

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90102759.9**

51 Int. Cl.⁵: **D01D 5/06**

22 Anmeldetag: **13.02.90**

30 Priorität: **15.02.89 DE 3904541**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.90 Patentblatt 90/34

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **Akzo N.V.**
Postbus 9300 Velperweg 76
NL-6800 SB Arnhem(NL)

72 Erfinder: **Schmitt, Reiner, Dr.**
Albert-Schweitzer-Strasse 23
D-5138 Heinsberg(DE)
Erfinder: **Knoll, Helmut**
Andreasstrasse 5
D-5138 Heinsberg(DE)

74 Vertreter: **Fett, Günter**
Akzo Patente GmbH Kasinostrasse 19 - 23
D-5600 Wuppertal 1(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung künstlicher Fäden nach dem Nassspinnverfahren mit Spinnrohr.**

57 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung künstlicher Fäden aus Spinnlösungen nach dem Nassspinnverfahren, bei dem wenigstens ein Teil des Spinnbads fadenbegleitend durch ein Spinnrohr geführt wird und das Verhältnis der Geschwindigkeit des fadenbegleitenden Spinnbads (Badgeschwindigkeit) zur Geschwindigkeit des ersponnenen Fadens (Fadenabzugsgeschwindigkeit) einen Wert im Bereich von 0,15 bis 0,95 aufweist. Hierdurch wird ein definierter Reibungswiderstand am Faden erzeugt, der trotz der hohen Spinnengeschwindigkeit zu einer ausgezeichneten Morphologie des ersponnenen Fadens führt. Zum vereinfachten Anspinnen wird ein spezielles Spinnrohr verwendet.

EP 0 383 250 A2

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung künstlicher Fäden nach dem Naßspinnverfahren mit Spinnrohr

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung künstlicher Fäden aus Spinnlösungen nach dem Naßspinnverfahren, bei dem wenigstens ein Teil des Spinnbads fadenbegleitend durch ein Spinnrohr geführt wird, sowie eine hierzu geeignete Vorrichtung.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise in der Deutschen Patentschrift 11 05 104 zur Herstellung von feintitrigen Kunstseidefäden einerseits und Fäden mit hohem Titer andererseits beschrieben. Es wird zur gezielten Beeinflussung der Hydrodynamik des Fadenbildungsprozesses eingesetzt, um den Reibungswiderstand zwischen dem sich bildenden Faden und dem Spinnbad zu verringern.

Dies ist von besonderer Bedeutung bei der Herstellung hochfester Fäden aus regenerierter Cellulose, z.B. gemäß der Deutschen Auslegeschrift 10 13 829. Das dort verwendete Spinnbad wirkt sehr mild, so daß der sich bildende Faden zunächst eine noch sehr geringe Festigkeit besitzt. Selbst niedrige Abzugsgeschwindigkeiten können einen Fadenabriß infolge der Reibungswirkung im Spinnbad nicht zuverlässig verhindern.

Außerdem bewirkt eine Steigerung der Spinn- geschwindigkeit eine grundlegend andere Morphologie des ersponnenen Fadens, die seine Eigenschaften zum Nachteil verändert. So sind ausgeprägte Mantel-Kern-Effekte zu beobachten, die durch eine hohe Kristallinität im Außenbereich des Fadens charakterisiert sind. Dies beeinträchtigt erheblich die Verarbeitbarkeit des Fadens, so verschlechtert sich z.B. die Anfärbbarkeit hinsichtlich Schnelligkeit und Gleichmäßigkeit.

Zur Lösung dieses Problems findet sich u.a. in der Literatur (Götze, K., Chemiefasern nach dem Viskoseverfahren, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 3. Auflage, 1967, S. 631) der Hinweis, das Spinnbad fadenbegleitend durch ein Spinnrohr zu leiten, und zwar mit derselben Geschwindigkeit, mit der sich der zwischen Spindüse und erstem Abzugsorgan befindliche Faden fortbewegt. Reibungskräfte zwischen Faden und Spinnbad lassen sich auf diese Weise weitgehend eliminieren und die Spinn- geschwindigkeit kann ohne Gefahr eines Fadenabrisses gesteigert werden. Außerdem läßt sich eine Gleichmäßigkeit der Fadeneigenschaften erzielen, die bei Spinnverfahren mit ruhendem Spinnbad nicht möglich war.

