



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: D 01 F
C 08 J

6/00
5/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

626 659

②① Gesuchsnummer: 6234/77

②② Anmeldungsdatum: 20.05.1977

③⑩ Priorität(en): 20.05.1976 NL 7605370

②④ Patent erteilt: 30.11.1981

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1981

⑦③ Inhaber:
Stamicarbon B.V., Geleen (NL)

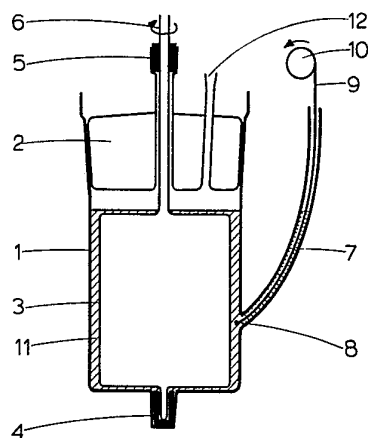
⑦② Erfinder:
Cornelis Everhard Meihuizen, Groningen (NL)
Albertus Johannes Pennings, Norg (NL)
Arie Zwijnenburg, Groningen (NL)

⑦④ Vertreter:
Brühwiler & Co., Zürich

⑤④ Verfahren zur Herstellung faserartiger Polymerkristalle.

⑤⑦ Faserartige Polymerkristalle werden aus einer Lösung eines kristallisierbaren Polymerisats hergestellt. Man lässt einen Impfkristall in der strömenden Lösung longitudinal wachsen und entfernt den Anwuchs mit einer im Durchschnitt der Wachstumsgeschwindigkeit entsprechenden Geschwindigkeit aus der Polymerisatlösung. Das longitudinale Wachstum findet an einer sich in der Wachstumsrichtung des Kristalls bewegendes Oberfläche statt. Der faserartige Kristall berührt diese Oberfläche über eine Länge von mindestens 15 cm, gemessen vom anwachsenden Ende.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht aus einem geschlossenen Gefäß (1), in dem sich ein Rotor (3) befindet. Mit dem Gefäß (1) ist in der Nähe von dessen Unterseite gegenüber dem Rotor (3), einigermaßen tangential nach oben gerichtet, ein dünnes Rohr (7) verbunden, das mit der Innenseite dieses Gefäßes (1) in Verbindung steht.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung faserartiger Polymerkristalle aus einer Lösung eines kristallisierbaren Polymerisats, bei dem man einen Impfkristall in der strömenden Lösung longitudinal wachsen lässt und den Anwuchs mit einer im Durchschnitt der Wachstumsgeschwindigkeit gleichen Geschwindigkeit aus der Polymerisatlösung entfernt, dadurch gekennzeichnet, dass das longitudinale Wachstum an einer sich in der Wachstumsrichtung des Kristalls bewegend Oberfläche stattfindet und der faserartige Kristall sich über eine Länge von mindestens 15 cm, gemessen vom anwachsenden Ende, mit der vorgenannten Oberfläche berührt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das longitudinale Wachstum in einer Couette-Strömung stattfindet, wobei sich der faserartige Kristall über eine Länge von mindestens 15 cm mit dem Rotor, der diese Strömung erzeugt, berührt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die sich bewegend Oberfläche silanisiert ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das kristallisierbare Polymerisat ein lineares Polyolefin ist.

5. Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens nach Anspruch 1, bestehend aus einem geschlossenen Gefäß (1), in dem sich ein Rotor (3) befindet, mit welchem Gefäß (1) in der Nähe der Unterseite noch gegenüber dem Rotor (3), einigermaßen tangential und nach oben gerichtet, ein dünnes Rohr (7) verbunden ist, das mit der Innenseite dieses Gefäßes (1) in Verbindung steht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Rotors (3) silanisiert ist.

