



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 652 382 A5

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: C 03 B 37/00

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

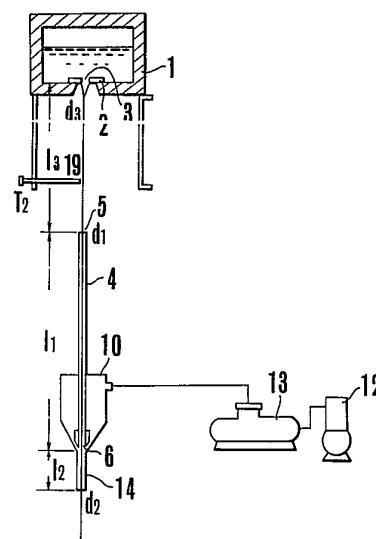
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer:	2741/81	㉔ Inhaber:	Japan Inorganic Material Co., Ltd., Fujisawa-shi/Kanagawa-ken (JP)
㉑ Anmeldungsdatum:	27.04.1981	㉕ Erfinder:	Kawai, Kyosuke, Fujisawa-shi/Kanagawa-ken (JP) Nakagawa, Mitsuru, Fujisawa-shi/Kanagawa-ken (JP) Kawai, Kiyoshi, Machida-shi/Tokyo (JP)
㉓ Priorität(en):	28.04.1980 JP 55-56984	㉖ Vertreter:	Bovard AG, Bern 25
㉔ Patent erteilt:	15.11.1985		
㉕ Patentschrift veröffentlicht:	15.11.1985		

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Spinnen von anorganischen Fasern.**

⑤⑦ Anorganisches Material wird in einem Schmelzofen (1) geschmolzen und durch eine in dessen Boden angebrachte Düsenöffnung (3) in Fadenform nach unten fließen gelassen. Der verfestigte, faserförmige Teil des Materials wird in die obere Öffnung (5) eines unterhalb der Düsenöffnung vertikal angeordneten Fadenführungsrohres (4) und dann in ein unterhalb des Fadenführungsrohres koaxial angeordnetes Beschleunigungsrohr (14) eingeleitet. Im Bereich zwischen Fadenführungs- und Beschleunigungsrohr ist um diese herum eine Druckluftkammer (10) angeordnet, aus welcher Druckluft durch einen ringförmigen, konvergierenden Schlitz (11) in die obere Öffnung des mit der Druckluftkammer verbundenen Beschleunigungsrohres eingeblasen wird. Durch die Ejektorwirkung des im Beschleunigungsrohr gebildeten Luftstroms und im Fadenführungsrohr entstehenden Unterdrucks wird das Filament ohne Abzugseinrichtung verstreckt und durch die Rohrkombination hindurchgeleitet. Das Verfahren und die Vorrichtung ermöglichen, bei höherer Produktionskapazität längere anorganische Filamente zu spinnen.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Spinnen von anorganischen Fasern mittels eines Hochgeschwindigkeits-Luftstroms, dadurch gekennzeichnet, dass man geschmolzenes, anorganisches, faserbildendes Material aus mindestens einer im Boden eines Schmelzofens angebrachten Düsenöffnung in Fadenform nach unten fließen lässt, den verfestigten, faserförmigen Teil des Materials in die obere Öffnung eines unterhalb der Düsenöffnung vertikal angeordneten Fadenführungsrohres einleitet, Druckluft aus einem ringförmigen Schlitz, der um das untere Ende des Fadenführungsrohres herum in Form eines nach unten abnehmenden stumpfen Kegels verläuft, ausstösst und solcherart in ein anschliessend an den ringförmigen Schlitz unterhalb des Fadenführungsrohres koaxial angeordnetes Beschleunigungsrohr eintreten lässt, dass sie im Zentrum des Beschleunigungsrohres einen Hochgeschwindigkeits-Luftstrom bildet, so dass der kontinuierlich gesponnene und in das Fadenführungsrohr eingeleitete und danach in das Beschleunigungsrohr eintretende, verfestigte, faserförmige Teil des anorganischen Materials im Beschleunigungsrohr durch den Hochgeschwindigkeits-Luftstrom der Einwirkung einer Zugkraft ausgesetzt ist.

