(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 045 930 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(21) Anmeldenummer: **99971872.9**

(22) Anmeldetag: **04.11.1999**

(51) Int Cl.:
D01D 5/098 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP1999/008420

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/028117 (18.05.2000 Gazette 2000/20)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES HOCHORIENTIERTEN FADENS**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A HIGH ORIENTED YARN

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA PRODUCTION D'UN FIL HAUTEMENT ORIENTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **09.11.1998 DE 19851448**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2000 Patentblatt 2000/43

(73) Patentinhaber: **Saurer GmbH & Co. KG**
41069 Mönchengladbach (DE)

(72) Erfinder:
- **SCHULZ, Detlev**
  D-42477 Radevormwald (DE)
- **MEISE, Hansjörg**
  D-50829 Köln (DE)
- **SCHÄFER, Klaus**
  D-42897 Remscheid (DE)

(74) Vertreter: **Kahlhöfer, Hermann et al**
Patentanwälte
Kahlhöfer Neumann
Herzog Fiesser
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 458 455
EP-B- 0 682 720
DE-A- 4 223 198

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 045 930 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines hochorientierten Fadens (HOY) aus einem thermoplastischen Material und eine Spinnvorrichtung zum Schmelzspinnen eines hochorientierten Fadens.

[0002] Bei der Herstellung von synthetischen multifilen Fäden aus einer thermoplastischen Schmelze in einer Prozeßstufe wird grundsätzlich zwischen teilverstreckten Fäden und vollverstreckten Fäden unterschieden. Die teilverstreckten Fäden weisen eine vororientierte Molekularstruktur auf, die in einer zweiten Prozeßstufe eine Nachverstreckung erfordert. Sie werden als preoriented yarns (POY) bezeichnet. Demgegenüber sind die vollverstreckten Garne (FDY) ohne eine Nachverstrekkung direkt für eine Weiterverarbeitung geeignet. Die FDY-Garne werden dabei im Spinnprozeß mittels Streckwerke hochverstreckt, so daß sich eine ausgerichtete Molekularstruktur im Polymer einstellt.

[0003] Um einen Faden mit möglichst hoher Orientierung der Moleküle des Polymers herzustellen, sind auch Verfahren bekannt, bei welchen der Faden bereits während der Verfestigung unmittelbar vor Erstarrung des Polymers hoch verstreckt wird. Bei diesen als high oriented yarn (HOY) bekannten Garnen führt eine spannungsinduzierte Kristallisation zur Orientierung der Moleküle im Polymer. Gegenüber den FDY-Garnen weisen die bekannten HOY-Garne eine geringere Elastizitätsgrenze auf, was je nach Weiterverarbeitungsverfahren aufgrund der Krafteinwirkung auf diese Garne zu einer bleibenden Deformation und damit zu einer ungleichmäßigen Anfärbung führen kann. Für Weiterverarbeitungsverfahren, bei denen größere Spannungsspitzen auf diese Garne einwirken, sind die bekannten HOY Garne gänzlich ungeeignet.

[0004] Nun läßt sich zwar die Elastizitätsgrenze von HOY Garnen theoretisch durch Steigerung der Abzugsgeschwindigkeit heraufsetzen, jedoch sind diesem Prozeß physikalische Grenzen gesetzt, da beim Schmelzespinnen von HOY-Garnen die den Faden bildenden Filamente beim Verstrecken nur eine begrenzte Kristallinität aufweisen dürfen, um einen sicheren Abzug ohne Garnschädigung zu gewährleisten. Ein zu hoch vorkristallisiertes Filament ist in seiner Struktur zu stark eingefroren, als daß es sicher die im Streckpunkt auftretenden Kräfte ohne Überlastung übersteht.

[0005] Im Stand der Technik wird beispielsweise in der EP 0 530 652 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines synthetischen Fadens offenbart, bei welcher die Filamente vor der Erstarrung einer verzögerten Abkühlung unterzogen werden. Dadurch wird die Kristallisation der Filamente weiter verzögert, was zu einer erhöhten Elastizitätsgrenze der Garne fuhrt Die bekannte Vorrichtung und das bekannte Verfahren besitzen jedoch den Nachteil, daß die Länge der verzögerten Abkühlung nur sehr begrenzt sein kann, da die fehlende Stabilisierung der Filamente durch die Anblasung innerhalb diesen Bereiches eine zunehmende Gefahr zur Verklebung der Filamente darstellt.

[0006] In der EP 244 217 (= US 5,141,700) und der US 5,034,182 wird vorgeschlagen, die Filamente nach Durchlauf eines unter Druck stehenden Kühlschachtes mittels eines Luftstroms aus dem Kühlschacht zu fördern. Damit wird ebenfalls eine verzögerte Kristallisation der Filamente erreicht. Nach der EP 0 682 720 wird ebenfalls eine verzögerte Kristallisation des Polymers erreicht, wobei die Filamente vor Erstarrung mit einem begleitenden Luftstrom beaufschlagt werden. Die im Stand der Technik bekannten Verfahren und Vorrichtungen verfolgen alle das Ziel, einen synthetischen Faden mit möglichst hohen Aufspulgeschwindigkeiten herzustellen, ohne daß sich die physikalischen Eigenschaften im wesentlichen verändern. So wird bei diesen bekannten Verfahren die Absenkung der Dehnung bei höheren Abzugsgeschwindigkeiten durch die verzögerte Kristallisation des Polymers in der Spinnlinie kompensiert. Diese Verfahren sind jedoch ungeeignet, um HOY-Garne mit höheren Elastizitätsgrenzen und mit höheren Festigkeiten herzustellen.

[0007] Bei der Herstellung eines hochorientierten Fadens besteht das Problem, daß die bekannten Garne zu hohe Dehnungswerte und zu niedrige Festigkeiten aufweisen. Die Dehnungswerte des Garnes könnten durch Erhöhung der Abzugsgeschwindigkeit verbessert werden. Eine Erhöhung der Abzugsgeschwindigkeit beispielsweise bei der aus der EP 0 530 652 bekannten Vorrichtung führt zwangsläufig zu einer Erhöhung der Abzugsspannung, die dann aufgrund def geringen Festigkeit der Filamente jedoch eine Überlastung der Filamente beim Verstrecken zur Folge hat.

[0008] Die zitierte Entgegenhaltung DE-A-4 223 198 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines schmelzgesponnenen Fadens, bei welcher das Filamentbündel einen Abkühlschacht mit luftdurchlässiger Wandung durchläuft. Dabei wird aufgrund der Reibungsmitnahme der Luft durch die Filamente ein von außen nach innen .erzeugter Kühlluftstrom in den Abkühlschacht eingesaugt. Zur Unterstützung der Saugwirkung ist eine Druckdifferenz zwischen einer Eintrittsseite am Abkühlschacht und einer Austrittsseite am Abkühlschacht angelegt.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Spinnvorrichtung zur Herstellung eines hochorientierten Fadens (HOY) zu schaffen, der typische Dehnungen und Festigkeiten eines vollverstreckten Garnes (FDY) aufweist und mit hoher Spinnsicherheit herstellbar ist.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Spinnvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0011] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß die Überlastung der Filamente im Vorgang der Fadenbildung begründet liegt. Beim Schnellspinnen beobachtet man keinen gleichmäßigen Anstieg der Fadengeschwindigkeit zwischen Fadenaustritt aus der Spinndüse und dem Erstarrungspunkt der Filamente. Nach Austritt

der Filamente aus der Spinndüse tritt zunächst eine relativ langsame Beschleunigung ein bis zum Einsetzen der spannungsinduzierten Kristallisation. Die spannungsinduzierte Kristallisation führt innerhalb weniger Zentimeter zu einer Beschleunigung der Filamente auf die Abzugsgeschwindigkeit. Hierbei muß die Festigkeit der Filamente größer sein als die zur Beschleunigung des Fadens erforderlichen Kräfte, um einen Filamentbruch zu vermeiden. Erfindunsgemäß werden die Filamente vor der Erstarrung in ihrer Fortbewegung derart unterstützt, daß vor der Erstarrung keine wesentlichen zusätzlichen Zugspannungen resultierend aus Luftreibungskräften an den Filamenten wirken. Dadurch werden die Filamente vor der Erstarrung entlastet, so daß während der Erstarrung beim Verstrecken eine verminderte Abzugsspannung an den Filamenten wirksam ist. Damit wird einerseits eine hohe Orientierung der Moleküle beim Verstrecken erreicht und andererseits eine hohe Abzugsgeschwindigkeit mit entsprechend hoher Abzugsspannung ermöglicht. Die Abzugsspannung wird dabei durch eine Abzugsgeschwindigkeit von mindestens 6.500 m/min erzeugt. Es hat sich gezeigt, daß damit ein hochorientierter Faden mit Festigkeiten von größer 4 cN/dtex und Dehnungen im Bereich von 30% herstellbar ist.

