

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **281 821 A5**

5(51) D 01 D 5/08

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP D 01 D / 322 796 8	(22)	08.12.88	(44)	22.08.90
(71)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD				
(72)	Beyreuther, Roland, Prof. Dr. sc. techn.; Brünig, Harald, Dr. rer. nat.; Schöne, Andreas, Dr. rer. nat.; Kuprat, Dieter, Dr.; Nagler, Lothar, Dipl.-Ing., DD				
(73)	siehe (71)				
(54)	Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Fadens großer Elementarfadenzahl bei Kord- oder Stapelfaserspinnprozessen				

(55) Fäden großer Elementarfadenzahl; Schmelzspinnverfahren; Polyethylenterephthalat; Polycaproamid; Nachheizzone; Querluftanblasung; Reißdehnung; Reißdehnungsunterschied

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Fäden großer Elementarfadenzahl, bei dem eine entscheidende Erhöhung der Orientierungsgleichmäßigkeit der einzelnen Elementarfäden untereinander dadurch erreicht wird, daß die aus der Spindüse austretenden Elementarfäden über eine Nachheizzone geführt und unmittelbar danach von einem Querluftstrom mit deutlich erhöhter Strömungsgeschwindigkeit angeblasen werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines Fadens großer Elementarfadenzahl bei Kord- oder Stapelfaserspinnprozessen aus schmelzspinnfähigen synthetischen Polymeren, insbesondere Polyethylenterephthalat oder Polycaproamid mit hoher Orientierungsgleichmäßigkeit der einzelnen Elementarfäden untereinander, bei dem im Verlauf der Fadenbildung die Elementarfäden von einer mit mehreren Düsenlochreihen besetzten Spinndüse abgezogen, über eine gewisse Strecke nachgeheizt und durch einen oder zwei Querluftströme unterschiedlicher Geschwindigkeit abgekühlt und verfestigt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus der Spinndüse austretenden Elementarfäden über eine in der Länge stark reduzierte und eine Temperatur bis nahe oder gleich der Schmelztemperatur bei Düsenaustritt aufweisende Nachheizzone geführt und unmittelbar danach von einem Querluftanblasstrom mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,6 bis 2,5 m/s, gemessen an den der Blasluft zugewandten Elementarfäden, angeblasen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elementarfäden zwischen Nachheizzone und Querluftblasstrom zusätzlich mit erhöhter Anblasgeschwindigkeit von 1 m/s bis 3 m/s angeblasen werden.
3. Vorrichtung zur Herstellung eines Fadens großer Elementarfadenzahl beim Kordspinnprozeß, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der Spinndüse (1) folgende Nachheizzone (3) eine Länge von 0,15 bis 0,25 m, vorzugsweise 0,18 bis 0,22 m, und eine Temperatur von 20°C unterhalb bis zur Temperatur der Polymerschmelze am Ausgang der Spinndüse (1) sowie eine Querluftanblasung (4) mit einer Geschwindigkeit von 0,6 bis 2,5 m/s, vorzugsweise 0,8 bis 1,2 m/s, gemessen an den der Blasluft zugewandten Elementarfäden, aufweist.
4. Vorrichtung zur Herstellung eines Fadens großer Elementarfadenzahl beim Stapelfaserspinnprozeß nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der Spinndüse (1) folgende Nachheizzone (3) eine Länge von 0,04 bis 0,10 m, vorzugsweise 0,05 bis 0,06 m, und eine Temperatur von 20°C unterhalb bis zur Temperatur der Polymerschmelze am Ausgang der Spinndüse (1) sowie eine Querluftanblasung (4) mit einer Geschwindigkeit von 1,2 bis 2,5 m/s, vorzugsweise 1,8 bis 2,2 m/s, gemessen an den der Blasluft zugewandten Elementarfäden, aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Nachheizzone (3) und Querluftanblasung (4) eine zusätzliche Querluftanblasung (8) mit einer Geschwindigkeit von > 1 m/s, vorzugsweise 1,2 bis 1,8 m/s, gemessen an den der Blasluft zugewandten Elementarfäden, angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Nachheizzone (3) und Querluftanblasung (4) eine zusätzliche Querluftanblasung (8) mit einer Geschwindigkeit von > 2 m/s, vorzugsweise 2,5 bis 3 m/s, gemessen an den der Blasluft zugewandten Elementarfäden, angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Nachheizzone (3) und Querluftanblasung (4) eine anblasfreie Zone (7) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Fäden großer Elementarfadenzahl aus schmelzspinnfähigen synthetischen Polymeren, beispielsweise aus Polyethylenterephthalat oder Polycaproamid, die im Verlauf des Fadenbildungsprozesses von einer mit mehreren Düsenlochreihen besetzten runden oder rechteckförmigen Spinndüse abgezogen werden, wobei die Fäden nach Austritt aus der Spinndüse zunächst über eine gewisse Strecke intensiv nachgeheizt und dann entlang des Spinnweges durch einen Querluftstrom abgekühlt und verfestigt werden.