2. Vorrichtung zur kontinuierlichen Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Schmelzofen (1) mit mindestens einer in seinem Boden angebrachten Düsenöffnung (3), ein unterhalb der Düsenöffnung vertikal angeordnetes Fadenführungsrohr (4) mit einer oberen Öffnung (5) und einer unteren Öffnung (6), dessen unteres Ende solcherart ausgebildet ist, dass es zusammen mit einer um dieses herum angeordneten Druckluftkammer (10) einen ringförmigen Schlitz (11) bildet, der in Form eines nach unten abnehmenden stumpfen Kegels verläuft, und durch ein unterhalb des Fadenführungsrohres koaxial angeordnetes, mit der Druckluftkammer verbundenes Beschleunigungsrohr (14).

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Spinnen von anorganischen Fasern aus einer Schmelze von anorganischem faserbildendem Material, beispielsweise Glas, Gestein, Schlacke, mittels eines Hochgeschwindigkeits-Luftstroms, und auf eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Ausführung des Verfahrens.

Konventionelle Verfahren zur Herstellung von Fasern durch Schmelzspinnen sind beispielsweise das Flammenblasverfahren, Zentrifugalverfahren, Hochgeschwindigkeits-Wickelverfahren unter mechanischer Verstreckung und dergleichen. Zur Herstellung von feinen anorganischen Fasern gelangt im allgemeinen das Flammenblasverfahren zum Einsatz, wobei als Brennstoff Petroleum verwendet wird. Ein faserbildendes, anorganisches Material, beispielsweise geschmolzenes Glas, wird dabei durch eine mittels eines Brenners oder dergleichen erzeugte Hochdruckflamme zu feinen Fasern ausgeblasen, wobei beispielsweise Glas-Stapelfasern erhalten werden. Bei diesem Flammenblasverfahren ist es kaum möglich, lange Fasern herzustellen. Ausserdem werden grosse Mengen Brennstoff benötigt, und die Produktionsrate ist ungenügend. Ein besonderes Problem ergibt sich ausserdem in letzter Zeit aus den Schwierigkeiten in der Rohölbeschaffung.

Im Hinblick auf diese Schwierigkeiten ist es sehr erwünscht, ein Verfahren mit hoher Produktionskapazität zu schaffen, das ohne flüssige Brennstoffe betrieben werden kann. Um diesen Anforderungen zu genügen, wurde in letzter Zeit eine Hochgeschwindigkeits-Spinnmethode unter Verwendung eines Luftstroms erforscht. Ein Verfahren zur Herstellung von organischen Fasern durch Schmelzspinnen eines Polymers wurde in "The Journal of Textile Society",

Bd. 30, Nr. 2, 1974 in einem Artikel "The High Speed Spinning by Using an Air Jet Nozzle" beschrieben. Hinsichtlich anorganischer Fasern war es jedoch bisher unmöglich, selbst nach dem vorstehend genannten Luftstrom-Spinnverfahren eine genügende Produktionskapazität zu erreichen. Demzufolge gelangte dieses Verfahren bisher noch nicht zum industriellen Einsatz für die Herstellung von anorganischen Fasern.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von anorganischen Fasern mittels eines Hochgeschwindigkeits-Luftstroms zu schaffen, das höhere Produktionskapazität und die Herstellung von längeren Fasern ermöglicht.

Es wurde gefunden, dass eine einzigartige Kombination einer bestimmten Länge eines Fadenführungsrohres, einer bestimmten Länge eines an das Fadenführungsrohr anschliessenden Beschleunigungsrohres und eines zwischen diesen beiden Rohren einmündenden ringförmigen Schlitzes, der um das untere Ende des Fadenführungsrohres herum in Form eines nach unten abnehmenden stumpfen Kegels verläuft und das Einblasen von Druckluft solcherart ermöglicht, dass im Zentrum des Beschleunigungsrohres ein Luftstrom gebildet wird, hervorragende Resultate ermöglicht.