[0012] Um die Filamentbewegung vor Erstarrung der Filamente zu unterstützen bzw. um eine Entlastung der an den Filamenten wirkenden Kräften vor der Erstarrung herbeizuführen, sind grundsätzlich zwei Verfahrensvarianten möglich. Bei der ersten Verfahrensvariante wird die Laufgeschwindigkeit der Filamente vor dem Verstrekken durch eine höhere Spritzgeschwindigkeit beim Extrudieren der Filamente erhöht. In der Praxis ist diese Möglichkeit infolge der hohen Druckabfälle über die Düsenplatte nur bis zu einem bestimmten Maße einsetzbar.

[0013] Bei einer weiteren Verfahrensvariante wird die an den Filamenten wirkende Luftreibung beeinflußt. Hierzu werden die Filamente nach dem Extrudieren durch ein Kühlmedium geführt. Unmittelbar vor der Erstarrung der Filamente wird dabei ein die Filamentbewegung unterstützender Kühlmediumstrom erzeugt. Damit wird eine Reduzierung der an den Filamenten abbremsend wirkenden Luftreibung reduziert. Als Kühlmedium wird dabei vorzugsweise Luft eingesetzt.

[0014] Bei einer besonders vorteilhaften Verfahrensvariante gemäß Anspruch 3 besitzt der Kühlmedienstrom eine Strömungsgeschwindigkeit, die im wesentlichen gleich groß der Laufgeschwindigkeit der Filamente vor dem Erstarren ist. Damit wirken keine bremsenden Strömungskräfte an den Filamenten, so daß sich die Laufgeschwindigkeit der Filamente weiter erhöht.

[0015] Zur weiteren Verringerung der beim Erstarren wirkenden Zugkräfte läßt sich gemäß Anspruch 4 der Kühlmedienstrom mit einer Strömungsgeschwindigkeit erzeugen, die größer ist als die Laufgeschwindigkeit der Filamente vor dem Erstarren. Damit können hochorientierte Fäden mit hoher Festigkeit bei noch höheren Prozeßgeschwindigkeiten hergestellt werden.

[0016] Bei einer besonders vorteilhaften Verfahrensvariante nach Anspruch 6 werden zur Erzeugung des Kühlmedienstroms die Filamente vor dem Erstarren durch einen Konfusor und einen Diffusor geführt. Dadurch kann gezielt an einer Stelle oder einer sehr kurzen Strecke der Spinnlinie der Kühlmedienstrom erzeugt werden. Vorzugsweise wird der engste Querschnitt des Konfusors in der Spinnlinie derart plaziert, daß er kurz vor dem Erstarrungspunkt der Filamente liegt. Durch diese Maßnahme läßt sich eine spannungsindizierte Vororientierung innerhalb der Filamente verringern. Die Verfestigung des Fadens erfolgt innerhalb einer sehr kurzen Strecke, was zu einer besonders hohen Orientierung der Molekülketten in dem Polymer führt.

[0017] Bei einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 6 werden die Filamente nach dem Extrudieren und vor dem Erstarren durch einen Kühlschacht geführt, der durch eine luftdurchlässige zylindrische Wandung mit Umgebungsluft verbunden ist. Damit wird eine verzögerte Abkühlung der Filamente erreicht, so daß die Fließkräfte vorteilhaft beeinflußt werden und zu einer weiteren Entlastung der Abzugsspannung führen Diese Maßnahme ist in zweierlei Hinsicht von Vorteil, da einerseits eine erhöhte Abzugsspannung beim Verstrecken der Filamente möglich ist und andererseits durch die verzögerte Abkühlung eine Vororientierung der noch schmelzeflüssigen Filamente im wesentlichen verhindert wird.

[0018] Diese Maßnahme läßt sich durch die Verfahrensvariante gemäß Anspruch 7 noch weiter verbessern. Hierzu werden die Filamente unmittelbar nach Austritt aus der Spinndüse durch eine Heizzone geführt, in welcher den Filamenten eine Wärmemenge zugeführt wird.

[0019] Um das Verfahren mit möglichst gerinem Aggregateaufwand zu betreiben, ist die Verfahrensvariante nach Anspruch 8 besonders vorteilhaft. Hierbei wird die Abzugsspannung direkt durch die Aufspulgeschwindigkeit einer Aufspulvorrichtung erzeugt.

[0020] Um möglichst einen besonders qualitativ hochwertigen gleichmäßigen Faden zu erzeugen, ist die Verfahrensvariante nach Anspruch 9 bevorzugt anzuwenden. Dabei wird die Abzugsspannung durch ein Lieferwerk bestimmt. Das Lieferwerk ist vor der Aufspulvorrichtung angeordnet, so daß Fadenspannungsschwankungen aufgrund des Aufwickelns sich vorteilhaft nicht in der Spinnlinie auswirken können. Der Faden kann mit sehr gleichmäßiger Abzugsspannung hergestellt werden.

[0021] Erfindungsgemäß wird ein hochorientierter Faden mit im wesentlichen ähnlichen Eigenschaften wie ein vollverstreckter Faden durch Einflußnahme in der Spinnlinie herstellbar. Dabei hat sich die erfindungsgemäße Spinnvorrichtung nach Anspruch 11 als besonders vorteilhaft zur Durchfuhrung des Verfahrens herausgestellt. Die Kühleinrichtung wird erfindungsgemäß durch einen Konfusor und einen auf der Auslaßseite des Konfusors angeordneten Diffusor gebildet. Durch den Konfusor erfolgt eine starke Beschleunigung der von den Filamenten

mitgeschleppten Luft, wobei der Kühlluftstrom im engsten Querschnitt zu einer maximalen Geschwindigkeit beschleunigt wird. Direkt nach Passieren des engsten Querschnittes des Konfusors erfolgt eine Ausdehnung der Kühlluft durch den Diffusor. Die Strömungsgeschwindigkeit der Kühlluft verlangsamt sich somit. Dadurch wird die Filamentbewegung sehr kurzzeitig unterstützt. Eine längere Behandlungsstrecke, die eine Vororientierung begünstigt, wird vermieden.

[0022] Mit der besonders vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung gemäß Anspruch 12 wird erreicht, daß beim Einlaufen in den Konfusor keine den Lauf der Filamente beeinflussenden Luftturbulenzen entstehen.

[0023] Bei den Verfahrensvarianten, bei welchen bereits eine Reduzierung oder eine Vermeidung von den Filamentenlauf abbremsenden Luftreibungen ausreicht, um einen hochorientierten Faden herzustellen, ist die Spinnvorrichtung bevorzugt nach Anspruch 13 ausführbar.

[0024] Hierbei lassen sich auf der Auslaßseite der Kühleinrichtung beim Ausdehnen des die Filamente umgebenden Luftstroms Turbulenzen vermeiden, indem die Spinnvorrichtung gemäß Anspruch 14 ausgebildet ist. Damit wird die mitgeführte Luft gleichmäßig über den gesamten Umfang des Filamentbündels abgeführt.

[0025] Um bei der Herstellung des Fadens ein günstiges Strömungsprofil zu erreichen, hat sich herausgestellt, daß der Korifusor im engsten Querschnitt einen Durchmesser von mindestens 10 mm bis maximal 40 mm aufweisen sollte.

[0026] Um zum Aufbau der Luftströmung sowie zur Kühlung der Filamente eine ausreichende Luftmenge in die Spinnlinie und insbesondere in die Mitte des Filamentbündels zur Verfügung zu stellen, ist die Ausbildung der Spinnvorrichtung gemäß Anspruch 17 besonders vorteilhaft. Damit läßt sich unabhängig von der Filamentgeschwindigkeit und unabhängig vom Differenzdruck zwischen dem Kühlschacht und der Umgebung die in den Kühlschacht einströmende Luftmenge beeinflussen. Somit ist es möglich, gezielt auf die Eigenschaften der Filamente Einfluß zu nehmen. Die durch die Wandung des Einlaßzylinders eintretende Luftmenge ist hierbei proportional abhängig von der Gasdurchlässigkeit bzw. der Porosität der Wandung. Bei großer Gasdurchlässigkeit wird dementsprechend eine bei ansonsten konstanten Bedingungen größere Luftmenge pro Zeiteinheit in den Kühlschacht eingeleitet. Im umgekehrten Fall tritt also bei kleiner Gasdurchlässigkeit der Wandung eine in Relation geringere Luftmenge in den Spinnschacht ein. Der Übergang der Gasdurchlässigkeit von einer zu anderen Zone wird vorzugsweise stufenlos ausgeführt, um größere Differenzströme zu vermeiden. Es ist jedoch auch ein gestufter Übergang der Gasdurchlässigkeiten möglich.

[0027] Bei der Herstellung des Fadens ist besonders wichtig, daß jedes Filament in der Spinnlinie bis zum Zusammenfassen gleichmäßig behandelt wird. Durch die Ausbildung der Spinnvorrichtung gemäß Anspruch 18 wird gewährleistet, daß die im Konfusor erzeugte Strömung gleichmäßig an jedem der Filamente wirkt.

[0028] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung nach Anspruch 19 wird der Faden mittels eines Lieferwerks von der Spinndüse abgezogen. Damit können die Abzugsspannung und die Fadenspannung beim Aufwickeln des Fadens unabhängig voneinander eingestellt werden. Desweiteren kann die Abzugsspannung mit hoher Gleichmäßigkeit erzeugt werden.