In einer weiteren Publikation (Gribanenkov, A.V., Serkov, A.T., Erspinnen von Viskosefasern nach dem Rohrspinnverfahren, Lenzinger Berichte, Heft 59, August 1985) werden auf der Basis grenschichttheoretischer Untersuchungen Beziehungen

zur Bestimmung des Reibungswiderstandes zwischen Faden und Spinnbad in einem Spinnrohr abgeleitet. Hiermit ist es theoretisch möglich, durch geeignete Wahl des Durchmessers des zylindrischen Spinnrohres den Reibungswiderstand zwischen Faden und Spinnbad exakt auf den Wert Null zu bringen. Dieser Wert wird als optimal bezeichnet, da dann keine Scherkräfte auf den Faden ausgeübt werden.

Nun hat es sich aber gezeigt, daß sich auf diese Weise zwar die Spinn- geschwindigkeit gegenüber dem bisher praktizierten Verfahren des freien Fadenabzugs aus dem ruhenden Spinnbad wesentlich steigern läßt. Der Nachteil der o.g. Rohrspinnverfahren besteht u.a. jedoch darin, daß eine sehr hohe, kaum beherrschbare Menge an Spinnbad umgewälzt werden muß, damit die erforderliche Spinnbadgeschwindigkeit im Strömungskanal des Spinnrohres erreicht werden kann.

Gleichzeitig muß die Spinnbadgeschwindigkeit möglichst exakt auf dem gewünschten Wert gehalten werden, um Schwankungen der Struktur längs des ersponnenen Fadens zu vermeiden. Dies stellt hohe Anforderungen an die Konstanz des Lieferdrucks der eingesetzten Spinnbadpumpen und deren Regeleinrichtungen.

Zusätzliche Probleme treten während des Anspinnvorgangs auf. Üblicherweise wird ohne zusätzliche Hilfsmittel unmittelbar von der Spindüse in das Spinnrohr ausgespritzt, so daß der sich bildende Faden von der Spinnbadströmung mitgenommen und zum Spinnrohraustritt transportiert wird. Von dort wird er auf die Fadenabzugsorgane geführt.

Häufig tritt jedoch der Fall ein, daß sich unmittelbar am Spindüsenaustritt eine sog. Viskoseglocke bildet, deren Querschnitt größer ist als der Querschnitt des Strömungskanals des Spinnrohres und somit ein Durchtritt durch das Spinnrohr nicht mehr möglich ist. Der Anspinnvorgang muß abgebrochen und nach Austausch der Apparatur erneut gestartet werden.

Besondere Schwierigkeiten treten bei fein- tritigen Fäden auf, bei denen Spinnrohre mit engen Querschnitten verwendet werden. Hier genügen bereits kleinste Turbulenzen in der Spinnbadströmung vor dem Eintritt in das Spinnrohr, um ein sicheres Anspinnen und einen optimalen stationären Betrieb zu verhindern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, ein gattungsgemäßes Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei dem die geschilderten Nachteile nicht mehr auftreten. Insbesondere sollte ein Verfahren zur Verfügung gestellt werden, das es

erlaubt, nach dem Rohrspinnverfahren einen Faden mit morphologischen Eigenschaften, vergleichbar denen eines aus einem ruhenden Spinnbad mit niedriger Geschwindigkeit ersponnenen Fadens, herzustellen. Weiterhin sollten Verfahren und eine Vorrichtung hierzu erarbeitet werden, die ein sicheres und einfaches Anspinnen ermöglichen.

Diese Aufgabe wird bei den gattungsgemäßen Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 8 und 9, sowie bei der gattungsgemäßen Vorrichtung durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 10 gelöst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, entgegen aller bisher praktizierten Techniken zur Eliminierung des Reibungswiderstandes zwischen Faden und Spinnbad nunmehr gezielt einen definierten, gleichbleibenden Reibungswiderstand zu erzeugen. Dies gelingt am einfachsten dadurch, daß im Strömungskanal eine Relativbewegung zwischen Faden und Spinnbad realisiert wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des fadenbegleitenden Spinnbads niedriger ist als die Abzugsgeschwindigkeit des ersponnenen Fadens. Diese Relativbewegung bewirkt am Faden eine der Abzugsrichtung entgegengesetzte Kraft, die bei entsprechender Wahl der Geschwindigkeitsverhältnisse zu einer Morphologie des Fadens führt, die derjenigen entspricht, die man bei den eingangs erwähnten Naßspinnverfahren mit freiem Abzug aus dem ruhenden Spinnbad bei niedriger Geschwindigkeit erhält.