Das auf dieser Erkenntnis beruhende erfindungsgemässe Spinnverfahren ist im Patentanspruch 1 definiert.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die im Patentanspruch 2 definierte Vorrichtung zur kontinuierlichen Ausführung des Verfahrens.

Der bei Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens unter Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung im Inneren des Fadenführungsrohres und des Beschleunigungsrohres auftretende Hochgeschwindigkeits-Luftstrom übt auf den verfestigten, faserförmigen Teil des anorganischen, faserbildenden Materials eine Zugkraft aus, so dass dieses kontinuierlich durch diese beiden Rohre hindurchgezogen wird. Ausserdem wird das fadenförmige Material durch den Luftstrom solcherart durch die beiden Rohre hindurchgeleitet, dass es nicht mit der Innenwandung dieser Rohre in Berührung tritt. Hierdurch gelangen keine unnatürlichen mechanischen Kräfte zur Einwirkung auf das Material, so dass die anorganische Faser kontinuierlich und ohne öftere Faserbrüche anfällt. Durch die Einführung des verfestigten faserförmigen Teils des anorganischen Materials in das unterhalb der Düsenöffnung vertikal angeordnete Fadenführungsrohr wird es ermöglicht, das geschmolzene anorganische Material auch aus mehreren Düsenöffnungen gleichzeitig ausfliessen zu lassen und die verfestigten Teile gemeinsam in das Fadenführungsrohr einzuleiten, ohne dass sich die einzelnen fadenförmigen Teile ineinanderschlingen, so dass das Spinnverfahren stabil und mit höherer Produktionskapazität ausgeführt werden kann.

Im nachstehenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielsweise erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung in Seitenansicht, und

Fig. 2 einen Längsschnitt durch das untere Ende der Vorrichtung gemäss Fig. 1 in vergrössertem Massstab.

Für die Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens unter Verwendung der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Vorrichtung wird das faserbildende, anorganische Material im Schmelzofen 1 geschmolzen und gelagert. Bei der Verwendung von Soda/Kalk-Glas beträgt die Temperatur der Schmelze im Schmelzofen 1 beispielsweise 1100 bis 1400 °C. Glas als Ausgangsmaterial wird vorzugsweise nach einem elektrischen Schmelzverfahren, das eine genaue Einstellung der Temperatur ermöglicht, geschmolzen. Beson-

ders bevorzugt wird die Schmelze entweder durch direkte Widerstandsheizung allein oder in Kombination mit indirekter Beheizung, beispielsweise Strahlenheizung, hergestellt.

Da bei direkter Widerstandsbeheizung die Erwärmung durch Wärmeerzeugung im Glas selbst erfolgt, liegt der Vorteil dieser Methode darin, dass die Temperatur im Bodenteil des Schmelzofens in der Umgebung der Düsenöffnung 3 schnell und genau eingestellt werden kann.

Die Temperatur der Schmelze im Ofen kann mittels eines Thermoelements, eines optischen Pyrometers oder dergleichen festgestellt werden. Über einen Temperaturregler kann die Temperatur der Schmelze automatisch reguliert werden.

Das Niveau der Schmelze im Schmelzofen kann durch automatische Zufuhr von neuem Ausgangsmaterial, entsprechend der Menge des aus der Düsenöffnung 3 ausfliessenden geschmolzenen Materials konstant gehalten werden.