[0029] Um in einer Spinnanlage mehrere Fäden parallel nebeneinander herstellen zu können, ist die Ausbildung der Spinnvorrichtung nach Anspruch 20 besonders vorteilhaft. Hierbei wird ein Fadenspannungsabbau über die Größe der Umschlingung des Fadens an den Rollen eingestellt.

[0030] Um eine frühzeitige Vororientierung der Filamente zu vermeiden, ist die Ausbildung der erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung gemäß Anspruch 21 besonders von Vorteil. Hierbei ist zwischen der Spinndüse und dem Kühlzylinder eine Heizeinrichtung zur thermischen Behandlung der Filamente vorgesehen. Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Spinnvorrichtung sind geeignet, um hochorientierte textile Fäden aus Polyester, Polyamid oder Polypropylene herzustellen.

[0031] Im folgenden werden unter Hinweis auf die beigefugten Zeichnungen das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Spinnvorrichtung anhand einiger Ausführungsbeispiele näher beschrieben.

[0032] Es stellen dar:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung;

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung;

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel einer Spinndüse;

Fig.4 schematisch einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines Kühlzylinders;

Fig. 5 ein Diagramm mit der Festigkeit eines Fadens in Abhängigkeit von der Abzugsgeschwindigkeit.

[0033] In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung zum Spinnen eines hochorientierten Fadens gezeigt. Hierbei wird ein Faden 12 aus einem thermoplastischen Material gesponnen. Das thermoplastische Material wird hierzu über eine Einfülleinrichtung 43 in einem Extruder 40 aufgeschmolzen. Der Extruder 40 wird über einen Antrieb 41 angetrieben, der zur Steuerung mit einer Steuereinheit 42 verbunden ist. Hierbei kann die Steuerung beispielsweise

druckabhängig erfolgen. Hierzu ist die Steuereinheit 42 mit einem Drucksensor 48 verbunden, der am Ausgang des Extruders 40 angeordnet ist. Die Schmelze gelangt von dem Extruder 40 durch eine Schmelzeleitung 47 zu einer Verteilerpumpe 44. Die Verteilerpumpe wird in ihrer Förderleistung durch einen Antrieb 45 und die Steuerung 46 gesteuert. Von der Verteilerpumpe 44 wird die Schmelze über eine Schmelzeleitung 3 zu einem beheizten Spinnkopf 1 gefördert. An der Unterseite des Spinnkopfes 1 ist eine Spinndüse 2 angebracht. Die Spinndüse 2 weist auf der Unterseite eine Vielzahl von Düsenbohrungen auf. Unter Druck wird nun die Schmelze durch die Düsenbohrungen extrudiert und tritt aus der Spinndüse in Form von feinen Filamentsträngen 5 aus. Die Filamente 5 durchlaufen einen Kühlschacht 6, der durch einen Kühlzylinder 4 gebildet wird. Der Kühlzylinder 4 ist hierzu unmittelbar unterhalb des Spinnkopfes 1 angeordnet und umschließt die Filamente 5. Am freien Ende des Kühlzylinders 4 schließt sich in Fadenlaufrichtung ein Konfusor 9 an. Der Konfusor 9 führt in Fadenlaufrichtung zur Einschnürung des Kühlkanals 6. Im engsten Querschnitt des Konfusors 9 ist ein Diffusor 10 angeordnet. Der Konfusor 9 und der Diffusor 10 sind durch die Naht 8 miteinander verbunden. Der Diffusor 10 führt in Fadenlaufrichtung zu einer Erweiterung des Kühlkanals 6. Am Ende des Diffusors 10 mündet der Diffusor in eine Unterdruckkammer 11. In der Unterdruckkammer 11 ist in Verlängerung des Diffusors 10 ein Siebzylinder 30 angebracht. Der Siebzylinder 30 weist eine luftdurchlässige Wandung auf und durchdringt die Unterdruckkammer 11 bis zu deren Unterseite. An der Unterseite der Unterdruckkammer 11 ist in der Fadenlaufebene eine Auslaßöffnung 13 in der Unterdruckkammer 11 eingebracht. An einer Seite der Unterdruckkammer 11 mündet ein Saugstutzen in die Unterdruckkammer 11. Über den Saugstutzen 14 ist ein am freien Ende des Saugstutzens 14 angeordneter Unterdruckerzeuger 15 mit der Unterdruckkammer 11 verbunden. Der Unterdruckerzeuger 15 kann hierbei beispielsweise eine Unterdruckpumpe oder ein Gebläse sein, welche einen Unterdruck in der Unterdruckkammer 11 und damit im Diffusor 10 erzeugt.

[0034] In der Fadenlaufebene unterhalb der Unterdruckkammer 11 sind eine Präparationseinrichtung 16 und eine Aufspulvorrichtung 20 angeordnet. Die Aufspulvorrichtung 20 besteht aus einem Kopffadenführer 19, der Kopffadenführer 19 zeigt den Beginn des Changierdreiecks an, welches durch die Hin- und Herbewegung eines Changierfadenführers einer Changiereinrichtung 21 entsteht. Unterhalb der Changiereinrichtung 21 ist eine Andrückwalze 22 angeordnet. Die Andrückwalze 22 liegt am Umfang einer zu wickelnden Spule 23 an. Die Spule 23 wird auf einer rotierenden Spulspindel 24 erzeugt. Die Spulspindel 24 wird hierzu über den Spindelmotor 25 angetrieben. Der Antrieb der Spulspindel 25 wird hierbei in Abhängigkeit von der Drehzahl der Andrückwalze 22 derart geregelt, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Spule und damit die Aufwickelgeschwindigkeit während der Aufwicklung im wesentlichen konstant bleibt.

[0035] Bei der in Fig. 1 gezeigten Spinnvorrichtung wird eine Polymerschmelze zum Spinnkopf 1 gefördert und über die Spinndüse 2 in eine Vielzahl von Filamenten 5 extrudiert. Das Filamentbündel wird von der Aufspulvorrichtung 20 abgezogen. Hierbei durchläuft das Filamentbündel mit zunehmender Geschwindigkeit den Kühlschacht 6 innerhalb des Kühlzylinders 4. Anschließend wird das Filamentbündel in den Konfusor 9 eingesogen. Der Konfusor 9 ist über den Diffusor 10 mit dem Unterdruckerzeuger 15 verbunden: Somit wird aufgrund der Unterdruckwirkung die außen am Kühlzylinder 4 anstehende Umgebungsluft in den Kühlschacht 6 hineingesogen. Die in den Kühlschacht 6 eindringende Luftmenge ist hierbei proportional der Gasdurchlässigkeit der Wandung 7 des Kühlzylinders 4. Die einströmende Luft führt zu einer Vorkühlung der Filamente, so daß sich die Randschichten der Filament verfestigen. Die Luftströmung wird aufgrund des engsten Querschnitts in der Naht 8 unter Wirkung des Unterdruckerzeugers 15 derart beschleunigt, daß die der Filamentbewegung entgegenwirkende Luftströmung reduziert oder vermieden wird. Damit wird eine Unterstützung der Filamentbewegung erreicht, so daß beim Verstrecken der Filamente im Erstarrungsbereich nur eine verminderte Abzugsspannung wirksam ist. Die Entlastung der Abzugsspannung ist hierbei davon abhängig, in welchem Maße die bremsende Luftreibung kompensiert ist. Dabei wird angestrebt, die Strömungsgeschwindigkeit möglichst in dem Bereich der Filamentgeschwindigkeit zu beschleunigen.

[0036] Kurz unterhalb der Naht 8 sind die Filamente erstarrt. Im weiteren Verlauf im Diffusor 10 werden die Filamente weiter abgekühlt. Um im Austrittsbereich des Diffusors 10 möglichst wenig Turbulenzen und damit ein möglichst konstantes Strömungsprofil zu erzeugen, wird die Luftströmung über den Diffusor in den Siebzylinder 30 eingeleitet, der innerhalb der Unterdruckkammer 11 angeordnet und mit dem Unterdruckerzeuger 15 verbunden ist. Die Luft wird sodann über den Stutzen 14 aus der Unterdruckkammer 11 abgesogen und abgeführt. Die Filamente 5 treten auf der Unterseite der Unterdruckkammer 13 durch die Auslaßöffnung 13 aus und laufen in die Präparationseinrichtung 16 ein. Durch die Präparationseinrichtung 16 werden die Filamente zu einem Faden 12 zusammengeführt. Zur Erhöhung des Fadenschluß könnte der Faden vor der Aufwicklung durch eine Verwirbelungsdüse verwirbelt werden. In der Aufspulvorrichtung 20 wird der Faden 12 zu der Spule 23 aufgewikkelt.

[0037] In Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Spinnvorrichtung gezeigt. Der grundsätzliche Aufbau der Spinnvorrichtung aus Fig. 2 ist im wesentlichen identisch zu dem Aufbau der Spinnvorrichtung aus Fig. 1. Insoweit wird an dieser Stelle zu der vorhergehenden Beschreibung zu Fig. 1 Bezug genommen, und es werden nur die Unterschiede des Aufbaus der Spinnvorrichtung aus Fig. 2 beschrieben.