Erfindungsgemäß wird dies erreicht, wenn das Verhältnis von Badgeschwindigkeit zu Fadenabzugsgeschwindigkeit einen Wert zwischen 0,15 und 0,95 aufweist.

Damit reduziert sich auch vorteilhafterweise die umzuwäzende Spinnbadmenge und macht das erfindungsgemäße Verfahren für den industriellen Einsatz besonders interessant.

Unter dem Begriff Badgeschwindigkeit soll in diesem Zusammenhang der Quotient aus dem durch den Strömungskanal geleiteten Volumenstrom des fadenbegleitenden Spinnbads zur Querschnittsfläche des Strömungskanals des Spinnrohres am Spinnrohraustritt verstanden werden, wobei die Querschnittsebene senkrecht zur Achse des Strömungskanals verläuft.

Der Begriff Fadenabzugsgeschwindigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang die Geschwindigkeit, mit der der ersponnene Faden am ersten Abzugsorgan abgezogen wird.

Für beide Geschwindigkeitswerte gilt, daß diese in Abhängigkeit der gewählten Konfiguration beim Durchgang durch das Spinnrohr nicht zwangsläufig konstant bleiben. So wird die Badgeschwindigkeit u.a. vom Querschnittsverlauf des Strömungskanals und von der Grenzschichtentwicklung an den Kanalwänden und am Faden ge-

prägt. Weiterhin erfährt der Faden auf dem Weg von der Spinndüse zum Aufwickelorgan eine Geschwindigkeitsänderung u.a. dadurch, daß er durch chemische Reaktion während des Fadenbildungsprozesses schrumpft und infolge des Reibungswiderstandes im Spinnbad einen Verzug erfährt.

Vorteilhafterweise wird beim erfindungsgemäßen Verfahren das Spinnrohr vertikal angeordnet und die Spinndüse unterhalb des Spinnrohres platziert, so daß senkrecht von unten nach oben gesponnen wird. Dadurch wird erreicht, daß alle Kräfteinwirkungen auf den ersponnenen Faden symmetrisch wirken. Dies ist beim erfindungsgemäßen Verfahren besonders wichtig, da die gewünschte Morphologie nur über die gezielte Einstellung der Reibungskräfte am Faden möglich ist. Eine von der vertikalen abweichende Anordnung bewirkt asymmetrische Auftriebswirkungen des Fadens im Spinnbad mit der Folge, daß der Faden zum einen ausgelenkt wird und andererseits, bezogen auf den Fadenquerschnitt, eine Asymmetrie der Eigenschaften durch asymmetrischen Kraftangriff auftreten kann.

Ein weiterer Vorzug dieser Fahrweise besteht darin, daß sich der Anspinnvorgang ohne aufwendige Hilfsmittel durchführen läßt, da der ersponnene Faden, vom begleitenden Spinnbad mitgeführt, von selbst zur Oberfläche des Spinnbades aufschwimmt und von dort auf einfache Weise dem Abzugsorgan zugeführt werden kann.

Bei der Fahrweise mit vertikalem Rohr und einer Spinnrichtung von unten nach oben wird der für die Spinnbadströmung im Strömungskanal des Spinnrohres erforderliche Druck vorteilhafterweise über eine Niveaudifferenz erzeugt und konstant gehalten.

Dies kann z.B. dadurch realisiert werden, daß das im Spinnbadreservoir befindliche Spinnrohr im Eintrittsbereich Öffnungen aufweist und der Austrittsbereich gegenüber dem Spinnbadreservoir abgedichtet und mit einem Spinnbadüberlauf versehen ist, der in einem Sammelbehälter mündet.