Im Boden des Schmelzofens 1 befindet sich eine Düsenplatte 2. Nach Öffnen einer Düsenöffnung 3 in der Düsenplatte 2 fliesst die Schmelze in Fadenform nach unten. Im vorliegenden Fall besteht die Schmelze aus Glas, und die lichte Weite der Düsenöffnung 3 beträgt 1 bis 6 mm. Das aus der Düsenöffnung 3 ausfliessende geschmolzene Glas verfestigt sich in Abhängigkeit von der lichten Weite der Düsenöffnung in einem Abstand von 30 bis 60 mm unterhalb der Düsenöffnung. Ein Fadenführungsrohr 4 ist in einem Abstand von beispielsweise 200 bis 1000 mm unterhalb der Düsenöffnung vertikal angeordnet, weist eine lichte Weite von 2 bis 4 mm und eine Länge von 150 bis 1300 mm auf. Der verfestigte Teil des faserförmigen Materials wird in das Fadenführungsrohr 4 durch dessen obere Öffnung 5 eingeleitet. Falls das Fadenführungsrohr zu kurz ist, ergibt sich eine ungenügende Saugstromwirkung. Falls es zu lang ist, wird die Saugstromkraft jedoch durch den Widerstand des durch das Rohr hindurchlaufenden Fasermaterials und Luftstroms vermindert. Es ist somit wichtig, eine zweckentsprechende Länge des Fadenführungsrohrs zu wählen.

In Fig. 2 ist dargestellt, dass das Fadenführungsrohr 4 eine veränderte Form der unteren Öffnung 6 aufweist. Die untere Öffnung 6 ist mit einem Mundstück 7 versehen, das einen Teil des Fadenführungsrohrs 4 darstellt. Der äussere Umfang des unteren Endes des Fadenführungsrohrs verläuft in Form eines nach unten abnehmenden stumpfen Kegels. Um diesen unteren Teil des Fadenführungsrohrs 4 und das Mundstück 7 herum ist eine Druckluftkammer 10 angeordnet, deren Aussenwandung 8 im unteren Teil konisch nach unten abnehmend verläuft und im oberen Teil mit einem dicht schliessenden Deckel verschlossen ist. Der äussere Umfang der unteren Öffnung 6 und das Mundstück 7 des Fadenführungsrohrs 4 und die Innenwandung des unteren Teils der Druckluftkammer 10 bilden zusammen einen ringförmigen Schlitz 11, der in Form eines nach unten abnehmenden stumpfen Kegels verläuft.

Das Mundstück 7 ist mit der Innenwandung 8 des zylindrischen Teils der Druckluftkammer 10 verschraubt. Die lichte Weite des ringförmigen Schlitzes 11 ist durch Verstellen dieser Schraubverbindung regulierbar und beträgt vorzugsweise 0,2 bis 1,5 mm, insbesondere 0,2 bis 0,5 mm. Die Neigung des konvergierenden Schlitzes 11 beträgt zweckmässig 15 bis 30° zur Längsachse des Fadenführungs- und des Beschleunigungsrohrs. Druckluft wird der Druckluftkammer 10 von einem Kompressor 12 über einen Druckbehälter 13 in von Staub und Öl gereinigtem Zustand mit einem Überdruck von 3 bis 7 bar zugeführt. Unterhalb des Fadenführungsrohrs ist koaxial ein mit der Druckluftkammer verbundenes Beschleunigungsrohr 14 angeordnet. Das Beschleunigungsrohr 14 wird durch den unteren Teil der Wandung 8 der Druckluftkammer und ein Rohr 15, das mit diesem unteren Teil der Kammerwandung 8 verschraubt ist, ge-

bildet. Die Länge des Beschleunigungsrohrs 14 ist wichtig zur Erzielung einer zweckentsprechenden Zugkraft auf den im Beschleunigungs- und Fadenführungsrohr befindlichen, verfestigten, faserförmigen Teil des anorganischen Materials. In Abhängigkeit vom vorstehend erwähnten Neigungswinkel des konvergierenden Schlitzes 11 wird die Länge des Beschleunigungsrohrs 14 zweckmässig in einem Bereich von 40 bis 150 mm, gerechnet von der unteren Öffnung 6 des Fadenführungsrohrs an, gehalten. Die lichte Weite des Beschleunigungsrohrs 14 ist zweckmässig gleich oder geringfügig grösser als diejenige des Fadenführungsrohrs 4 und liegt vorzugsweise im Bereich von 3 bis 5 mm. Diese beiden Rohre stehen miteinander in Verbindung und die obere Öffnung 5 des Fadenführungsrohrs 4 wie auch die untere Öffnung des Beschleunigungsrohrs 14 sind gegen die Umgebungsatmosphäre offen. Die lichte Weite des Beschleunigungsrohrs kann von gleichbleibendem Durchmesser sein, weist jedoch vorzugsweise unterschiedliche Durchmesser, mit grösserem Durchmesser am unteren Austrittsende auf, so dass es also trompetenähnliche Form aufweist.