Die Erfindung findet speziell Anwendung bei Kord- und Stapelfaserspinnprozessen mit Elementarfadenzahlen im Bereich von 100 bis weit über 1000.

Durch entscheidende Erhöhung der Orientierungsgleichmäßigkeit der einzelnen Elementarfäden untereinander wird dem nachfolgenden Reckprozeß, ausgeführt in einem kontinuierlichen Arbeitsgang nach dem Spinn-Reck-Windeverfahren oder in einem von der Spinnanlage getrennten nachfolgenden Prozeß, ein hochkapillarer Spinnfaden vorgelegt, der mit optimal hohem Reckverhältnis ohne die Gefahr erhöhter Elementarfadenbrüche gereckt werden kann. Ein solcher Faden zeichnet sich nach dem Recken durch eine vergleichsweise höhere Festigkeit und geringere Bruchdehnung bei hoher Orientierungsgleichmäßigkeit der Elementarfäden untereinander auch nach dem Recken aus und kann in vielfältiger Weise – nach Durchlaufen weiterer Verarbeitungsprozesse – für die Herstellung von technischen, Heim- und/oder Bekleidungsartikeln mit hohem Gebrauchswert Verwendung finden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Für die Herstellung von Fäden großer Elementarfadenzahl aus schmelzspinnfähigen synthetischen Polymeren – vorzugsweise kommen Polyethylenterephthalat und Polycapramid hierfür zum Einsatz –, die entweder als technische Seiden (Kordfäden) oder – nach entsprechender Weiterverarbeitung – als Stapelfasern vielfache Verwendung im technischen, Heim- und/oder Bekleidungstextilien –, aber auch im Gummierzeugnisbereich finden, werden Rund- oder (vorzugsweise) Rechteckspinn Düsen verwendet. Die in einer Düsenplatte entsprechend der Elementarfadenzahl im Spinnfaden unterzubringende große Anzahl von Einzelbohrungen ist entweder in konzentrischen Kreisen (Runddüse) oder zeilenförmig in mehreren parallelen Reihen (Rechteckdüse) realisiert. Die aus den Spinn Düsen austretenden Schmelzströme werden nicht unmittelbar mit der die Abkühlung forcierenden Querluftanblasung beaufschlagt, sondern passieren zunächst eine mehr oder weniger lange, direkt an die Düse anschließende metallummantelte Zone, die einerseits störende Umgebungsluft im ersten Abschnitt der Fadenbildung von den noch labilen niedrigviskosen Schmelzeströmen abhalten und die andererseits eine stochastisch gestörte, ggf. auch örtlich wechselnde unterschiedliche Abkühlung der beheizten Spinn Düsen weitgehend ausschließen soll.