Der Pegel im Spinnbadreservoir liegt höher als der Spinnbadüberlauf, so daß eine hydrostatische Druckdifferenz vorhanden ist. Diese bewirkt eine Spinnbadströmung aus dem Spinnbadreservoir durch die Öffnungen im Eintrittsbereich des Spinnrohres in den Strömungskanal des Spinnrohres hinein und von dort weiter über den Spinnbadüberlauf in den Sammelbehälter. In Abhängigkeit der hydrostatischen Druckdifferenz ist die Strömungsgeschwindigkeit im Spinnrohr auf einfache Weise zu regulieren. Wichtig ist, daß der Pegel im Spinnbadreservoir bzw. die hydrostatische Druckdifferenz konstant gehalten werden. Es versteht sich von selbst, daß durch geeignete Maßnahmen die ablaufende Spinnbadmenge im Spinnbadreservoir ersetzt werden muß. Dies kann beispielsweise durch

Zufuhr frischen Spinnbads und/oder Spinnbadrückführung erfolgen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, die Fadenabzugsgeschwindigkeit auf Werte über 100 m/min bis zu 500 m/min zu steigern, ohne die bisher damit verbundenen Nachteile einer verschlechterten Morphologie des Fadens in Kauf nehmen zu müssen. Versuche haben ergeben, daß eine weitere Steigerung der Fadenabzugsgeschwindigkeiten auf Werte über 500 m/min möglich ist, wenn entsprechende Abzugsorgane verfügbar sind.

Es hat sich gezeigt, daß sich bei den genannten hohen Fadenabzugsgeschwindigkeiten eine Verbesserung der Spinnbarkeit dadurch erzielen läßt, daß die Ausspritztemperatur der Spinnlösung an der Düse mindestens auf die Temperatur des Spinnbads eingestellt wird. Insbesondere bei sehr hohen Fadenabzugsgeschwindigkeiten kann es von Vorteil sein, die Ausspritztemperatur höher als die Spinnbadtemperatur zu wählen.

Bei der Formgebung des Strömungskanals des Spinnrohres ist darauf zu achten, daß möglichst konstante bzw. sich nur langsam und kontinuierlich ändernde Reibungskräfte zwischen Faden und Spinnbad ergeben.

Gute Erfolge wurden bei der Verwendung eines Spinnrohres mit einem zylindrischen Querschnittsverlauf des Strömungskanals erzielt. Dieser hat den Vorteil einer äußerst einfachen Herstellung in Form einer Bohrung.

Für den Fall, daß eine absolute Konstanz der Badgeschwindigkeit im Strömungskanal des Spinnrohres erreicht werden soll, ist die Verdrängungswirkung der Grenzschichten zu berücksichtigen. So entwickelt sich eine Grenzschicht an der Wandung des Strömungskanals sowie an der Kontaktfläche zwischen Spinnbad und Faden. Die Verdrängungswirkung beider Grenzschichten bewirkt eine scheinbare Verengung der Querschnittsfläche des Strömungskanals, die dadurch kompensiert werden kann, daß sich der Querschnitt des Strömungskanals in Strömungsrichtung entsprechend der Verdrängungswirkung stetig erweitert. Dabei sind ggf. auch die Querschnittsänderungen des ersponnenen Fadens beim Durchgang durch das Spinnrohr mit zu berücksichtigen.

Zur Vereinfachung des Anspinnvorgangs bei derartigen Spinnverfahren wird erfindungsgemäß die Querschnittsfläche des Strömungskanals des Spinnrohres vorübergehend vergrößert bzw. das Spinnrohr in seiner Längserstreckung vorübergehend geöffnet.

Bei der erstgenannten Verfahrensvariante kann die Vergrößerung des Querschnitts des Strömungskanals beispielsweise dadurch erreicht werden, daß ein Reduziereinschub aus dem Spinnrohr entfernt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Hälfte des Strömungskanals durch den Reduziereinschub gebildet. Bei entferntem Reduziereinschub steht ein erweiterter Strömungskanal zur Verfügung, der ein sicheres und problemloses Anspinnen ermöglicht. In vielen Fällen ist es ausreichend, den Querschnitt auf das Doppelte zu vergrößern.

Nach dem Erreichen stabiler Spinnbedingungen wird der Reduziereinschub in das Spinnrohr langsam eingeführt, so daß der Faden in den sich verengenden Strömungskanal gezwungen wird. Nach Beendigung des Einschubvorgangs läuft der Faden stationär im Strömungskanal.