Die Druckluftkammer 10 ist so eingerichtet, dass durch den konvergierenden Schlitz 11 Druckluft in einer Menge von 40 bis 500 l/min ausgestossen werden kann, wobei der ringförmig ausgestossene Druckluftstrahl gegen das Zentrum des Beschleunigungsrohrs 14 hin unter Bildung eines Luftstrahls konvergiert. Dieser Luftstrahl übt auf den im Inneren des Beschleunigungsrohrs 14 befindlichen verfestigten Teil der Glasschmelze eine nach unten ziehende Zugkraft aus, und gleichzeitig wird durch Ejektorwirkung im Fadenführungsrohr 4 ein Unterdruck erzeugt. Falls das Beschleunigungsrohr zu kurz ist, wird die auf den verfestigten Teil der Glasschmelze einwirkende Zugkraft herabgesetzt. Dies scheint auf die Kürze eines Hochgeschwindigkeits-Stromteils innerhalb des Beschleunigungsrohrs zurückzuführen zu sein. Falls das Beschleunigungsrohr zu lang ist, steigt jedoch der innere Widerstand dieses Rohrs an. Hierdurch wird der Innendruck erhöht, so dass es kaum möglich ist, im Fadenführungsrohr einen Unterdruck zu erzeugen, wodurch die kontinuierliche Bildung langer Glasfasern verhindert wird. Die Länge des Beschleunigungsrohrs muss somit in einem zweckentsprechenden Bereich gehalten werden.

Wie bereits erwähnt liegt die Länge des Beschleunigungsrohrs zweckmässig in einem Bereich von 40 bis 150 mm, wobei jedoch zu beachten ist, dass die Saug- und Zugkräfte wirksamer erhältlich sind, wenn die Länge des Beschleunigungsrohrs genau auf die Länge des Fadenführungsrohrs abgestimmt wird. Ein bevorzugtes Verhältnis der Länge des Beschleunigungsrohrs zu derjenigen des Fadenführungsrohrs liegt im Bereich von 1 : 0,2. Besonders zweckmässig ist es, wenn die Länge des Beschleunigungsrohrs 100 bis 150 mm und  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{10}$  der Länge des Fadenführungsrohrs beträgt.

Durch den bei der Ausführung des beschriebenen Verfahrens mittels der beschriebenen Vorrichtung im Fadenführungsrohr 4 und im Beschleunigungsrohr 14 gebildeten Hochgeschwindigkeits-Luftstrom wird auf den verfestigten faserförmigen Teil der Glasschmelze eine Zugkraft ausgeübt, durch welche dieser Teil verstrekt wird, so dass kontinuierlich und in stabiler Weise Glasfasern mit einem Durchmesser von 3 bis 25  $\mu$ m gesponnen werden können. Derartig stabiles Spinnen von Glasfasern ist der Tatsache zuzuschreiben, dass der Luftstrom im allgemeinen im Zentrum des Rohrs schneller verläuft und der Druck im Rohrinnen im Zentrum relativ zum Druck in der Nähe der Innenwandung des Rohrs niedrig ist. Somit wird die Glasfaser sowohl im Fadenführungsrohr wie auch im Beschleunigungsrohr im Zentrum des Rohrs gehalten, und die aus dem Hochgeschwindigkeits-Luftstrom resultierende Zugkraft kann über die gesamte

Länge der in diesen beiden Rohren befindlichen Glasfaser einwirken, ohne dass diese mit der Rohr-Innenwandung in Berührung tritt. Die Erfindung ermöglicht somit die kontinuierliche Herstellung von Glasfilamenten, was nach konventionellen Verfahren kaum möglich ist.