Da der die Abkühlung der Fäden stark beeinflussende Queranblasungsluftstrom bei Spinnfäden hoher Elementarfadenzahl, wie sie beim Kordspinnprozeß und – in verstärktem Maße – beim Stapelfaserspinnprozeß realisiert werden, nicht für alle Elementarfäden gleich intensiv wirksam ist (der Anblasseite zugewandte Elementarfäden kühlen zeitlich anders ab als in der Mitte des Fadenbündels befindliche oder der Anblasseite abgewandte Elementarfäden), liegt der Verfestigungspunkt der einzelnen Elementarfäden in unterschiedlicher Entfernung von der Spinn Düse. Dies bewirkt eine unterschiedliche mechanische Zugspannung, denen die Fäden im Verfestigungspunkt ausgesetzt sind, was wiederum zu einer unterschiedlichen Höhe der erreichten Spinnorientierung in den einzelnen Elementarfäden führt. Da beim nachfolgenden Reckvorgang alle Elementarfäden zur Erzielung der vollen, möglichst hohen Orientierung des Makromolekülverbandes nur dem gleichen Reckverhältnis ausgesetzt werden können, kann dies nur so hoch gewählt werden, wie es die beim Spinnprozeß am weitesten vororientierten Elementarfäden zulassen. Eine hohe Streuung der Orientierung der einzelnen Elementarfäden im Spinnprozeß führt damit automatisch dazu, daß sich diese ebenso in den gereckten Faden – allerdings bei insgesamt erhöhtem Orientierungsniveau – überträgt. Ein solcher Faden besitzt eine verminderte Festigkeit, weil beim Fadenbruch, der infolge hoher mechanischer Beanspruchung eintritt, die am höchsten orientierten nicht oder nur ungenügend zur Festigkeit beitragen können.

Um die Steuerung der Orientierung der Elementarfäden beim Spinnprozeß hochkapillarer Fadenverbände zu minimieren, sind eine Reihe technischer und/oder technologischer Mittel und Maßnahmen bekannt oder in Gebrauch.

Um den bei einer einseitigen Queranblasung generell auftretenden Nachteil einer asymmetrischen Abkühlung des Fadenbündels zu umgehen, werden symmetrische Anblassertechnik, die den Kühlluftstrom durch das Fadenbündel von außen nach innen bzw. von innen nach außen blasen, angewendet. Diese Systeme sind sowohl für Rund- als auch für Rechteckdüsen bekannt. Eine kritische Bewertung der erzielbaren Effekte zeigt, daß nur symmetrische Anblassertechnik, die die Anblasluft von innen nach außen durch die Elementarfäden führen, eine streuungsverringemde Wirkung erzielen können. Als entscheidender Nachteil sind bei diesen Systemen aber die erschwerte Bedienbarkeit der Spinnanlage beim Fadenanlegen sowie bei der Abfallbeseitigung im Spinn- und Blasschacht nach einem Fadenbruch anzuführen.

Um die Orientierungsstreuung der Elementarfäden bei dem meist angewandten Anblassertechnik „einseitige Queranblasung“ zu minimieren, wurde vorgeschlagen, die einzelnen Bohrungsreihen einer Spinn Düse je nach ihrer Lage zum Querluftstrom (blasluftzugewandt oder mehr oder weniger blasluftabgewandt) mit Bohrungen unterschiedlicher Durchmesser zu versehen – blasluftzugewandte Seite größte Durchmesser, blasluftabgewandte Seite kleinste Durchmesser – (DE-PS 333 1543). Die damit systematisch erzeugten unterschiedlichen Elementarfadendurchsätze ergeben Fäden unterschiedlicher Elementarfadenfeinheiten aus der gleichen Düse, die unterschiedlich schnell abkühlen. Auf diese Weise soll der negative Effekt der normalerweise langsameren Abkühlung, langsameren Verfestigung und damit höheren Spinnorientierung der blasluftabgewandten Fäden durch die Absenkung ihrer Feinheit (und damit wieder Beschleunigung der Abkühlung trotz höherer Umgebungslufttemperatur durch die bereits von den davorliegenden Fäden erwärmten und in der Strömungsrichtung in Abzugsrichtung abgelenkten Querluft) kompensiert werden.

Es ist sicher schwierig, unter Zugrundelegung eines bestimmten Geschwindigkeitsprofils der Anblasluft und der Spinn geschwindigkeit selbst die dazu passende optimale Korrektur der Düsenbohrungsdurchmesser festzulegen (eine solche Spezialdüse ist theoretisch nur für einen technologischen Arbeitspunkt an einer geometrisch genau vorgegebenen Spinnanlage optimal auslegbar). Als Hauptmangel dieses Vorschlages ist aber das bewußte induzierte Erspinnen von Elementarfäden unterschiedlichster Feinheit in einem polyfilen hochkapillaren Spinnfaden zu nennen. Dieser Effekt steht im Widerspruch zu allen technischen Bemühungen beim Chemiefaserspinnprozeß, die normalerweise darauf gerichtet sind, eine hohe Feinheitsgleichmäßigkeit der Elementarfäden untereinander zu garantieren, um Weiterverarbeitungsprobleme (z. B. beim Färben) zu vermeiden.