7. Polyolefinfaden, hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 1.

8. Polyäthylenfaden nach Anspruch 7.

9. Polypropylenfaden nach Anspruch 7.

10. Polyäthylenfaden nach Anspruch 8 mit einem Gewicht von 10×10^{-5} bis 120×10^{-5} mg/cm, einer Zugfestigkeit von mehr als 100 kg/mm², einem E-Modul von mehr als 22×10^2 kg/mm² und einer Bruchdehnung von weniger als 25 %.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung faserartiger Polymerkristalle aus einer Lösung eines kristallisierbaren Polymerisats, bei dem man einen Impfkristall in der strömenden Lösung longitudinal anwachsen lässt und den Anwuchs mit einer im Durchschnitt der Wachstumsgeschwindigkeit gleichen Geschwindigkeit aus der Polymerisatlösung entfernt.

In einer Veröffentlichung von Zwiijnenburg, A. und Penning, A.J., Colloid and Polymer Sci. 253, 452-461 (1975) wird auf die Bildung faserartiger Polyäthylenkristalle aus einer Lösung unter einer Poiseuille-Strömung hingewiesen. Im Eintritt einer Kapillare, durch die eine unterkühlte Lösung von Polyäthylen in Xylol strömt, wird ein Polyäthylen-Impfkristall aufgehängt. Wenn man nun den longitudinal wachsenden Kristall mit einer der Wachstumsgeschwindigkeit entsprechenden Geschwindigkeit aufhspelt, kann ein endloser faserförmiger Kristall hergestellt werden. Diese Technik ähnelt der Technik von Czochraski, Z. Phys. Chem. 92, 219 (1918), für das Wachstum von Einkristallen von Metallen und anorganischen Stoffen, mit diesem Unterschied, dass der anwachsende Polymerkristall aus einer Lösung entsteht, die einer Poiseuille-Strömung unterzogen ist. Man war der Meinung, dass die Wachstumsgeschwindigkeit durch die Menge Polymerisatlösung, die am Impfkristall vorbeiströmt, begrenzt sei.

Obwohl die mechanischen Eigenschaften der auf diese Weise erhaltenen Fäden ausserordentlich gut sind, ist die

longitudinale Wachstumsgeschwindigkeit für Anwendung in grosstechnischem Masstab viel zu gering. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren wie das eingangs beschriebene, bei dem eine erheblich grössere Wachstumsgeschwindigkeit der Kristalle erreicht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Herstellung von Kunststoffäden mit ausserordentlich guten mechanischen Eigenschaften. Weitere Aufgaben der Erfindung gehen aus der Beschreibung und den Beispielen hervor.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung faserartiger Polymerkristalle aus einer Lösung eines kristallisierbaren Polymerisats, bei dem man einen Impfkristall longitudinal in der strömenden Lösung anwachsen lässt und den Polymerisatfaser-Zuwachs mit einer im Durchschnitt der Wachstumsgeschwindigkeit gleichen Geschwindigkeit aus der Polymerisatlösung entfernt, wobei das longitudinale Wachstum an einer sich in der Wachstumsrichtung des faserartigen Kristalls bewegend Oberfläche stattfindet und der faserartige Kristall sich vom anwachsenden Ende an über eine Länge von zumindest 15 cm mit vorgenannter, sich bewegend Oberfläche berührt. Die vorgenannte, sich bewegend Oberfläche ist vorzugsweise nicht vollkommen glatt. Kleinere Berührungslängen als 15 cm führen zwar auch zu Wachstum, haben durch die geringere Wachstumsgeschwindigkeit und die weniger guten mechanischen Eigenschaften der Polymerfäden jedoch keine praktische Bedeutung.

Nach einer praktischen Ausführungsform des vorgenannten Prinzips erfolgt das longitudinale Wachstum in einer Couette-Strömung, wobei der faserartige Kristall sich über eine Länge von mindestens 15 cm mit dem Rotor, der diese Strömung erzeugt, berührt.

Eine solche Strömung entsteht in einem rotationssymmetrischen Gefäß, in dem ein Rotor dreht. Im Raum zwischen der Innenwand des Gefäßes und der Aussenwand des Rotors befindet sich eine Lösung eines kristallisierbaren Polymerisats, die bei Drehung des Rotors in Strömung gebracht wird.

