung durch den Ringspalt mit dem bewegten Garn zusammen. Die Garneinlaufgeschwindigkeit beträgt 1650 m/min, die Abzugsgeschwindigkeit 1350 m/min. Der Durchmesser des Garnzuführungsrohres beträgt 1,4 mm. Das Volumen der Einblasluft beträgt 5,5 Nm³ bei einer Temperatur von 390 °C.

Die Einkräuselung des auf diese Weise hergestellten Garnes beträgt 12,5%, der mittlere Abstand der Verwirbelungsstellen 55 mm. Sie sind beständig bis zu einer Zugbelastung von 0,4 p/dtex.

Beispiel 5

Ein verstrecktes Polyamid-Rohgarn vom Nylon-6-Typ mit dem Titer 1200 f 68 dtex wird mit einer Geschwindigkeit von 1600 m/min einer Texturiereinrichtung gemäss Fig. 2 zugeführt. Das Fadenzuführungsrohr hat einen inneren Durchmesser von 1,45 mm und das zugeführte Fluid eine Temperatur von 380 °C und einen Vordruck von 5,8 bar. Vor dem Einlauf in das Texturiersystem befindet sich im Abstand von 150 mm ein doppelseitiger Exzenter (elliptische Rolle), des-

sen Längsachse 40 mm und deren Querachse 20 mm lang ist. Über diesen Exzenter wird das Garn geleitet und der Exzenter dadurch in Drehung versetzt. Er erzeugt dadurch etwa alle 45 mm im Garnfluss eine Spannungs- bzw. Geschwindigkeitsunregelmässigkeit, zeitlich gesehen bei einer Geschwindigkeit von 1600 m/min 35 000 Unregelmässigkeiten/min. Man erhält ein Garn mit einer Einkräuselung von 11% und mit einem mittleren Abstand der Verwirbelungsstellen von 58 mm.

Beispiel 6

Ein Polyamidfaden mit einem Titer 1450 f 67 dtex wurde in einer Vorrichtung entsprechend der Fig. 3 behandelt. Es wurden folgende Arbeitsbedingungen eingestellt:

Texturierluft	6,5 kg/h
Fadendurchsatz	9,6 kg/h
Volumen-Massestromfaktor	73 kg/m ⁴
Lufttemperatur	330 °C
Temperatur der Galette vor dem Einlauf in die Vorrichtung	133 °C

Der Verflechtungsabstand betrug 54 mm.

Beispiel 7

Es wird wie in Beispiel 6 verfahren, zusätzlich wird die zweite Behandlungskammer mit 3,5 Nm³/h Luft von 22 °C angeblasen. Man erhält ein gekräuselteres Garn mit einem Verflechtungsabstand von 47 mm.

Beispiel 8

Zum Vergleich wird dasselbe Ausgangsmaterial unter folgenden Bedingungen durch die Vorrichtung der Fig. 3 behandelt:

Texturierluft	6,5 kg/h
Fadendurchsatz	8,6 kg/h
Volumen-Massestromfaktor	28 kg/m ⁴
Lufttemperatur	330 °C
Temperatur der Galette vor dem Einlauf in die Vorrichtung	110 °C

Der Verflechtungsabstand beträgt in diesem Fall 68 mm.