Es sind weiterhin Vorschläge bekannt, die das Problem durch eine variierte Anordnung der Reihen- und/oder Lochabstände der Düsenbohrungen in der Düsenplatte zu lösen versuchen (US-PS 4248581), wobei blasluftzugewandt eine dichtere Lochanordnung vorzusehen ist als blasluftabgewandt.

Die Mängel dieser Lösung sind bezüglich einer genauen Anpassung an eine vorgegebene Spinnanlage die gleichen wie die bei (der Zitierung) der Patentschrift DE-PS 333 1543 beschrieben. Außerdem kommt hinzu, daß eine variierte Reihen- und Düsenbohrungsanordnung immer mit einer verringerten Durchsatzleistung pro Flächeneinheit der Spinn Düsenplatte verbunden ist und damit dem allgemeinen Bedürfnis nach einer raumbezogenen Leistungssteigerung entgegensteht.

Es ist auch bekannt, die Ungleichmäßigkeiten der Elementarfäden hochkapillarer schmelzgesponnener Fäden durch die Gestaltung des Raumes zwischen Düsenplatte und Anblasbeginn allein zu minimieren. Als Beispiel hierfür können die Patentschriften JP-PS 62-133104 und 62-133105 genannt werden, in denen vorgeschlagen wird, durch kammerartige Einbauten unter der Düse bis zum Beginn der Anblasung die Wirkung von Umgebungsluftströmungen von den frisch aus der Düse austretenden Schmelzeströmen abzuhalten. Durch diese Maßnahme werden zwar zusätzlich einwirkende stochastische Umgebungsluftströmungen in ihrer Wirkung auf die Ausbildung der Orientierung in den Elementarfäden eliminiert, aber die

grundsätzlich sich ausbildende Spannweite der Orientierungen der einzelnen Elementarfäden untereinander, hervorgerufen durch konservativ betriebene einseitige Querluftanblasung, werden dadurch nicht minimiert. Allen genannten Verfahren haftet der Nachteil an, daß die erzielbare Orientierungsungleichmäßigkeit der Elementarfäden hochkapillarer Spinnfäden unbefriedigend hoch bleibt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Herstellung eines Fadens großer Elementarfadenzahl aus schmelzspinnfähigen synthetischen Polymeren, der unter Beibehaltung des Prinzips der Queranblasung eine solche Orientierungsgleichmäßigkeit der einzelnen Elementarfäden untereinander aufweist, wie sie unter Anwendung der bisher bekannten Mittel nicht erreicht werden kann.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Erhöhung der Orientierungsgleichmäßigkeit der Elementarfäden untereinander auf neuartige Weise zu erreichen und eine dafür geeignete Vorrichtung zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die aus der Spinn Düse austretenden Elementarfäden über eine in der Länge stark reduzierte, bezüglich der Temperatur bis nahe oder gleich der Temperatur der Schmelze bei Düsenaustritt angehobene Nachheizzone geführt und unmittelbar danach einem Querluftanblasstrom mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,6 bis 2,5 m/s ausgesetzt werden.

Vorteilhaft ist es, die Elementarfäden zwischen Nachheizzone und Querluftanblasung zusätzlich mit erhöhter Anblasgeschwindigkeit anzublasen.

Weiterhin sieht die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens beim Kordspinnprozeß vor, bei der die der Spinn Düse folgende Nachheizzone eine Länge von 0,15 bis 0,25 m, vorzugsweise 0,18 bis 0,22 m und eine Temperatur von 20°C unterhalb bis zur Temperatur der Polymerschmelze am Ausgang der Spinn Düse sowie eine Querluftanblasung mit einer Geschwindigkeit von 0,6 bis 2,5 m/s, vorzugsweise 0,8 bis 1,2 m/s, gemessen an den der Blasluft zugewandten Elementarfäden aufweist.

Beim Stapelfaserspinnprozeß betragen die Werte 0,04 bis 0,10 m, vorzugsweise 0,05 bis 0,06 m und 1,2 bis 2,5 m/s, vorzugsweise 1,8 bis 2,2 m/s.