Es sei bemerkt, dass in der vorgenannten Veröffentlichung in Colloid and Polymer Sci. 253, 460 (1975) die Anwendung eines Kristallisationsgefäßes vom Couette-Typ empfohlen wird, und zwar aufgrund der Auffassung, dass die Kristallisationszeit durch die im Gefäß vorhandene Menge Polymerisatlösung begrenzt sei. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass die Tatsache, dass der longitudinal anwachsende Kristall eine sich bewegend, vorzugsweise nicht glatte Oberfläche berührt, vorzugsweise darauf liegt, erheblich wichtiger ist als das makroskopische Strömungsbild.

Der gebildete Kristall liegt in diesem Fall auf der Aussenwand des Rotors und hat sich zum Teil, vollständig oder gar einige Male um den Rotor gedreht. Im letztgenannten Fall kann es erforderlich sein, dem Rotor eine derartige Form zu geben, dass die Windungen sich nicht berühren. Dies lässt sich mit einem kegelförmigen Rotor oder mit einer senkrechten Strömungskomponente an der Oberfläche des Rotors entlang verwirklichen. Übrigens beschränkt sich die Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nicht auf die obengenannte Vorrichtung.

Die sich bewegend Oberfläche ist vorzugsweise nicht vollkommen glatt. Es hat sich gezeigt, dass das longitudinale Wachstum grösser ist, wenn die Oberfläche einigermaßen rauh ist. Die Rotoroberfläche kann dazu z.B. gesandstrahlt sein. Weiterhin hat sich gezeigt, dass das longitudinale Wachstum erheblich gesteigert werden kann, wenn man darauf achtet, dass die Wand, mit der sich ein apolarer Kristall berührt, ebenfalls apolar ist. Dazu kann ein gläserner Rotor z.B. mit einem Methylchlorsilan behandelt werden.

Die Geschwindigkeit, mit der der anwachsende Faden aus der Lösung entfernt wird, nachstehend die Aufspulgeschwindigkeit genannt, muss im Durchschnitt der Wachstumsge-

schwindigkeit entsprechen, so dass das anwachsende Ende des Fadens ungefähr an demselben Platz bleibt. Es hat sich gezeigt, dass die Aufspulgeschwindigkeit in gewissen Grenzen variieren kann; diese sind von den übrigen Bedingungen abhängig und können leicht auf experimentellem Wege ermittelt werden. Bei Zunahme der Aufspulgeschwindigkeit wird der Faden dünner. Diese Aufspulgeschwindigkeit wird nach oben dadurch begrenzt, dass entweder der Faden so dünn wird, dass sie bricht, oder aber dass das anwachsende Ende des Fadens weggezogen wird. Bei Verringerung der Aufspulgeschwindigkeit wird der Faden dicker. Die Aufspulgeschwindigkeit ist auch nach unten begrenzt: Wenn nämlich das anwachsende Ende nicht mehr an seinem Platz bleibt und die Länge des die sich bewegende Oberfläche berührenden Fadens zunimmt.

Es stellt sich heraus, dass es ein optimales Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit des longitudinalen Wachstums der Kristalle, der Konzentration der Polymerlösung, der Aufspulgeschwindigkeit des Fadens und der Strömungsgeschwindigkeit der Lösung gibt, bedingt durch die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors. Bei bekannter Konzentration kann die optimale Umfangsgeschwindigkeit auf sehr einfache Weise experimentell ermittelt werden und anschliessend auf dem gefundenen Wert gehalten werden. Es hat sich gezeigt, dass sich unter optimalen Bedingungen stets mehr als 15 cm des gebildeten Kristalls um den Rotor gedreht haben.