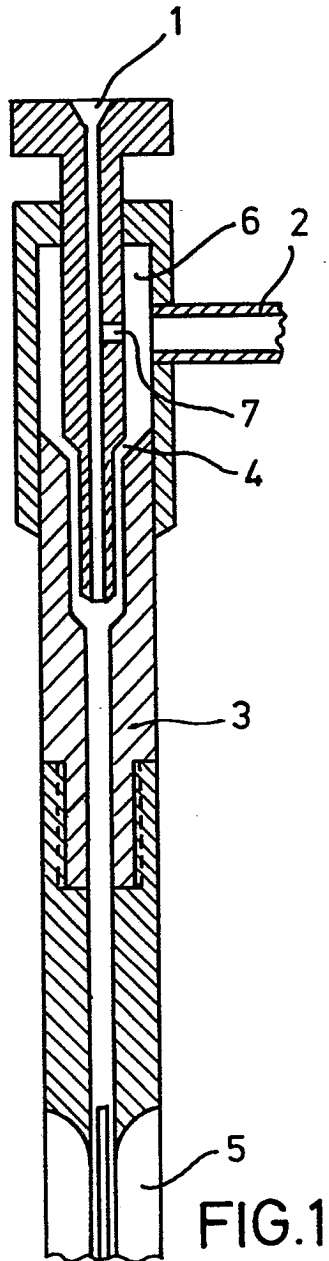


FIG. 1

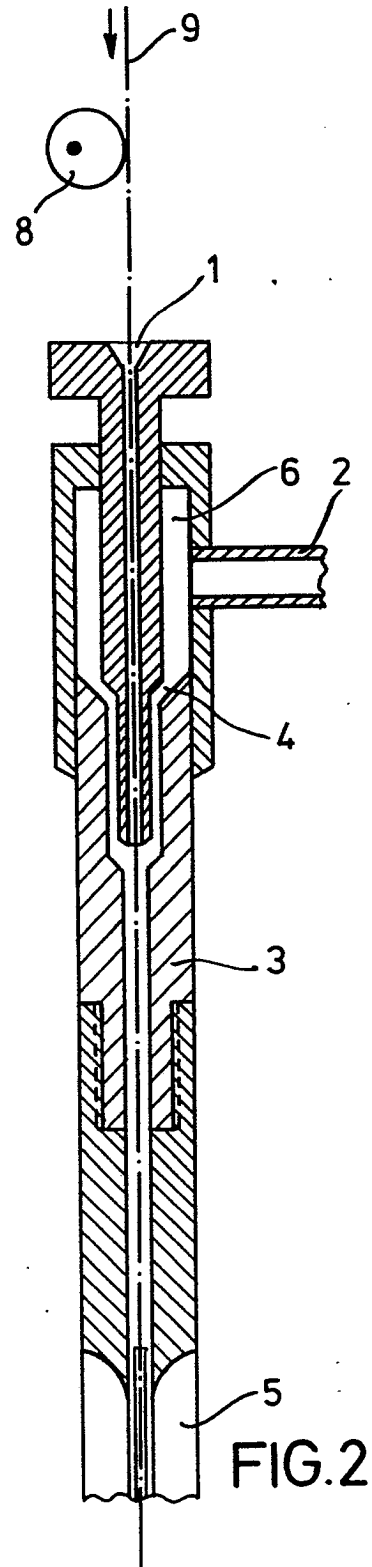


FIG. 2

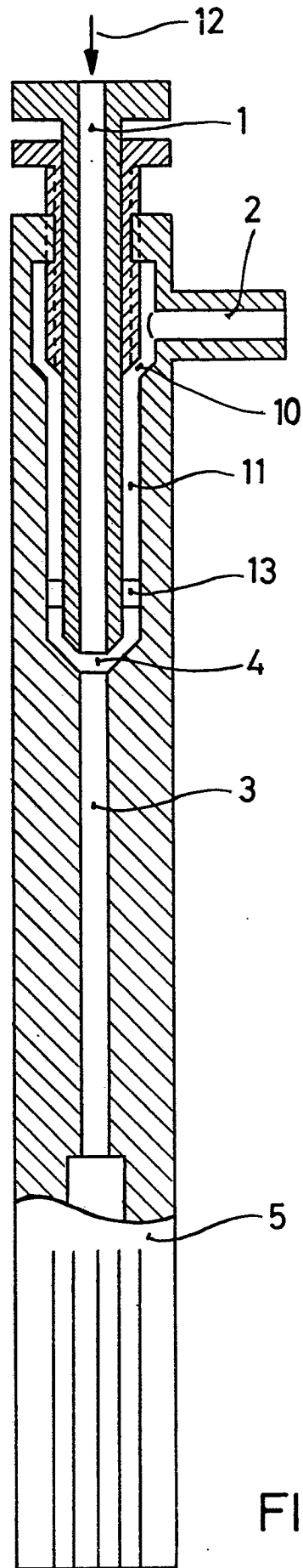


FIG. 3