Vorteilhaft ist es weiterhin, zwischen Nachheizzone und Querluftanblasung eine zusätzliche Querluftanblasung anzuordnen mit einer Geschwindigkeit beim Kordspinnprozeß von > 1 m/s, vorzugsweise 1,2 bis 1,8 m/s und beim Stapelfaserspinnprozeß von > 2 m/s, vorzugsweise von 2,5 bis 3 m/s. Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, zwischen Nachheizzone und Querluftanblasung eine anblasfreie Zone anzuordnen.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachfolgend an mehreren Beispielen näher erläutert werden.
Zu der zugehörigen Zeichnung zeigen

- Fig. 1: den hochkapillaren Kord- oder Stapelfaserspinnprozeß mit einer an die Spinn Düse direkt anschließenden, in ihrer Länge reduzierten, in der Temperatur bis nahe der Schmelzetemperatur am Düsenaustritt angehobenen Nachheizzone und einer unmittelbar anschließenden Querluftanblasung mit erhöhter Anblasluftgeschwindigkeit,
Fig. 2: den hochkapillaren Kord- oder Stapelfaserspinnprozeß mit einer an die Spinn Düse direkt anschließenden, in ihrer Länge reduzierten, in der Temperatur bis nahe der Schmelzetemperatur am Düsenaustritt angehobenen Nachheizzone, einer anblasfreien Zone und einer anschließenden Querluftanblasung mit erhöhter Anblasluftgeschwindigkeit und
Fig. 3: den hochkapillaren Kord- oder Stapelfaserspinnprozeß mit einer an die Spinn Düse direkt anschließenden, in ihrer Länge reduzierten, in der Temperatur bis nahe der Schmelzetemperatur am Düsenaustritt angehobenen Nachheizzone, einer anschließenden zusätzlichen Querluftanblasung mit erhöhter Anblasluftgeschwindigkeit, gefolgt von einer normalen Querluftanblasung.

Beispiel 1:

In einem an sich bekannten Polyamid-Kordspinnprozeß (Spinn-Reck-Windeverfahren) mit folgenden Kennwerten:

Abzugsgeschwindigkeit:	$v = 663 \text{ m/min}$
Wicklergeschwindigkeit:	$v_w = 2890 \text{ m/min}$
Elementarfadenfördermenge:	$\dot{m} = 1,954 \text{ g/min}$
Düsenbohrungsdurchmesser:	$d = 0,4 \text{ mm}$
Lösungsviskosität:	$LV = 3,3$
Schmelzetemperatur:	$T_s = 290^\circ\text{C}$
Temperatur der Nachheizzone:	$T_H = 230^\circ\text{C}$
Länge der Nachheizzone:	$L_H = 0,32 \text{ m}$
Umgebungstemperatur:	$T_U = 18^\circ\text{C}$
Querluftanblasgeschwindigkeit:	$v_L = 0,5 \text{ m/s}$
Abstand zwischen Nachheizzone u. Anblasung:	$L_B = 0,06 \text{ m}$

werden Elementarfäden ersponnen und abgezogen.

Bevor der Spinnfaden 2 (Fig. 1) auf das Präparationssystem 5 und die Abzugspalette 6 gelangt, passiert er die sich unmittelbar an

die Spinndüse 1 anschließende Nachheizzone 3 der Länge $L_H = 0,25\text{ m}$, die den umschlossenen, vom Spinnfaden 2 zu passierenden Raum auf die Temperatur $T_H = 290^\circ\text{C}$, die gleichzeitig der Temperatur T_S der Polymerschmelze dem Ausgang der Spinndüse 1 entspricht, aufheizt. Nach Passieren der Nachheizzone 3 werden die Elementarfäden des Spinnfadens 2 von der unmittelbar anschließenden Querlufterblasung 4, die mit einer Geschwindigkeit von $v_L = 0,7\text{ m/s}$ auf die der Blasluft zugewandten Elementarfäden trifft, abgekühlt und verfestigt.