Eine Länge von 15 cm gilt für praktische Anwendung als minimal. Diese Länge ist von zwei Faktoren abhängig, und zwar von der Geschwindigkeit der sich bewegenden Oberfläche (Rotorgeschwindigkeit, d.h. die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors) und von der Wachstumsgeschwindigkeit, die zugleich der Geschwindigkeit entspricht, mit der der fadenförmige Kristall aus der Lösung entfernt wird. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Oberfläche bewegt, die der anwachsende Faden berührt, z.B. die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors, muss nachweislich im Vergleich zur Aufspulgeschwindigkeit innerhalb bestimmter Grenzen liegen. Die Rotorgeschwindigkeit muss im allgemeinen mindestens zweimal so gross wie die Wachstumsgeschwindigkeit bzw. wie die Aufspulgeschwindigkeit sein. Eine zu hohe Rotorgeschwindigkeit ist weniger erwünscht, weil dann leicht Faserbruch auftritt. Obwohl grössere Geschwindigkeiten möglich sind, wird die Rotorgeschwindigkeit im allgemeinen nicht mehr als 50mal die Wachstumsgeschwindigkeit bzw. die Aufspulgeschwindigkeit betragen, vorzugsweise nicht mehr als 25mal und insbesondere nicht mehr als 10mal.

Ein geeignetes Lösungsmittel für lineare Polyolefine ist etwa p-Xylol. Andere mögliche Lösungsmittel sind: Decalin, Perchloräthylen, Paraffinwachs, Kohlenwasserstoffe, Terpen, Naphthalen u. dgl. Gute Ergebnisse werden mit einer 0,5 %-igen Lösung erreicht. Stärker oder leichter konzentrierte Lösungen sind ebenfalls gut brauchbar. Aus praktischen Gründen wird man von mindestens 0,05 %-igen Lösungen ausgehen. Bei Zunahme der Konzentration nimmt die Viskosität der Lösungen zu. Aus praktischen Gründen wird man daher keine zu hohen Konzentrationen wählen. Andererseits zeigt sich, dass bei höheren Konzentrationen dickere Fäden erhalten werden. Die Viskosität von Polymerlösungen wird nicht nur durch die Konzentration, sondern auch durch das Molekulargewicht des Polymerisats, die Temperatur und das Lösungsmittel bedingt. Der Fachmann kann diese Grössen ohne weiteres so aufeinander abstimmen, dass das erfindungsgemässe Verfahren mit praktischen verwendbaren Lösungen ausgeführt werden kann. Die Lösung wird vorzugsweise mit Hilfe eines Antioxydationsmittels stabilisiert.

Es wird klar sein, dass die Temperatur der Lösung, aus der man die faserartigen Polymerkristalle anwachsen lässt, so zu wählen ist, dass tatsächlich Wachstum auftritt. Aus der Kristallisation monomerer Verbindungen wie z.B. Salze in Wasser

u. dgl. ist bekannt, dass ein Impfkristall sich oberhalb einer bestimmten Temperatur in einer Lösung löst und unterhalb dieser Temperatur anwächst. Bei polymeren Verbindungen liegt es nicht so einfach. Für Lösungen von Niederdruckpolyäthylen in p-Xylol ist die thermodynamische Gleichgewichtstemperatur, oberhalb deren sich ein idealer Kristall löst und unterhalb deren er anwächst, 118,6°C. Es hat sich jedoch gezeigt, dass auch oberhalb 118,6°C Wachstum möglich ist. Vermutet wird, dass der drehende Rotor und die von ihm verursachte Strömung der Lösung eine Streckung der Polymerisatmoleküle bewirkt, wodurch die freie Energie der Moleküle grösser wird; dadurch wird auch oberhalb der thermodynamischen Gleichgewichtstemperatur Wachstum auftreten. Die günstigste Temperatur der Lösungen, aus denen man die Fäden wachsen lassen kann, ist leicht auf experimentellem Wege zu ermitteln.