Die nach der Erfindung erzielbare Produktionskapazität kann weiterhin erhöht werden durch wirksame Anwendung der aus der vorstehend beschriebenen Ejektorwirkung resultierenden Zugkraft für die Fortbewegung der Fasern, da die fadenförmig aus der Düsenöffnung geflossene Glasschmelze innert sehr kurzer Zeitdauer und innerhalb eines kurzen Weges auf den erwünschten Faserdurchmesser verstreckt und verfestigt werden muss. Nach der Verfestigung kann die Faser kaum verstreckt werden und wird in diesem Zustand durch die Ejektorwirkung durch das Fadenführungsrohr und das Beschleunigungsrohr getrieben. Es wurde gefunden, dass es zur Erfüllung der vorstehenden Anforderung besonders wirksam ist, die Temperatur der Atmosphäre unterhalb der Düsenöffnung herabzusetzen, ohne jedoch die Innentemperatur des unteren Teils des Schmelzofens in der Umgebung der Düsenöffnung zu vermindern.

Die Spinnkapazität wurde durch die nachstehend beschriebene Versuchsanordnung in grossem Ausmass erhöht:

Die Temperatur der Atmosphäre im Teil 19 gemäss Fig. 1, etwa 300 mm unterhalb der Düsenöffnung, wird auf einen Bereich von 350 bis 100 °C unterhalb des Erweichungspunktes der Schmelze gekühlt. Dies kann durch Kühlung entweder mittels eines Wasser-Kühlmantels oder mittels Kühlluft erfolgen.

#### Beispiel 1

Auf der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung wurde ein verfestigtes Filament aus einer Glasschmelze in das Fadenführungsrohr eingeleitet. Die Länge  $\lambda_2$  des Beschleunigungsrohrs betrug 60 mm, der Abstand  $\lambda_3$  zwischen Düsenöffnung und oberer Öffnung des Fadenführungsrohrs betrug 1000 mm, die lichte Weite  $d_1$  des Fadenführungsrohrs betrug 2 mm, die lichte Weite  $d_2$  des Beschleunigungsrohrs betrug 3 mm, der Neigungswinkel  $\alpha$  des in Form eines nach unten abnehmenden stumpfen Kegels verlaufenden Schlitzes zur Längsachse des Fadenführungsrohrs betrug 20°, die lichte Weite  $W$  dieses Schlitzes betrug 0,5 mm, die lichte Weite  $d_3$  der Düsenöffnung betrug 3 mm, und die Druckluft wurde mit einem Überdruck  $P$  von 5 bar zugeführt.

Die Temperatur  $T_1$  der Glasschmelze betrug 1300 °C und die Temperatur  $T_2$  der Atmosphäre in einem Teil 250 mm unterhalb der Düsenöffnung betrug 300 °C.

Für die Ausführung von verschiedenen Spinnversuchen mit unterschiedlichen Spinn- und Fadenführungs- und Zeiteinheiten in m/min und einer pro Fadenführungsrohr und Zeiteinheit versponnenen gleichbleibenden Schmelze von 200 g/h wurde die Länge  $\lambda_1$  des Fadenführungsrohrs im Bereich von 300 bis 1000 mm variiert.