Beispiel 2:

Bevor der Spinnfaden 2 (Fig. 1) auf das Präparationssystem 5 und die Abzugsgalette 6 gelangt, passiert er die sich unmittelbar an die Spinndüse 1 anschließende Nachheizzone 3 der Länge $L_H = 0,22\text{ m}$, die den umschlossenen, vom Spinnfaden 2 zu passierenden Raum auf die Temperatur $T_H = 290^\circ\text{C}$, die gleichzeitig der Temperatur T_S der Polymerschmelze dem Ausgang der Spinndüse 1 entspricht, aufheizt. Nach Passieren der Nachheizzone 3 werden die Elementarfäden des Spinnfadens 2 von der unmittelbar anschließenden Querlufterblasung 4, die mit einer Geschwindigkeit von $v_L = 1,0\text{ m/s}$ auf die der Blasluft zugewandten Elementarfäden trifft, abgekühlt und verfestigt.

Wie aus nachfolgender Tabelle hervorgeht, können bezüglich der Verminderung der Orientierungsstreuung der Elementarfäden, hier ausgedrückt in Reißdehnungswerten des voll ausgereckten Fadens, unter Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens im Vergleich zu bekannten Verfahrensweisen erhebliche Effekte erzielt werden.

	$L_B\text{ (m)}$	$L_H\text{ (m)}$	$T_H\text{ (}^\circ\text{C)}$	$v_L\text{ (m/s)}$	$\varepsilon_{H\min}\text{ (\%)}$	$\varepsilon_{H\max}\text{ (\%)}$
bekanntes Verfahren	0,06	0,32	230	0,5	20,2	25,7
vorgeschlagenes Verfahren, Bsp. 1	0,00	0,25	290	0,7	20,2	23,7
vorgeschlagenes Verfahren, Bsp. 2	0,00	0,22	290	1,0	18,9	21,8

Wie ersichtlich, läßt sich trotz Beibehaltung des einfach realisierbaren Prinzips der Querlufterblasung die Spannweite zwischen maximalen und minimalen Reißdehnungen $\varepsilon_{H\min}$ bzw. $\varepsilon_{H\max}$ der Elementarfäden im Spinnfaden aus einer Spinndüse von 5,5% Reißdehnungsunterschied (bekanntes Verfahren) auf 3,5%, Reißdehnungsunterschied (Beispiel 1) oder sogar 2,9% Reißdehnungsunterschied (Beispiel 2) reduzieren.