Die erfindungsgemässen faserartigen Polymerkristalle können in einer Vorrichtung, die in Figur 1 schematisch dargestellt ist, und in Beispiel I näher beschrieben wird, hergestellt werden. Das erfindungsgemässe Verfahren beschränkt sich jedoch nicht auf die Anwendung einer solchen Vorrichtung. Die vorliegende Erfindung betrifft jede Ausführungsform, bei der man einen Impfkristall longitudinal auf einer sich bewegenden Oberfläche anwachsen lässt und sich der faserartige Kristall über eine Länge von zumindest 15 cm mit der sich bewegenden Oberfläche berührt. Wenn die sich bewegende Oberfläche eine Rotoroberfläche ist, kann die Welle des Rotors statt senkrecht auch waagrecht angeordnet sein. So kann der Rotor etwa in einer Art Trog montiert sein; an der Oberseite des Trogs befindet sich dann eine Öffnung, durch die der Faden weggezogen wird. Wenn diese Öffnung spaltförmig ist, kann man gleichzeitig eine Reihe von Fäden in sehr kurzer Entfernung voneinander aus der Lösung ziehen. Die vorliegende Erfindung umfasst auch andere Ausführungsformen.

Es zeigt sich, dass die unter Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens erhaltenen Fäden sehr gute mechanische Eigenschaften besitzen. Namentlich in der Zugfestigkeit unterscheiden sie sich besonders günstig von dem entsprechenden Kunststoff. So kann man Polyäthylenfäden mit einem Gewicht von 10×10^{-5} bis 120×10^{-5} mg/cm mit einer Zugfestigkeit von mehr als 100 kg/mm², einem E-Modul von mehr als 22×10^2 kg/mm² und einer Bruchdehnung von weniger als 25 % herstellen. Der E-Modul von Glasfasern liegt zwischen 70 und 80×10^2 kg/mm², die Zugfestigkeit aber ist nur 2 bis 10 kg/mm². Die erfindungsgemässen Fäden können Glasfasern ersetzen, wobei das niedrige spezifische Gewicht (weniger als 1,0) im Vergleich zum spezifischen Gewicht von Glasfasern (ca. 2,5) eine entscheidende Rolle spielen kann.

Obwohl die nachstehenden Beispiele sich auf ein lineares Polyolefin als kristallisierbares Polymerisat beschränken, beschränkt die Erfindung sich keineswegs auf diesen Stoff, sondern umfasst sie alle kristallisierbaren Polymerisate, wobei die optimalen Bedingungen der Art dieser Polymerisate angepasst sind.

Beispiel I

Es wird von linearem Polyäthylen als Polymerisat in Form einer 0,5 %-igen Lösung in p-Xylol ausgegangen. Das Polyäthylen (Warenzeichen Hostalen GUR) besitzt folgende Eigenschaften:

- Eigenviskosität in Decalin bei 135°C: 15 dl/g
- Molekulargewicht (Zahlenmittel) $M_n = 10 \times 10^4$, osmometrisch bestimmt
- Molekulargewicht (Gewichtsmittel) $M_w = 1,5 \times 10^6$, bestimmt mittels Lichtstreuung in α -Chlornaphthalen bei 135°C.

Die Polyäthylenlösungen werden mit 0,5 Gew.-% Antioxi-
dationsmittel (Warenzeichen Ionol DBPC, ditertiäres Butylpa-
racresol) stabilisiert und alle Versuche werden in reiner Stick-
stoffatmosphäre ausgeführt. Als Impfkristalle werden faserar-
tige Polyäthylenkristalle benutzt, die aus einer 0,1%-igen p-
Xylollösung des obenerwähnten Polymerisats erhalten werden.
Die Kristalle sind 40 mm lang und haben eine Querschnittsflä-
che von $0,25 \times 0,10$ mm.