Die jeweilige Länge des Fadenführungsrohrs, die Spinn- und Fadenführungs- und Zeiteinheiten in m/min und der Durchmesser der jeweils erhaltenen Glasfaser sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1

$\lambda_1$ mm	Spinn- und Fadenführungs- und Zeiteinheiten, m/min					Faserdurchmesser	
	Spinnversuch					Durchschnitt	$\mu\text{m}$
	1	2	3	4			
300	3240	3500	2930	2930	3150	23,3	
400	3720	4080	4340	3460	3900	20,9	
500	4080	4200	3960	3960	4050	20,5	
600	4200	4080	4920	4800	4500	19,4	
800	6170	5630	5800	5240	5710	17,3	
1000	6150	6300	6600	6310	6340	16,4	

#### Beispiel 2

Unter Verwendung der in Fig. 1 dargestellten Spinnvorrichtung wurde unter Einleitung des verfestigten Teils einer Glasschmelze in das Fadenführungsrohr unter den nachstehenden Bedingungen ein Endlosfilament gesponnen, wobei die Länge des Fadenführungsrohrs  $\lambda_1$  und des Beschleunigungsrohrs  $\lambda_2$  in den angegebenen Bereichen und auch die Temperatur  $T_2$  der Atmosphäre 250 mm unterhalb der Düsenöffnung variiert wurden:

Temperatur der Glasschmelze, $T_1$	1320 °C
Temperatur der Atmosphäre 250 mm unterhalb der Düsenöffnung, $T_2$	300–400 °C
lichte Weite der Düsenöffnung, $d_3$	3 mm
Überdruck der Druckluft, $P$	5 bar
Neigungswinkel des konvergierenden Schlitzes zur Längsachse des Faden-	

führungsrohrs, $\alpha$	20°
lichte Weite des konvergierenden Schlitzes, $W$	0,2 mm
lichte Weite des Fadenführungsrohrs, $d_1$	2 mm
lichte Weite des Beschleunigungsrohrs, $d_2$	3 mm
Abstand zwischen der Düsenöffnung und der oberen Öffnung des Fadenführungsrohrs, $\lambda_3$	300 mm
Länge des Fadenführungsrohrs, $\lambda_1$	150–1150 mm
Länge des Beschleunigungsrohrs, $\lambda_2$	100–150 mm

Die jeweilige Temperatur  $T_2$  in °C, die jeweilige Länge des Fadenführungs- bzw. Beschleunigungsrohrs in mm, Spinn- und Fadenführungs- und Zeiteinheiten in m/min, pro Fadenführungsrohr und Zeiteinheit versponnene Glasschmelze in g/h und der Durchmesser des jeweils erhaltenen Filamentes in  $\mu\text{m}$  sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2

T <sub>2</sub>	λ <sub>1</sub>	λ <sub>2</sub>	Spinnengeschwindigkeit, m/min				versponnene Glas- schmelze	Faserdurchmesser
			Spinnversuch					
C	mm	mm	1	2	3	Durchschnitt	g/h	μm
300	150	100	3330	3330	3180	3280	187	22,0
300	150	150	3270	2950	3620	3280	174	21,2
300	400	125	5460	4850	4870	5060	246	20,3
300	650	125	9160	7840	7900	8300	310	17,8
300	800	125	7980	8460	7020	7820	298	18,0
300	1150	125	6660	6420	7050	6710	265	18,3
400	400	125	4380	4610	4810	4600	206	19,5
400	650	125	6040	6140	6330	6170	210	17,0

## Beispiel 3

Beispiel 2 wurde mit den nachstehenden Ausnahmen wiederholt, dass in das Fadenführungsrohr 1 bzw. 5 verfestigte(r) Teil(e) eingeleitet wurde(n), die lichte Weite  $d_3$  der Düsenöffnung 2,5 mm, die Länge  $\lambda_2$  des Beschleunigungsrohrs 125 mm, die Temperatur T<sub>2</sub> der Atmosphäre im Teil

250 mm unterhalb der Düsenöffnung 300 °C betrug und die Länge  $\lambda_1$  des Fadenführungsrohrs variiert wurde. Die jeweilige Spinnengeschwindigkeit pro Filament in m/min, die jeweilige pro Fadenführungsrohr und Zeiteinheit versponnene Glasschmelze in g/h und der Durchmesser des jeweils erhaltenen Filamentes in  $\mu\text{m}$  sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3