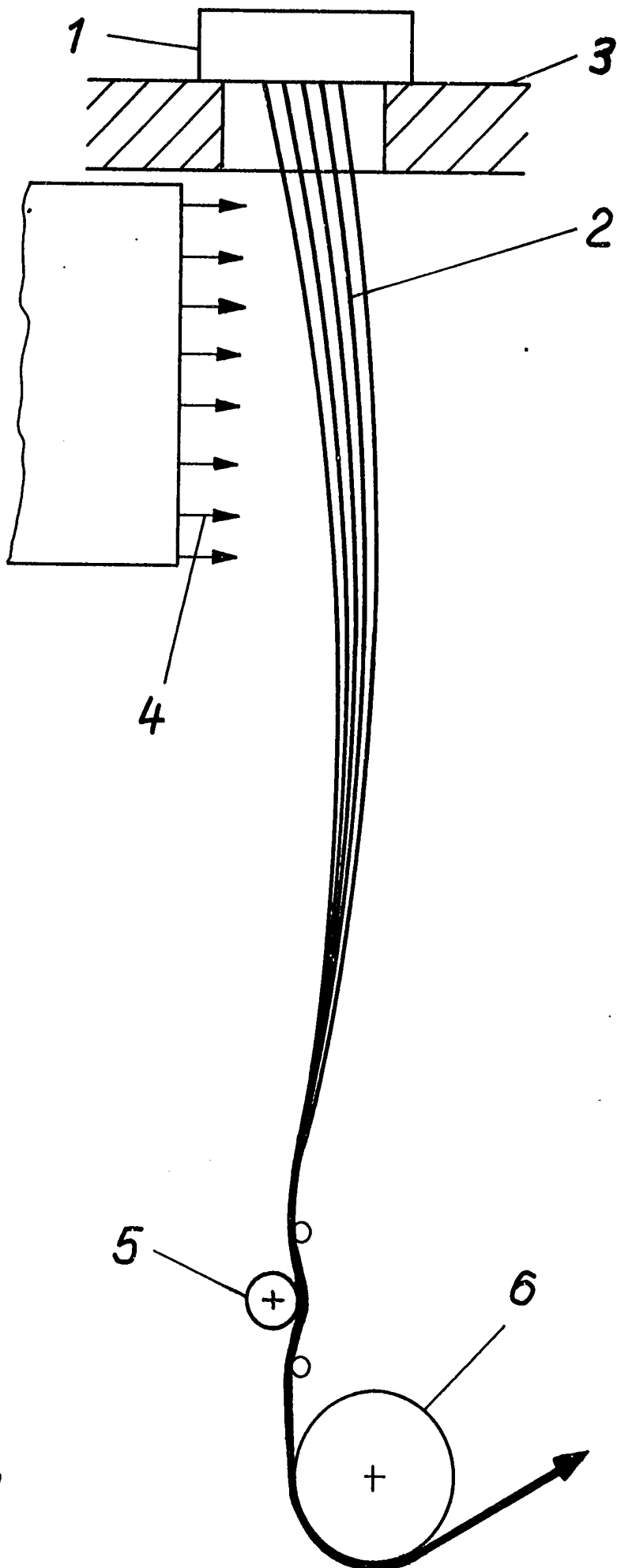


Fig. 1

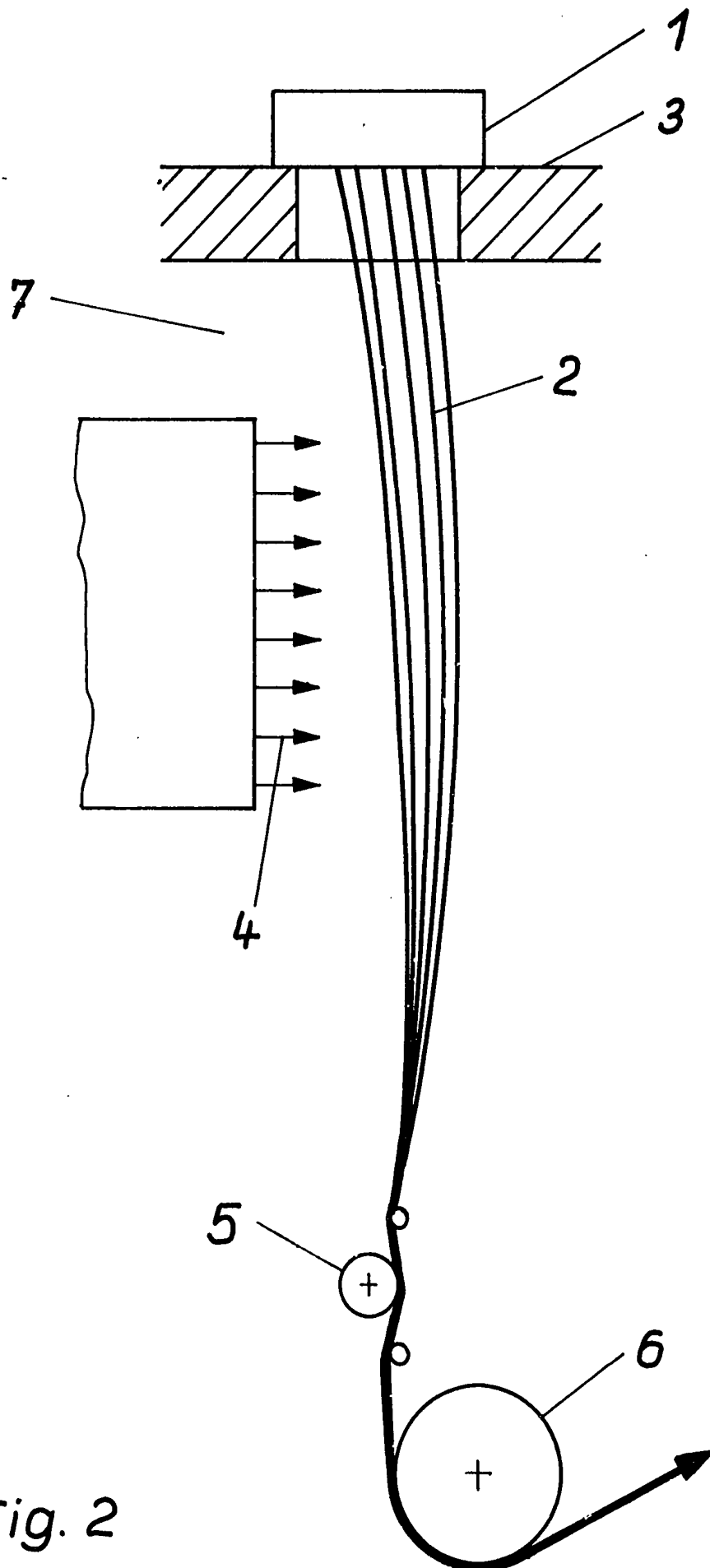