Als Apparat für die Ausführung der Versuche wird die in
Figur 1 dargestellte Vorrichtung benutzt. Diese umfasst ein
zylindrisches Gefäß 1, das an der Oberseite mit einem Stöpsel
2 abgeschlossen ist. Der Rotor 3, der an den Stellen 4 und 5 in
«Teflon» gelagert ist, wird über eine Welle 6 angetrieben. Ein
dünnes «Teflon»-Rohr 7 ist einigermassen tangential an der
Aussenseite des Gefäßes 1 angebracht und steht mit der
Innenseite in Verbindung. Durch die Öffnung 8 kann der
faserförmige Impfkristall eingebracht werden. Der Aussen-
durchmesser des Rotors ist 114 mm, der Innendurchmesser
des Gefäßes 135 mm. Der Faden 9 wird auf eine Haspel 10
aufgespult. Der Raum 11 ist mit Polymerlösung gefüllt, die
durch eine Öffnung 12 zugeführt werden kann; das Rohr 7 ist
mit Lösungsmittel gefüllt, um die Aussenseite des sich bilden-
den Fadens von der Lösung zu reinigen. Die Vorrichtung
befindet sich in einem Thermostaten, der die Temperatur auf
 $\pm 0,01^\circ\text{C}$ konstant hält.

A. Zunächst werden zwei vergleichende Versuche ausge-
führt: (1) ein Versuch, bei dem nur das Ende des wachsenden
Kristalls den Rotor berührt, und (2) ein Versuch, bei dem sich
20 cm des anwachsenden Kristalls mit dem Rotor berühren.
Zu 1: In einer 0,5%-igen Polyäthylenlösung beträgt das longi-
tudinale Wachstum (Aufspulgeschwindigkeit) bei 103°C und
einer Rotorgeschwindigkeit von 20 UpM nur 0,8 cm/min.
Zu 2: Unter gleichbleibenden Bedingungen nimmt das longi-
tudinale Wachstum (Aufspulgeschwindigkeit) bei einer Rotor-
geschwindigkeit von nur 2 UpM bis 20 cm/min zu.

B. Unter denselben Bedingungen wie bei A.2 und mit
Rotorgeschwindigkeiten von 0,8 bis 4 UpM kann die Wachs-
tumsgeschwindigkeit bei 103°C zwischen 8 und 31 cm/min
variiert werden. Die Masse des Fadens nimmt dabei von
 27×10^{-5} mg/cm bis 118×10^{-5} mg/cm zu.

C. Der Einfluss der Beschaffenheit der Oberfläche, auf der
der Faden während des longitudinalen Wachstums liegt, geht
aus untenstehender Tabelle hervor; die Versuche werden bei
2 UpM und 103°C ausgeführt, wobei sich 20 cm des wachsen-
den Kristalls mit dem Rotor berühren.

Tabelle

Fadenmasse in mg/cm	Wachstumsgeschwin- digkeit (Aufspul- geschwindigkeit) in cm/min	Beschaffenheit der Rotoroberfläche
15	20	glatt («Teflon»)
40	31	gesandstrahltes Glas
59	31	idem, ausserdem silanisiert

D. Wider Erwarten hat sich gezeigt, dass die Zugfestigkeit
der Fäden mit der Aufspulgeschwindigkeit zunimmt. So
beträgt die Zugfestigkeit, wenn man von einer Lösung von
0,5% Polyäthylen in Xylol bei 110°C ausgeht, etwa:
bei einer Aufspulgeschwindigkeit von 20 cm/min: 200 kg/
 mm^2
bei einer Aufspulgeschwindigkeit von 80 cm/min: 300 kg/
 mm^2 .

Beispiel II

Auf die in Beispiel I beschriebene Weise werden bei unter-
schiedlicher Aufspulgeschwindigkeit und Rotorumfangsge-
schwindigkeit Fäden aus einer 1%-igen Lösung von Hostalen
GUR in p-Xylol bei 110°C hergestellt. Für die Ergebnisse sei
auf Fig. 2 verwiesen. Aus dieser Figur geht hervor, dass die
Fäden bei Zunahme der Rotorgeschwindigkeit dicker werden.
Bei zunehmender Geschwindigkeit wird jedoch die Reibung
des Fadens am Rotor grösser, wodurch trotz zunehmender
Dicke und somit Festigkeit im allgemeinen bei zunehmender
Rotorgeschwindigkeit in einem bestimmten Augenblick häufig
Fadenbruch auftritt. Bei einer bestimmten Rotorgeschwindig-
keit sind nachweislich unter sonst gleichbleibenden Bedingun-
gen mehrere Aufspulgeschwindigkeiten möglich, ohne dass der
Faden aus der Lösung gezogen wird oder stets länger um den
Rotor wächst.