[0038] Bei der in Fig. 2 dargestellten Spinnvorrichtung

ist zwischen der Spinndüse 2 und dem Kühlzylinder 4 direkt am Spinnkopf 1 eine Heizeinrichtung 31 angeordnet. Die Heizeinrichtung 31 kann hierbei beispielsweise als Strahlungsheizer oder als zylindrischer Widerstandsheizer ausgebildet sein. Durch die zusätzliche Heizeinrichtung 31 werden die Filamente nach der. Extrusion durch die Düsenbohrungen der Spinndüse 2 thermisch behandelt, so daß eine verzögerte Abkühlung eintritt.

[0039] Desweiteren weist die in Fig. 2 dargestellte Spinnvorrichtung zwischen der Präparationseinrichtung 16 und der Aufspulvorrichtung 20 ein Lieferwerk 17 auf. Das Lieferwerk wird durch zwei angetriebene Rollen 18.1 und 18.2 gebildet. Die angetriebenen Rollen werden vom Faden 12 S-förmig umschlungen. Somit wird der Faden 12 durch das Lieferwerk 17 und die Aufspulvorrichtung 20 von der Spinndüse 2 abgezogen. Die Umfangsgeschwindigkeit der Rollen 18.1 und 18.2 ist dabei größer als die Aufspulgeschwindigkeit. Damit wird ein Spannungsabbau im Faden zwischen dem Lieferwerk 17 und der Aufspulvorrichtung 20 erreicht. Damit läßt sich der Faden mit einer geringeren Fadenspannung aufwickeln. Die Umschlingungswinkel an den Rollen sind in diesem Ausführungsbeispiel fest vorgegeben. Es ist jedoch auch möglich, die Rollen 18.1 und 18.2 verstellbar auszuführen, so daß unterschiedliche Umschlingungswinkel einstellbar sind. Der wesentliche Vorteil des zusätzlichen Lieferwerks der Spinnvorrichtung nach Fig. 2 liegt darin, daß die aufgrund der Changierbewegung auftretenden Fadenspannungsschwankungen sich nur bis zum Lieferwerk fortpflanzen können. Die Abzugsspannung in der Spinnzone bleibt unverändert, was zu einer gleichmäßigen Fadenbildung führt.

[0040] In Fig. 3 ist eine Draufsicht eines Ausführungsbeispiels einer Spinndüse 2 gezeigt, wie sie beispielsweise in der Spinnvorrichtung nach Fig. 1 oder Fig. 2 einsetzbar wäre. Bei diesem Ausführungsbeispiel der Spinndüse 2 sind die Düsenbohrungen 33 in einer Bohrungsreihe 34 ringförmig angeordnet. Die Düsenbohrungen 33 sind in der Bohrungsreihe 34 jeweils mit gleichem Abstand zueinander in der Spinndüse 2 angebracht. Konzentrisch zu der Bohrungsreihe 34 sind weitere Düsenbohrungen in einer zweiten Bohrungsreihe 36 eingebracht. Die Düsenbohrungen 33 der beiden Bohrungsreihen 34 und 36 sind hierbei derart versetzt zueinander angeordnet, daß die Düsenbohrungen der innenliegenden Bohrungsreihe 36 jeweils zwischen zwei benachbarten Düsenbohrungen der außenliegenden Bohrungsreihe 34 angeordnet sind. Durch diese Anordnung der Düsenbohrungen wird eine mittlere Einlaufzone 35 eingeschlossen, die keine Düsenbohrungen aufweist. Durch diese Ausbildung wird erreicht, daß bei Einsatz eines kegelstumpfförmigen Konfusors und eines kegelstumpfförmigen Diffusors ein Strömungsprofil im engsten Querschnitt erzeugt wird, der im wesentlichen gleichmäßig an jedem einzelnen Filament wirkt. Bekanntlich weist das Strömungsprofil eines durchflossenen kreisförmigen Körpers in der Mitte eine maximale Strömungsgeschwindigkeit auf, die zu den Randbereichen hin abfällt. Somit lassen sich durch die ringförmige Anordnung der Düsenbohrungen in der Spinndüse 2 die Filamente vorteilhaft in Zonen führen, in denen eine gleichmäßige vom Konfusor erzeugte Strömungsgeschwindigkeit vorliegt.

[0041] In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel eines Kühlzylinders gezeigt, wie er beispielsweise in der Spinnvorrichtung nach Fig. 1 oder Fig. 2 einsetzbar wäre. Der Kühlzylinder 4 weist eine Wandung 7 auf, die als Lochblech mit zwei unterschiedlichen Lochungen 29 und 26 ausgebildet ist. In einer oberen Zone am Ende des Kühlzylinders, welches zur Spinndüse 2 gewandt ist, ist eine mit kleinem Durchmesser ausgebildete Lochung 29 eingebracht. Die Lochung führt in der oberen Zone zu einem schematisch angegebenen Einströmprofil 28. Das Einströmprofil 28, welches durch Pfeile symbolisiert ist, gibt ein Maß für die in den Kühlschacht 6 eintretende Luftmenge die Lochung 29 ist innerhalb der oberen Zone gleich. Damit erhöht sich die Luftmenge mit zunehmendem Abstand von der Spinndüse aufgrund der Unterdruckwirkung im Konfusor 9 und aufgrund der zunehmenden Filamentgeschwindigkeit.

[0042] In einer unteren Zone, die an dem zum Konfusor 9 gewandten Ende ausgebildet ist, besitzt die Wandung 7 eine Lochung 26 mit größerem Öffnungsquerschnitt. Wie durch das symbolisierte Einströmprofil 27 dargestellt, wird in der unteren Zone eine größere Luftmenge in den Spinnschacht 6 eintreten. Auch hierbei ist die Tendenz erkennbar, daß mit zunehmendem Abstand von der Spinndüse die einströmende Luftmenge zunimmt.

[0043] Das in Fig. 4 gezeigte Einströmprofil über der Wandung des Kühlzylinders ist besonders geeignet, um eine langsame und geringe Vorkühlung der Filamente zu erhalten. Das führt insbesondere zu einem sehr gleichmäßigen Fadenquerschnitt. Damit ist es möglich, die Luftmenge auf die Wärmebehandlung der Filamente abzustimmen. Es kann vorteilhaft die Vorkühlung sowie die Ausbildung des Kühlstroms beeinflußt werden.

[0044] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich HOY-Garne herstellen, die physikalische Eigenschaften aufweisen, die eine direkte Weiterverarbeitung zulassen. Somit werden Eigenschaften erreicht, die ansonsten nur den FDY-Garnen zugeschrieben sind. Typische Dehnungen und Festigkeiten von FDY-Garnen liegen bei ca. 30% und > 4 cN/dtex. Im Vergleich hierzu sind in Tabelle 1 zwei Garne aus Polyester angegeben, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurden. Hierbei wurde die Verfahrensvariante angewandt, wie sie aus der Anordnung der Spinnvorrichtung in Fig. 2 hervorgeht. Die Abzugsgeschwindigkeit war auf 7.500 m/min eingestellt. Zur Unterstützung der Fortbewegung der Filamente wurde im Konfusor eine Luftströmung erzeugt, die eine Geschwindigkeit von ca. 2.500 m/min erreichte. Trotz der hohen Abzugsgeschwindigkeiten wurden Festigkeiten erreicht, die deutlich über 4 cN/dtex lagen. Bei Fadentitern von 55 dtex und 83 dtex lagen die Dehnungen bei 34% und 30%. Beide Garne zeichneten sich insbesondere durch ein sehr gutes Mo-

dulverhältnis aus. Der Kochschrumpf war mit 3% bis 2,8% zufriedenstellend. In Fig. 5 ist ein Diagramm gezeigt, bei welchem die Festigkeit eines Polyesterfadens in Abhängigkeit von der Abzugsgeschwindigkeit aufgetragen ist. Es sind zwei Kurvenverläufe dargestellt, die mit den Kleinbuchstaben a und b gekennzeichnet sind, in beiden Fällen wurde ein Polyesterfaden mit einem Fadentiter von 83 dtex gesponnen. Die Festigkeitskurve mit der Kennzeichnung a gibt hierbei die Festigkeit eines Fadens an, der mit einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren hergestellt wurde. Es ist dabei zu erkennen, daß kurz vor Erreichen der Abzugsgeschwindigkeit von 6.500 m/min die Festigkeit einbricht und mit zunehmender Abzugsgeschwindigkeit abfällt. An dem Abfall der Reißfestigkeit ist die Überlastung des Garns bei diesem Prozeß zu erkennen. Die Filamente des Fadens werden im Streckpunkt überlastet, weil hier ein schon zu hoch kristallisiertes und damit in seiner Struktur eingefrorenes Garn noch zu verstrecken ist. Somit treten bereits ab einer Geschwindigkeit von > 6.500 m/min bei den im Stand der Technik bekannten Verfahren einzelne Filamentbrüche auf.