Fig. 2

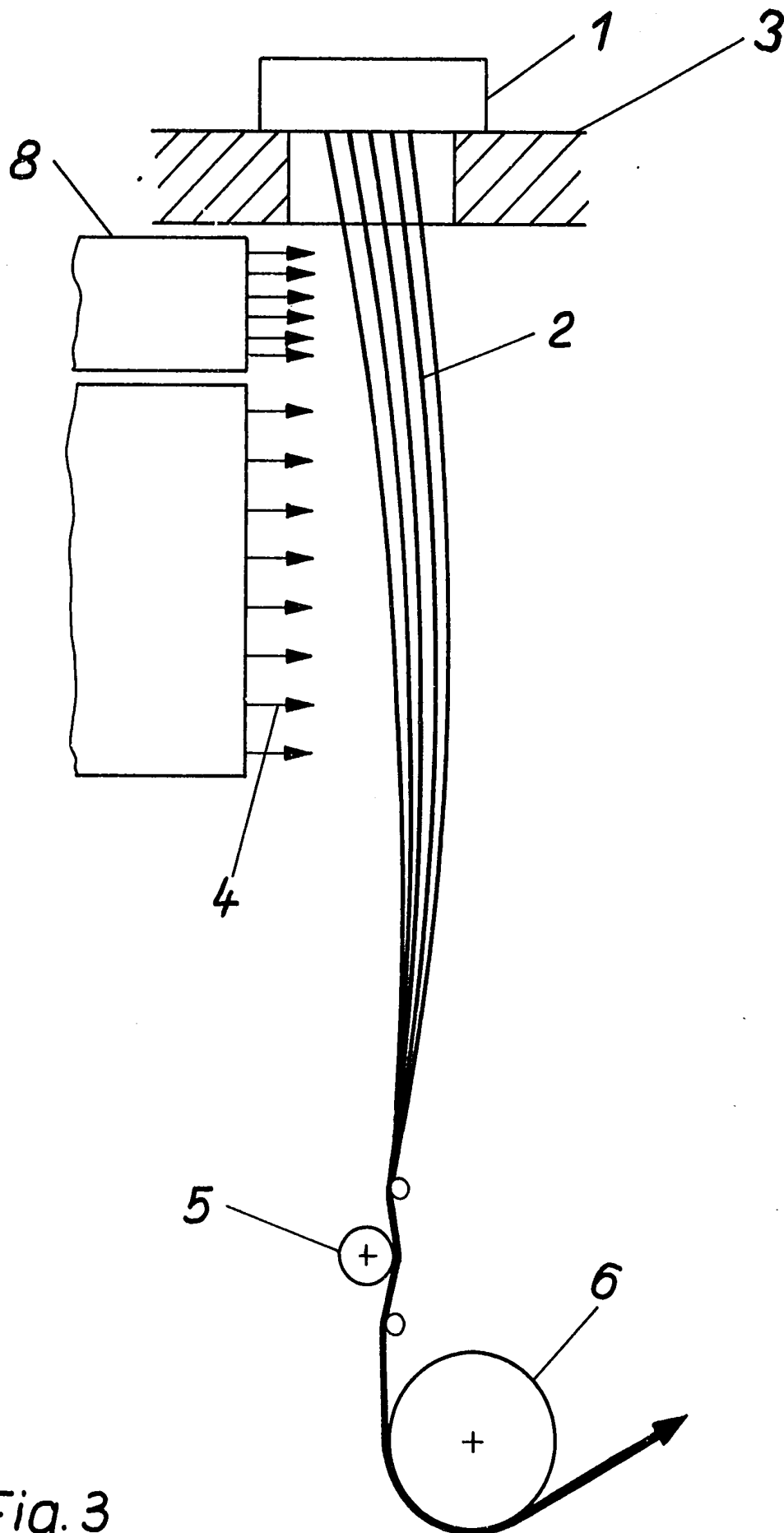


Fig. 3