Anzahl Filamente pro Fadenführungsrohr	$\lambda_1$	Spinnengeschwindigkeit m/min				versponnene Glas- schmelze	Faserdurchmesser
		Spinnversuch					
	mm	1	2	3	Durchschnitt	g/h	$\mu\text{m}$
1	150	4250	3560	4040	3950	47	10,0
1	400	6620	5480	6200	6100	41	7,6
1	650	11000	9940	9120	10020	55	6,8
1	800	8710	9700	8680	9030	52	7,0
1	1150	5420	4920	4810	5050	41	8,4
5	150	1040	940	870	950	58	10,2
5	400	1580	1420	1380	1460	52	7,8
5	650	2550	2490	2190	2410	66	6,8
5	800	2170	2350	1960	2160	64	7,1
5	1150	1330	1200	1160	1230	51	8,4

Während in den Beispielen 1 und 2 das kontinuierliche Spinnen des Einzelfilamentes beschrieben ist, ist es möglich, durch Erhöhen der Anzahl Düsenöffnungen im Schmelzofen, wie in Beispiel 3 beschrieben, gleichzeitig mehrere Filamente zu spinnen.

Weiterhin ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf die ausschliessliche Verwendung von Glas als anorganisches Ausgangsmaterial beschränkt, sondern es können beliebige andere anorganische, faserbildende Materialien, wie Gestein, Schlacke, Zement/Glas-Gemische, Siliciumdioxid und Gemische davon mit Aluminiumoxid und dergleichen, als Ausgangsmaterialien verwendet werden.

Die Vorteile der Erfindung sind jedoch bei der Verwendung von Glas als Ausgangsmaterial besonders augenfällig, da es nach dem erfindungsgemässen Verfahren unter Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung möglich ist,

bei höherer Produktionskapazität längere Fasern zu spinnen als nach konventionellen Verfahren. Dieser Vorteil ist besonders hervorragend, wenn Fasern mit einem Durchmesser im Bereich von 15 bis 25  $\mu\text{m}$  gesponnen werden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass es im Gegensatz zu konventionellen Methoden möglich ist, kontinuierlich lange Filamente ohne den Einsatz einer Aufspuleinrichtung zu spinnen. Die Fasern können somit ohne Schwierigkeiten zu Matten, Filzen und Nonwovens jeder beliebigen Form verarbeitet werden.

Die nach dem beschriebenen Verfahren erhältlichen langen Fasern können vorteilhaft eingesetzt werden für die Herstellung von Matten zur Verwendung in Akkumulatoren, Dachisolationen, Filtern, Wärme- und Schallisolationen sowie als Verstärkungsmaterial für Kunststoffe und Zement.

FIG1

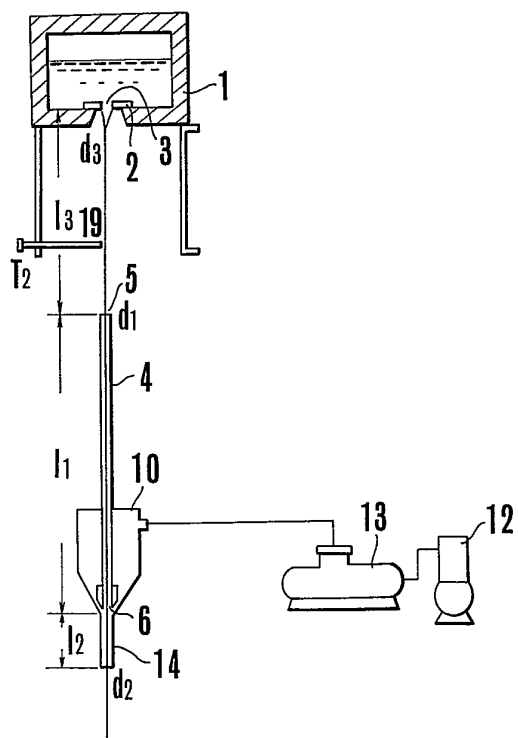


FIG2