Beispiel III

Nach dem in Beispiel I beschriebenen Verfahren werden aus
einer 1%-igen Lösung von Hostalen GUR in p-Xylol bei
 110°C in einer in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung mit einem
Rotor mit einem Umfang von 36 cm und mit einem Rotor mit
einem Umfang von 56 cm bei schwankendem Verhältnis zwis-
chen Rotorumfangsgeschwindigkeit und Aufspulgeschwindig-
keit Fäden hergestellt. Für die Ergebnisse sei auf Fig. 3 ver-
wiesen. Es zeigt sich, dass bei gleichbleibendem Geschwindig-
keitsverhältnis unter Anwendung des dickeren Rotors dickere
Fäden erhalten werden.

Beispiel IV

Auf die in Beispiel I beschriebene Weise werden aus einer
1,5%-igen Lösung von Polypropylen mit einem Schmelzindex
von 1,0 in p-Xylol Fäden hergestellt.

Der E-Modul dieser Fäden beträgt 400 kg/mm^2 , die Zugfe-
stigkeit 50 kg/mm^2 .

Beispiel V

Auf die in Beispiel I beschriebene Weise werden aus einer
1%-igen Lösung von Hostalen GUR in p-Xylol bei $119,5^\circ\text{C}$
Fäden hergestellt. Der E-Modul beträgt $10,2 \times 10^3 \text{ kg/mm}^2$,
die Zugfestigkeit 295 kg/mm^2 und die Bruchdehnung nur
3,6%.