In der zweiten Verfahrensvariante wird erfindungsgemäß für den Anspinnvorgang das Spinnrohr in seiner gesamten Längserstreckung vorübergehend geöffnet. Das Anspinnen erfolgt somit unter ähnlichen Bedingungen wie bei Naßspinnverfahren mit ruhendem Spinnbad. Durch das freie Ausspinnen in das Spinnbad wird die Fadenbildung erleichtert, der ersponnene Faden kann trotz eventueller Verdickungsstellen ungehindert zur Spinnbadoberfläche aufschwimmen. Von dort wird der Faden der Abzugseinrichtung zugeführt.

Nachdem sich stationärer Zustand eingestellt hat, wird das Spinnrohr geschlossen, der Faden läuft nunmehr durch das Spinnrohr.

Durch diese Verfahrensvariante lassen sich die für Rohrspinnverfahren typischen Anspinnprobleme auf einfache Weise lösen. In vielen Fällen ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren erstmalig die Realisierung optimaler Verfahrensparameter. Insbesondere ist es nunmehr möglich, Spinnrohre mit sehr engen Strömungskanälen zu verwenden.

Zur Durchführung des Verfahrens hat sich eine Vorrichtung als besonders geeignet erwiesen, bei der das Spinnrohr in seiner gesamten Längserstreckung zweigeteilt ist. Es können geeignete, dem Fachmann ohne weiteres geläufige Führungsmittel vorhanden sein, durch die das für den Zeitraum des Anspinnvorgangs zu entfernende Teil des Spinnrohres auf einer definierten Bahn bewegt wird. Dies erleichtert insbesondere das Zusammenführen beider Teile des Spinnrohres nach dem Anlegen des Fadens, da eine Berührung zwischen Faden und Spinnrohr, beispielsweise durch unbeabsichtigtes Verkanten eines Spinnrohrteils, vermieden werden muß.

Die Führungsmittel können vorteilhafterweise so gestaltet sein, daß in der jeweiligen Endstellung das Spinnrohrteil gegen Verschiebungen gesichert ist. Insbesondere muß sichergestellt sein, daß das Spinnrohr im stationären Spinnbetrieb geschlossen bleibt und nicht durch Reibungskräfte des strömenden Spinnbades geöffnet wird.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung künstlicher Fäden aus Spinnlösungen nach dem Naßspinnverfahren, bei dem wenigstens ein Teil des Spinnbads fadenbegleitend durch ein Spinnrohr geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Geschwindigkeit des fadenbegleitenden Spinnbads (Badgeschwindigkeit) zur Geschwindigkeit des ersponnenen Fadens (Fadenabzugsgeschwindigkeit) einen Wert im Bereich von 0,15 bis 0,95 aufweist. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei im wesentlichen vertikaler Anordnung des Spinnrohres von unten nach oben gesponnen wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Spinnbadströmung im Strömungskanal des Spinnrohres erforderliche Druck über eine Niveaudifferenz des Spinnbades erzeugt und konstant gehalten wird. 15
4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fadenabzugsgeschwindigkeit zwischen 100 und 500 m/min liegt. 20
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausspritztemperatur der Spinnlösung in die Nähe der Temperatur des Spinnbads angehoben wird. 25
6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Spinnrohr mit zylindrischem Strömungskanal verwendet wird. 30
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Spinnrohr mit einem sich in Strömungsrichtung stetig erweiternden Strömungskanal verwendet wird. 35
8. Verfahren zur Herstellung künstlicher Fäden aus Spinnlösungen nach dem Naßspinnverfahren, bei dem wenigstens ein Teil des Spinnbads fadenbegleitend durch ein Spinnrohr geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zum Anspinnen die Querschnittsfläche des Strömungskanals des Spinnrohres vorübergehend vergrößert wird. 40
9. Verfahren zur Herstellung künstlicher Fäden aus Spinnlösungen nach dem Naßspinnverfahren, bei dem wenigstens ein Teil des Spinnbads fadenbegleitend durch ein Spinnrohr geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zum Anspinnen das Spinnrohr in seiner gesamten Längserstreckung vorübergehend geöffnet wird. 45
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Spinnrohr in seiner gesamten Längserstreckung zweigeteilt ist. 50