[0045] Die Festigkeitskurve mit der Kennzeichnung b zeigt dabei den Verlauf der Festigkeit eines Polyesterfadens, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurde. Es ist trotz der hohen Abzugsgeschwindigkeit eine stetige Steigerung der Festigkeit zu erkennen. Die Erfindung ermöglicht es somit, ein hoch orientiertes Garn mit größeren Abzugsgeschwindigkeiten herzustellen. Dabei bleibt die Spinnsicherheit, auch bei Abzugsgeschwindigkeiten von > 7.500 m/min, erhalten. Durch geeignete Maßnahmen können daher auch deutlich höhere Abzugsgeschwindigkeiten zur Herstellung eines hochorientierten Fadens erreicht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines hochorientierten Fadens (HOY) (12) aus einem thermoplastischen Material, bei welchem das thermoplastische Material aufgeschmolzen und zu einer Vielzahl von strangförmigen Filamenten extrudiert wird, bei welchem die Filamente (5) unter Wirkung einer Abzugsspannung abgezogen, beim Erstarren verstreckt und abgekühlt werden, bei welchem die Filamente (5) nach dem Erstarren zu dem Faden (12) zusammengefaßt werden und bei welchem der Faden (12) zur Erzeugung der Abzugsspannung mit einer vorgegebenen Abzugsgeschwindigkeit abgezogen und zu einer Spule (23) aufgewickelt wird, wobei die Abzugsspannung durch eine Abzugsgeschwindigkeit von mindestens 6500 m/min erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Filamente vor der Erstarrung durch einen Konfusor (9) geführt und in ihrer Fortbewegung, derart unterstützt werden, daß vor der Erstarrung keine wesentlichen zusätzlichen Zugspannungen resultierend aus Luftreibungskräften an den Filamenten (5) wirken und daß während der Erstarrung beim Verstrecken eine verminderte Abzugspannung an den Filamenten (5) wirksam ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Filamente (5) nach dem Extrudieren durch ein Kühlmedium geführt werden und daß unmittelbar vor der Erstarrung der Filamente (5) ein die Filamentbewegung unterstützender Kühlmediumstrom erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühlmediumstrom eine Strömungsgeschwindigkeit aufweist, die im wesentlichen gleich groß der Laufgeschwindigkeit der Filamente (5) vor dem Erstarren ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühlmediumstrom eine Strömungsgeschwindigkeit aufweist, die größer als die Laufgeschwindigkeit der Filamente (5) vor dem Erstarren ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Konfusor (9) auf der Auslaßseite seinen engsten Querschnitt aufweist und an einem Diffusor (10) angeschlossen ist, an welchem zur Erzeugung des Kühlmediumstroms ein Unterdruck anliegt.

6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Filamente (5) nach dem Extrudieren und vor dem Erstarren durch einen Kühlschacht (6) geführt werden, der durch eine luftdurchlässige zylindrische Wandung (7) mit der Umgebungsluft verbunden ist.

7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Filamente (5) unmittelbar nach der Extrusion durch eine Heizzone geführt werden, in welcher den Filamenten (5) eine Wärmemenge zugeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abzugsspannung durch eine Aufspulvorrichtung (20) erzeugt wird, wobei die Abzugsgeschwindigkeit durch eine Aufspulgeschwindigkeit bestimmt ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abzugsspannung durch ein im Fadenlauf vor der Aufspulvorrichtung (20) angeordnetes Lieferwerk erzeugt wird, wobei die Abzugsgeschwindigkeit des Lieferwerkes (17) größer ist als die Aufspulgeschwindigkeit der Aufspulvorrichtung (20).

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß das Lieferwerk (17) durch zwei angetriebene Rollen (18;18.1;18.2) gebildet wird, die vom Faden S-förmig oder Z-förmig umschlungen sind.

11. Spinnvorrichtung zum Schmelzspinnen eines hochorientierten Fadens (HOY) aus einer thermoplastischen Schmelze, mit einer Spinndüse (2), welche auf der Unterseite eine Vielzahl von Düsenbohrungen zum Extrudieren einer Vielzahl von Filamenten (5) aufweist, mit einer Kühleinrichtung, mit einer Präparationseinrichtung (16) zum Zusammenfassen der Filamente zu den Faden, und mit einer Aufspulvorrichtung (20), **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühleinrichtung einen von den Filamenten durchlaufenen Konfusor (9) und einen auf der Auslaßseite des Konfusors angeordneten Diffusor aufweist und daß der Konfusor und der Diffusor (10) jeweils einen sich in Fadenlaufrichtung ändernden Strömungsquerschnitt aufweisen, so daß in der Verbindungsnaht (8) zwischen dem Konfusor (9) und dem Diffusor (10) ein engster Strömungsquerschnitt vorliegt, so daß vor der Erstarrung keine wesentlichen zusätslichen Zugspannungen resultierend aus Luftreibungskräften an den Filamenten (5) wirken.

12. Spinnvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Konfuser (9) und der Spinndüse (2) ein Kühlzylinder (4) mit einer die Filamente (5) einschließenden luftdurchlässigen Wandung (7) angeordnet ist.

13. Spinnvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor (10) an einem Unterdruckerzeuger (15) angeschlossen ist.

14. Spinnvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor (10) auf der Auslaßseite mit einem luftdurchlässigen Siebzylinder (30) verbunden ist, welcher innerhalb einer Unterdruckkammer (11) die Filamente (5) umschließt und welche die Verbindung zwischen dem an der Unterdruckkammer (11) angeschlossenen Unterdruckerzeuger (15) und dem Diffusor (10) herstellt.

15. Spinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Konfusor (9) im engsten Querschnitt einen Durchmesser von mindestens 10 mm bis maximal 40 mm aufweist.

16. Spinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Konfusor (9) und der Diffusor (10) jeweils kegelstumpfförmig ausgebildet sind, wobei der Kegelwinkel des Konfusors (9) größer ist als der Kegelwinkel des Diffusors (10).

17. Spinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühlzylinder (4) in Fadenlaufrichtung in mehrere Zonen mit jeweils unterschiedlicher Gasdurchlässigkeit der Wandung (7) unterteilt ist.

18. Spinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Düsenbohrungen (33) der Spinndüse in einer oder mehreren ringförmigen Bohrungsreihen (34, 36) angeordnet sind, wobei die Bohrungen (33) einer Bohrungsreihe zueinander einen gleichen Abstand aufweisen.

19. Spinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Lieferwerk (17) im Fadenlauf zwischen dem Diffusor (10) und der Aufspulvorrichtung (20) angeordnet ist.

20. Spinnvorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lieferwerk (17) zwei Rollen (18.1, 18.2) aufweist, daß zumindest eine der Rollen (18.1, 18.2) antreibbar ist und daß die Rollen (18.1, 18.2) im Fadenlauf derart zueinander angeordnet sind, daß sie vom Faden teilumschlungen werden.

21. Spinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Heizeinrichtung (31) zur thermischen Behandlung der Filamente (5) zwischen der Spinndüse (2) und dem Kühlzylinder (4) angeordnet ist.

Claims

1. A method for producing a highly oriented yarn (HOY) (12) from a thermoplastic material, wherein the thermoplastic material is melted and extruded to a plurality of strandlike filaments, wherein the filaments (5) are withdrawn under a withdrawal tension, drawn while being solidified , and cooled, wherein after their solidification the filaments (5) are combined to a yarn (12), and wherein for generating a withdrawal tension, the yarn (12) is withdrawn at a predetermined withdrawal speed and wound to a package (23), the withdrawal tension being generated by a withdrawal speed of at least about 6500 m/min, **characterized in that** the filaments before their solidification are guided through a constrictor (9) and assisted in their advance such that before their solidification no substantial additional tensile stress resulting from air friction forces act on the filaments (5) and that during solidification and drawing a reduced withdrawal tension is effective on the filaments (5).

2. Method of Claim 1, **characterized in that** after the extrusion the filaments (5) advance through a cooling medium, and that directly before the solidification of the filaments (5) a cooling medium stream is generated that assists the movements of the filaments.

3. Method of Claim 2, **characterized in that** the cooling medium stream has a flow velocity that is substantially the same as the advancing speed of the filaments (5) before their solidification.

4. Method of Claim 2, **characterized in that** the cooling medium stream has a flow velocity that is greater than the advancing speed of the filaments (5) before their solidification.

5. Method according to one of Claims 2 to 4, **characterized in that** the constrictor (9) has its most narrow cross section at an outlet end thereof and is connected with the outlet end to a diffuser (10) to which a vacuum is applied for generating the cooling medium stream.

6. Method according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the filaments (5) after their extrusion and before their solidification advance through a cooling shaft (6) that connects to the ambient air through an air permeable cylindrical wall (7).

7. Method according to one of the preceding Claims, **characterized in that** directly after their extrusion, the filaments advance through a heating zone, in which an amount of heat is supplied to the filaments (5).

8. Method according to one of the preceding Claims, **characterized in that** the withdrawal tension is generated by a takeup device (20) with the withdrawal speed being predetermined by a winding speed.

9. Method as defined in one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the withdrawal tension is generated by a feed system arranged in the yarn path upstream of the takeup device (20), whereby the withdrawal speed of the feed system (17) is greater than the winding speed of the takeup device (20).

10. Method of Claim 9, **characterized in that** the feed system (17) comprises two rolls (18; 18.1, 18.2) that are looped by the advancing yarn in S-shape or Z-shape.