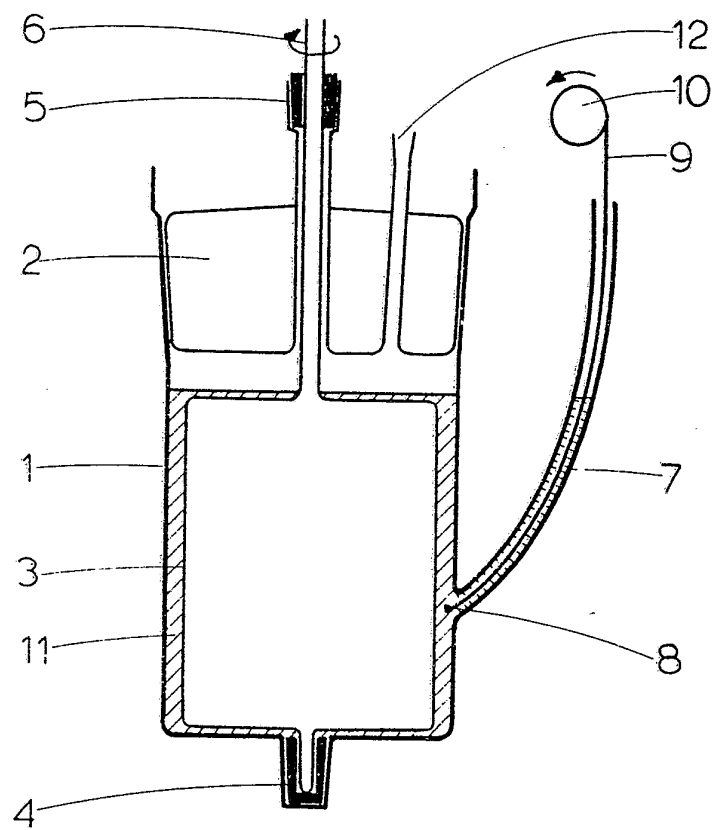


FIG.1

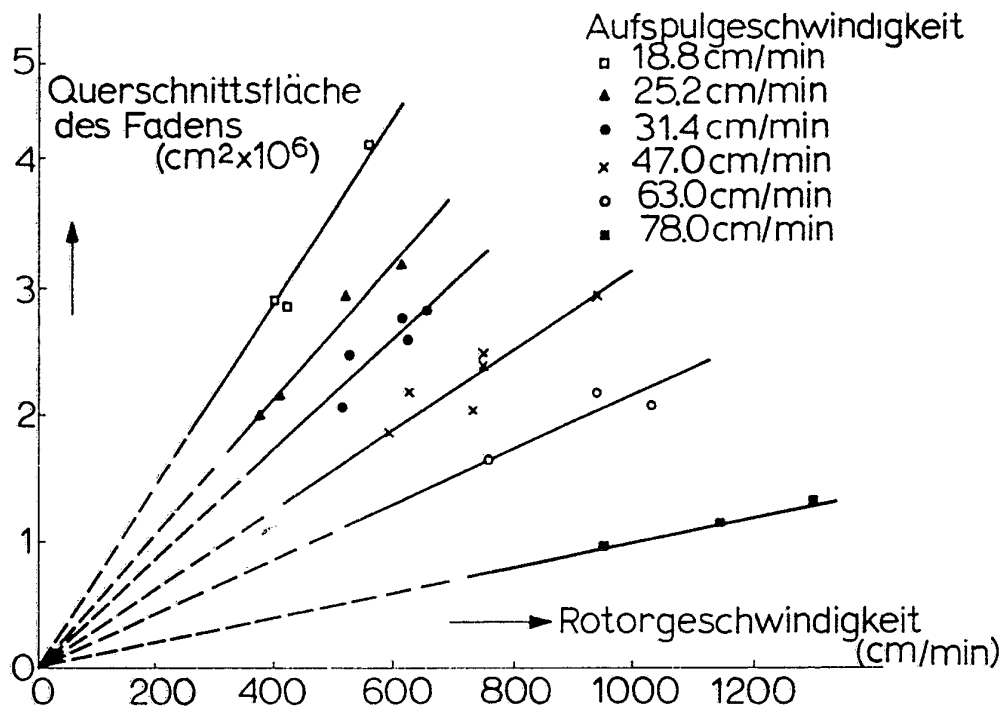


FIG. 2

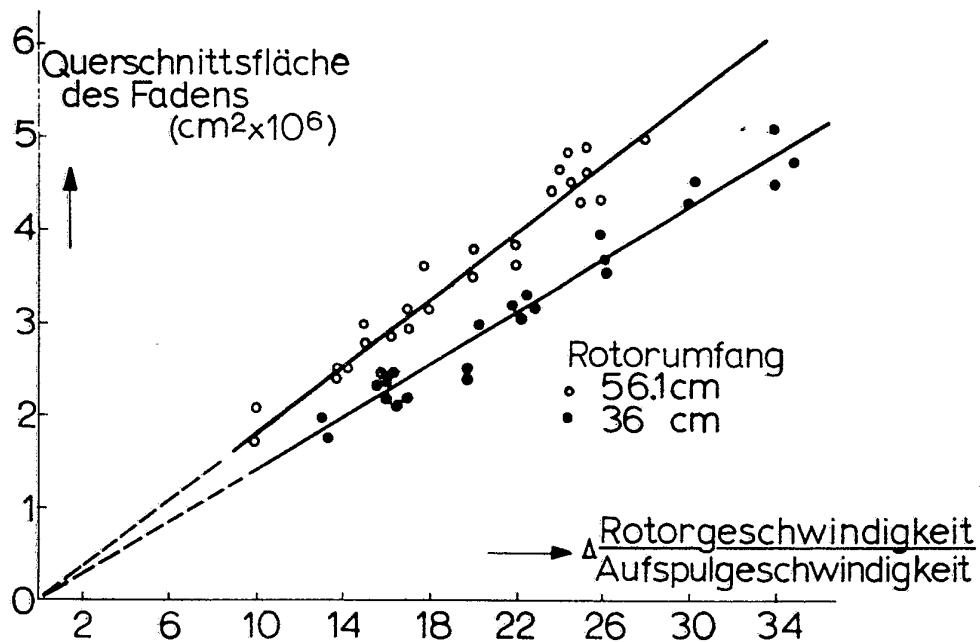


FIG. 3