11. Spinning apparatus for melt spinning a highly oriented yarn (HOY) from a thermoplastic melt, with a spinneret (2) that comprises on its underside a plurality of nozzle bores for extruding a plurality of filaments (5), with a cooling device, with a lubrication device (16) for combining the filaments to a yarn, and with a takeup device (20), **characterized in that** the cooling device comprises a constrictor (9), through which the filaments advance, and a diffuser arranged at the outlet end of the constrictor, and that the constrictor and the diffuser (10) have each a flow cross section that varies in direction of the advancing yarn, so that a narrowest cross section is present in a connecting seam (8) between the constrictor (9) and the diffuser (10), such that before their solidification no substantial additional tensile stress resulting from air friction forces act on the filaments (5).

12. Spinning apparatus of claim 11, **characterized in that** between constrictor (9) and spinneret (2), a cooling cylinder (4) extends with an air-permeable wall (7) enclosing the filaments (5).

13. Spinning apparatus of claim 11 or 12, **characterized in that** the diffuser (10) connects to a vacuum generator (15).

14. Spinning apparatus of claim 14, **characterized in that** the diffuser (10) connects at its outlet end to an air-permeable screen cylinder (30), which surrounds the filaments (5) within a vacuum chamber (11), and which provides a connection between the vacuum generator (15) connecting to vacuum chamber (11) and the diffuser (10).

15. Spinning apparatus of one of claims 11 to 14, **characterized in that** the constrictor (9) has in its narrowest cross section a diameter from at least 10 mm to at most 40 mm.

16. Spinning apparatus of one of claims 11 to 15, **characterized in that** the constrictor (9) and the diffuser (10) are each made frustoconical, the angle of cone of the constrictor (9) being greater than the angle of cone of the diffuser (10).

17. Spinning apparatus of one of claims 12 to 16, **characterized in that** the cooling cylinder (4) is subdivided in the direction of the advancing yarn into several zones, each Zone having a different gas permeability of wall (7).

18. Spinning apparatus of one of claims 11 to 17, **characterized in that** the nozzle bores (33) of the spinneret are arranged in one or more annular lines of bores (34, 36), the bores (33) of one line of bores being equally spaced from one another.

19. Spinning apparatus of one of claims 11 to 18, **characterized in that** a feed system (17) is arranged in the yarn path between the diffuser (10) and the takeup device (20).

20. Spinning apparatus of claim 19, **characterized in that** the feed System (17) comprises two rolls (18.1, 18.2), that at least one of the rolls (18.1, 18.2) can be driven, and that the rolls (18.1, 18.2) are arranged relative to each other in the yarn path such that they are partially looped by the yarn.

21. Spinning apparatus of one of claims 11 to 20, **characterized in that** a heating device (31) for thermally treating the filaments (5) is arranged between the spinneret (2) and the cooling cylinder (4).

Revendications

1. Procédé destiné à la fabrication d'un fil hautement orienté (HOY) (12) à partir d'un matériau thermoplastique, dans lequel le matériau thermoplastique est fondu et extrudé en une multiplicité de filaments en forme d'écheveaux, dans lequel les filaments (5) sont retirés sous l'effet d'une tension de retrait, sont étirés durant la solidification et refroidis, dans lequel après la solidification les filaments (5) sont réunis en un fil (12) et dans lequel pour générer la tension de retrait le fil (12) et retiré à une vitesse de retrait prédéterminée et enroulé en une bobine (23), dans quel cas la tension de retrait est générée par une vitesse de retrait d'au moins 6500 m/min, **caractérisé en ce qu'**avant la solidification les filaments sont guidés à travers un goulot (9) ("Konfusor") et sont soutenus de manière telle dans leur mouvement qu'avant la solidification des tensions de traction sensibles supplémentaires, résultant des forces de frottement de l'air n'agissent pas sur les filaments (5) et **en ce que** durant la solidification pendant l'étirage une tension de retrait diminuée agit sur les filaments (5).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**après l'extrusion les filaments (5) sont guidés à travers un milieu de refroidissement et **en ce qu'**un flux de milieu de refroidissement soutenant le mouvement des filaments est généré directement avant la solidification des filaments (5).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le flux de milieu de refroidissement a une vitesse d'écoulement qui est sensiblement identique à la vitesse de circulation des filaments (5) avant la solidification.

4. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le flux de milieu de refroidissement a une vitesse d'écoulement qui est plus élevée que la vitesse de circulation des filaments (5) avant la solidification.

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le goulot (9) a sa section transversale la plus étroite sur le coté sortie et est raccordé à un diffuseur (10), lequel est soumis à une dépression pour générer le flux du milieu de refroidissement.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**après l'extrusion et avant la solidification les filaments (5) sont guidés à travers une gaine de refroidissement (6) qui est reliée à l'air ambiant par une paroi cylindrique (7) perméable à l'air.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** directement après l'extrusion les filaments (5) sont guidés à travers une zone de chauffage, dans laquelle les filaments (5) sont alimentés en une quantité de chaleur.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tension de retrait est générée par un dispositif d'embobinage (20), la vitesse de retrait étant déterminée par une vitesse d'embobinage.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la tension de retrait est générée par un dispositif d'alimentation agencé dans le trajet du fil en amont du dispositif d'embobinage (20), la vitesse de retrait du dispositif d'alimentation (17) étant plus élevée que la vitesse d'embobinage du dispositif d'embobinage (20).

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif d'alimentation (17) est formé par deux galets (18 ; 18.1 ; 18.2) entrainés qui sont enlacés en forme de S ou en forme de Z par le fil.

11. Dispositif de filage pour le filage à l'état fondu d'un fil hautement orienté (HOY) à partir d'un matériau thermoplastique à l'état fondu, avec une filière (2) qui sur la face inférieure a une multiplicité de trous de buse pour extruder une multiplicité de filaments (5), avec un dispositif de refroidissement, avec un dispositif d'ensimage (16) pour réunir les filaments en un fil et avec un dispositif d'embobinage (20), **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement a un goulot (9) parcouru par les filaments et un diffuseur agencé sur le coté sortie du goulot et **en ce que** le goulot et le diffuseur (10) ont respectivement une section transversale d'écoulement qui change en direction de trajet du fil, de sorte qu'une section transversale d'écoulement la plus étroite se trouve dans le joint de raccordement (8) entre le goulot (9) et le diffuseur (10), de sorte qu' avant la solidification des tensions de traction sensibles supplémentaires, résultant des forces de frottement de l'air, n'agissent pas sur les filaments (5).

12. Dispositif de filage selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**un cylindre de refroidissement (4) comprenant une paroi (7) perméable à l'air et enfermant les filaments (5) est agencé entre le goulot (9) et la filière (2).

13. Dispositif de filage selon la revendication 11 ou 12,

caractérisé en ce que le diffuseur (10) est raccordé à un générateur de dépression (15).

14. Dispositif de filage selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** sur le coté sortie le diffuseur (10) est raccordé à un tamis cylindrique (30) perméable à l'air qui à l'intérieur d'une chambre de dépression (11) enclave les filaments (5) et qui établit la connexion entre le générateur de dépression (15), raccordé à la chambre de dépression (11), et le diffuseur (10).

15. Dispositif de filage selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** dans la section transversale la plus étroite le goulot (9) a un diamètre d'au moins 10 mm à maximalement 40 mm.

16. Dispositif de filage selon l'une des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** le goulot (9) et le diffuseur (10) sont réalisés respectivement en forme de tronc de cône, l'angle de cône du goulot (9) étant plus grand que l'angle de cône du diffuseur (10).

17. Dispositif de filage selon l'une des revendications 12 à 16, **caractérisé en ce qu'**en direction de trajet du fil le cylindre de refroidissement (4) est subdivisé en une pluralité de zones ayant respectivement une perméabilité à l'air de la paroi (7) différente.

18. Dispositif de filage selon l'une des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce que** les trous de buse (33) de la filière sont agencés dans une ou dans une pluralité de rangées de perçages (34, 36), les perçages (33) d'une rangée de perçages ayant une distance égale les uns par rapport aux autres.

19. Dispositif de filage selon l'une des revendications 11 à 18, **caractérisé en ce qu'**un dispositif d'alimentation (17) est agencé dans le trajet du fil entre le diffuseur (10) et le dispositif d'embobinage (20).

20. Dispositif de filage selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le dispositif d'alimentation (17) a deux galets (18.1, 18.2), **en ce qu'**au moins un des galets (18.1, 18.2) est entraînable et **en ce que** les galets (18.1, 18.2) sont agencés l'un par rapport à l'autre de manière telle dans le trajet du fil qu'ils sont enlacés partiellement par le fil.

21. Dispositif de filage selon l'une des revendications 11 à 20, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de chauffage (31) pour le traitement thermique des filaments (5) est agencé entre la filière (2) et le cylindre de refroidissement (4).

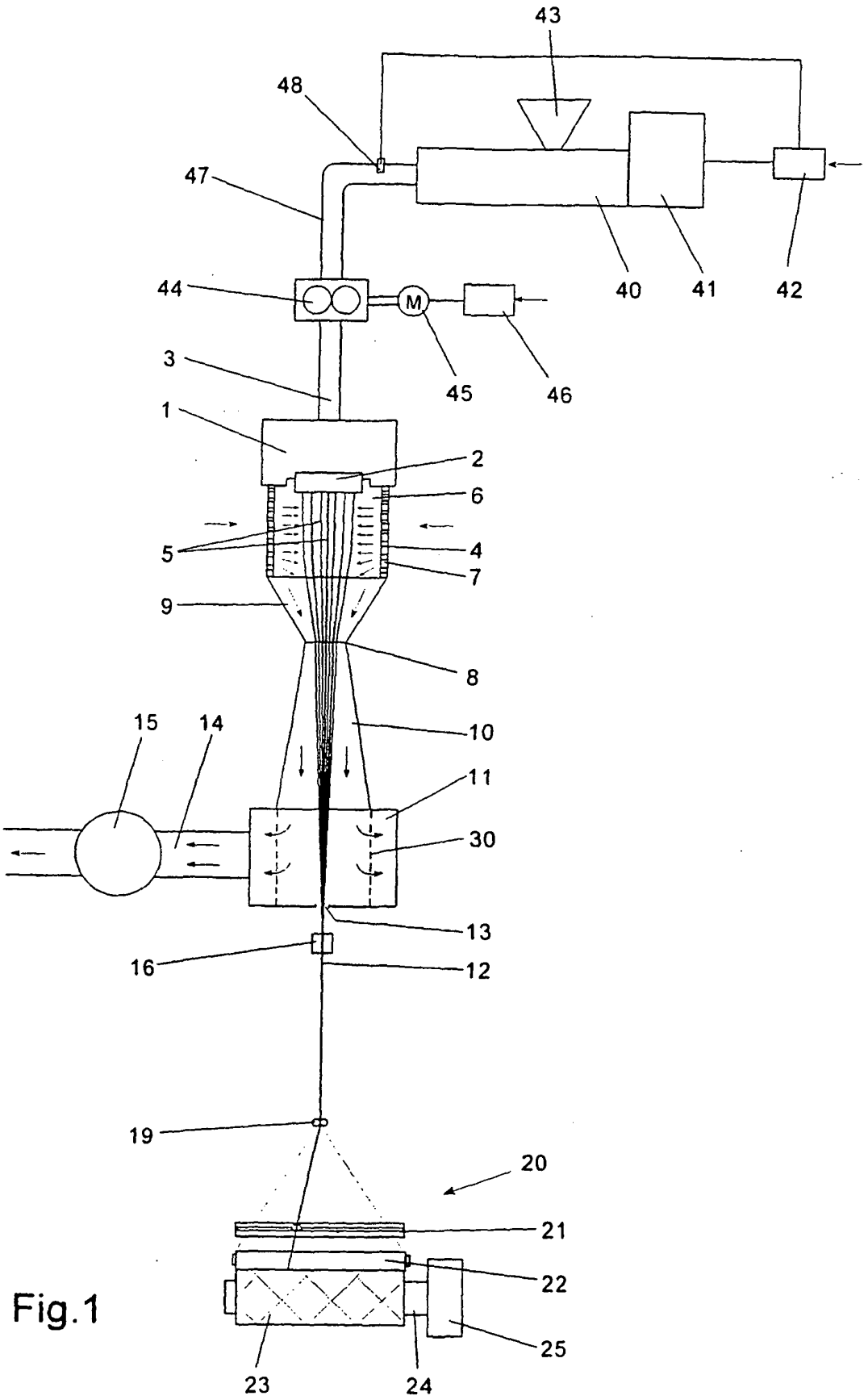

43
48
47
40
41
42
44
M
45
46
3
1
2
6
5
4
7
9
8
15
14
10
11
30
13
16
12
19
20
21
22
25
23
24

Fig.1

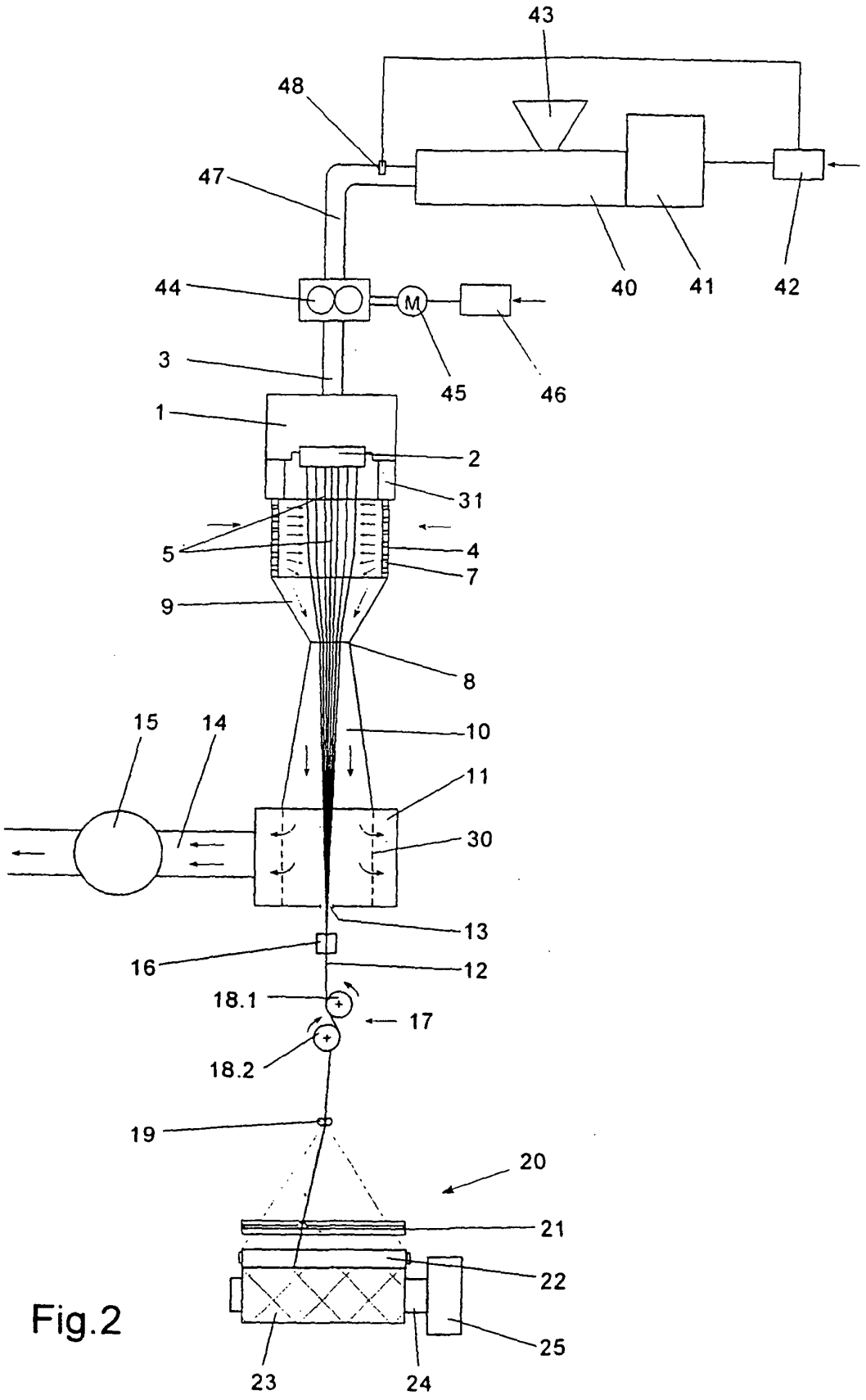

43
48
47
40
41
42
44
M
45
46
3
1
2
31
5
4
7
9
8
15
14
10
11
30
13
16
12
18.1
17
18.2
19
20
21
22
25
23
24

Fig.2

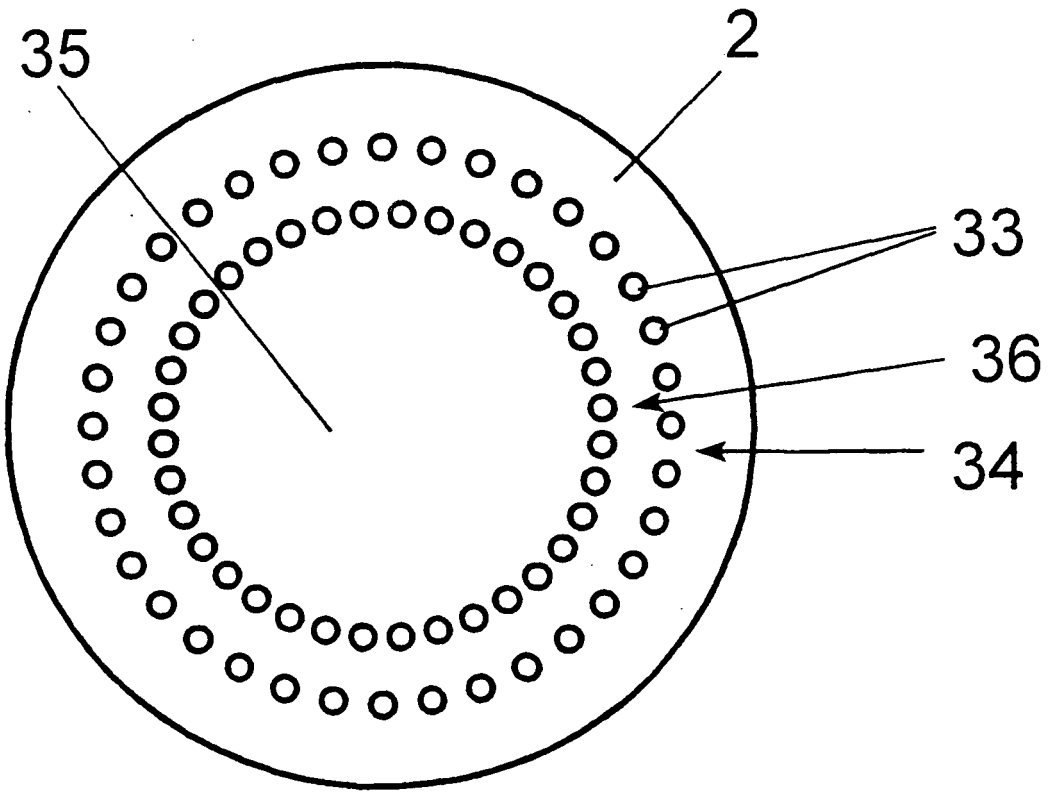


Fig.3

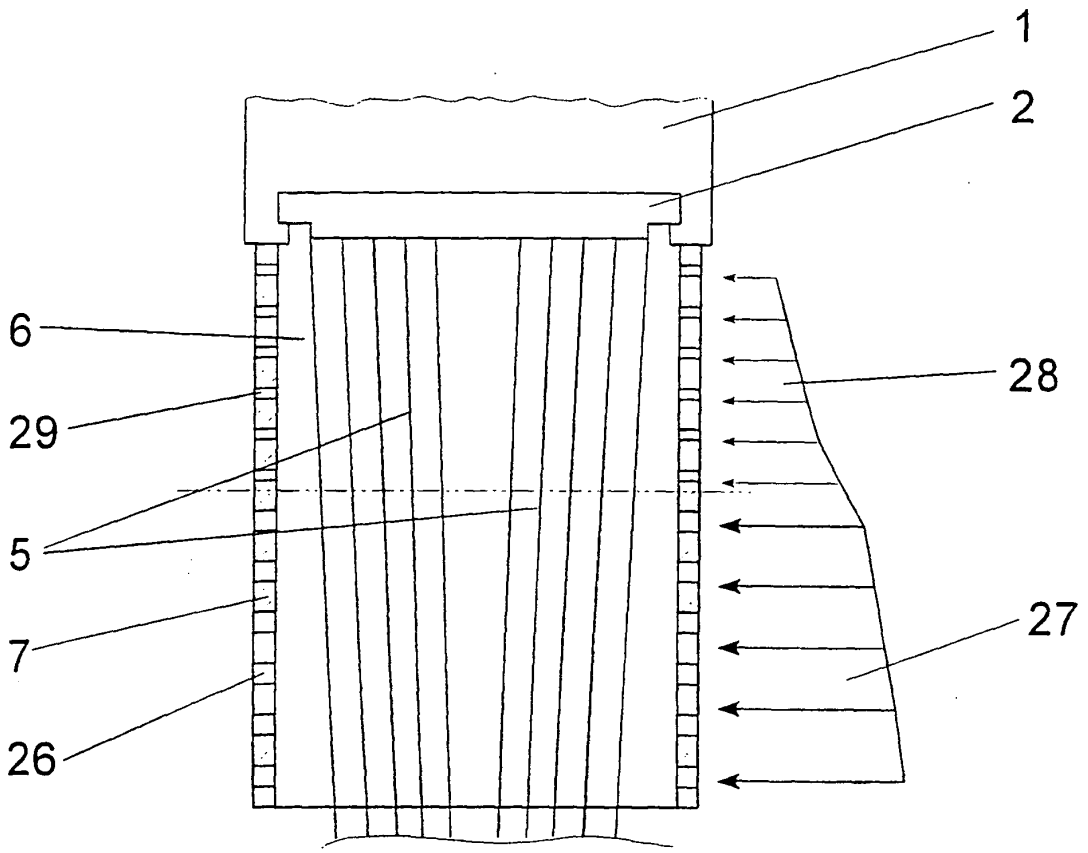


Fig.4

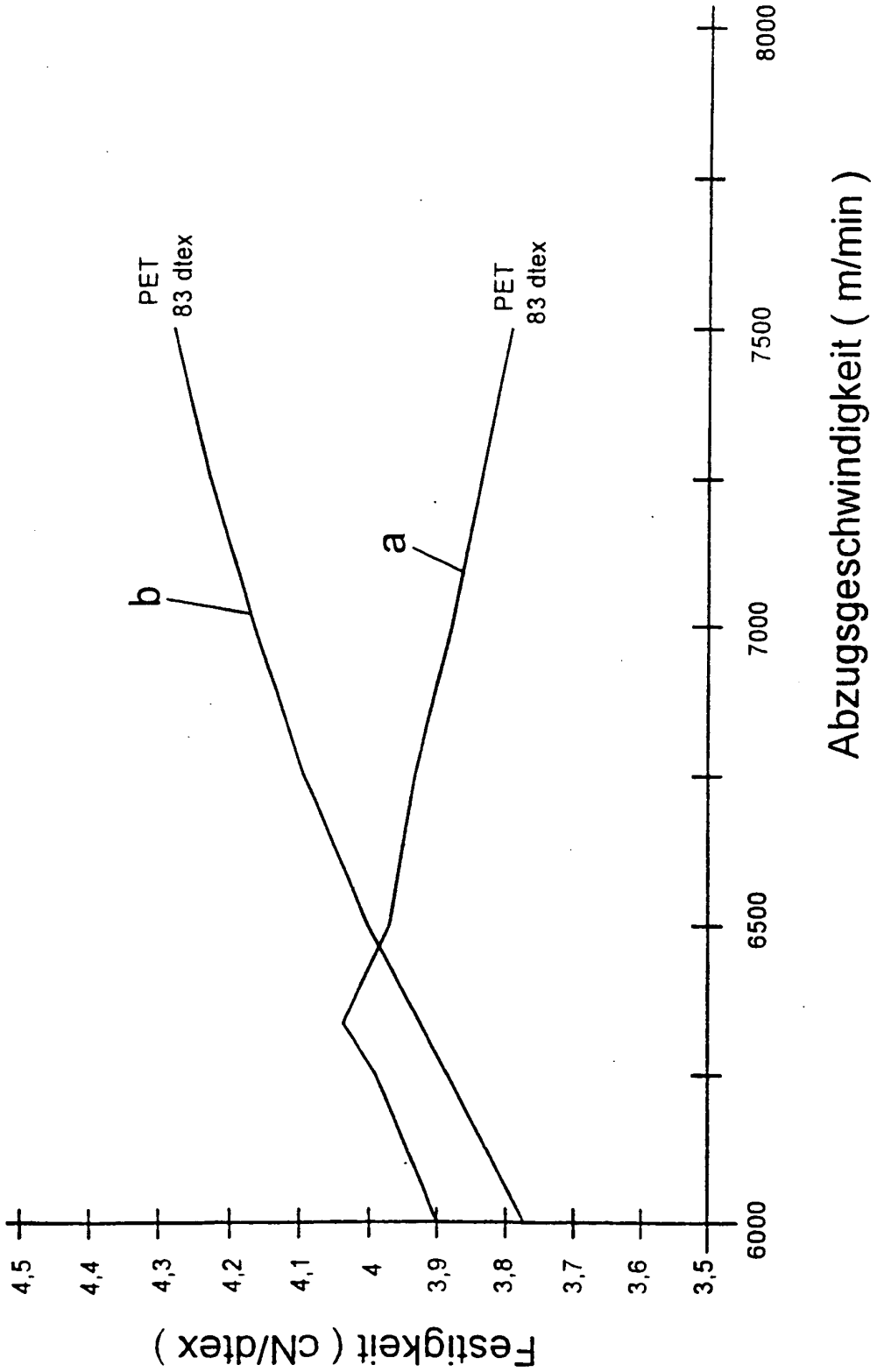

Festigkeit (cN/dtex)
4,5
4,4
4,3
4,2
4,1
4
3,9
3,8
3,7
3,6
3,5
6000
6500
7000
7500
8000
Abzugsgeschwindigkeit (m/min)
PET
83 dtex
b
PET
83 dtex
a

Fig.5

Polymer	**PET**	**PET**
Titer (dtex)	55	83
Anzahl der Filamente	24	36
Abzug-Geschwindigkeit (m/min)	7500	7500
Luftgeschwindigkeit (m/min) Ausgang Konfusor	2500	2500
Dehnung (%)	34	30
Festigkeit (cN/dtex)	4,15	4,2
Uster (%)	1,4	0,87
Kochschrumpf (%)	3	2,8

Tab.1