

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 344 650 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **02.12.92**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **D02G 1/16, D02G 3/40**

(21) Anmeldenummer: **89109563.0**

(22) Anmeldetag: **26.05.89**

(54) **Verfahren zum Herstellen eines multifilen, anorganischen Fadens.**

(30) Priorität: **01.06.88 DE 3818606**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.12.89 Patentblatt 89/49**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**02.12.92 Patentblatt 92/49**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**CH-A- 415 939**  
**FR-A- 1 302 030**  
**GB-A- 916 293**

(73) Patentinhaber: **BARMAG AG**  
**Leverkuser Strasse 65 Postfach 11 02 40**  
**W-5630 Remscheid 11(DE)**

(72) Erfinder: **Noelle, Wolfgang**  
**Saalberg 71a**  
**W-5828 Ennepetal 22(DE)**

(74) Vertreter: **Pfingsten, Dieter, Dipl.-Ing.**  
**Barmag AG Leverkuser Strasse 65 Postfach**  
**110240**  
**W-5630 Remscheid 11(DE)**

**EP 0 344 650 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft das Verfahren zum Herstellen eines multifilen, anorganischen Fadens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen faserverstärkten Verbundwerkstoff.

Dieses Verfahren ist bekannt und üblich zur Herstellung von Fäden mit Glasfaserseele. Bei diesem üblichen Verfahren wird ein Hauptfaserbündel aus den anorganischen Glasfasern durch einen Begleitfaden aus thermoplastischem Material, z.B. Polyamid, Polyäthylen, Polypropylen, umwickelt. Ein derartiges Verfahren erfordert einen hohen apparativen Aufwand und ist dabei langsam und kostspielig.

Um ein Glasfasergarn mit möglichst rundem, kompaktem Querschnitt herzustellen, ist es durch US-A-4,307,497 auch bekannt, das Garn in einer Luftdüse zu behandeln und dabei mit einem Falschzwirn alternierender Richtung zu versehen. Ferner wird dabei das Garn mit einer Binderflüssigkeit behandelt, wobei das Garn anschließend noch bei Temperaturen von 425° bis 650 °C erhitzt und dadurch der Binder eingetrocknet wird. Der Binder ist bei der Weiterverarbeitung störend bzw. muß nach der Weiterverarbeitung des Glasfadens zu einem Flächengebilde, z.B. Gewebe, ausgewaschen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so fortzubilden, daß ein sofort gebrauchsfähiger anorganischer Faden mit möglichst rundem und kompaktem Querschnitt in einem schnellen und bezüglich der erforderlichen technischen Einrichtungen wenig aufwendigen Verfahren hergestellt werden kann.

Die Lösung ergibt sich aus dem Kennzeichen des Anspruchs 1.

Durch die Maßnahme nach Anspruch 2 kann vermieden werden, daß das Hauptfaserbündel bei Zugbelastung auch Querkräften ausgesetzt wird, die insbesondere bei Glasfäden und Kohlestoffäden zum Bruch führen.

Die nach der Erfindung vorgesehene Erhitzung des kombinierten Faserbündels kann nach dem Aufwickeln oder vor dem Aufwickeln in einer weiteren zwischengeschalteten Verfahrensstufe erfolgen. Durch das Erhitzen schrumpfen die Fasern des thermoplastischen Begleitfaserbündels, wobei sie gleichzeitig anschmelzen und sich an die Oberfläche des Hauptfaserbündels anlegen. Hierdurch erhalten die Fasern des Hauptfaserbündels einen Zusammenhalt und werden gleichzeitig in einem im wesentlichen runden, kompakten Querschnitt festgelegt. Je nach Höhe der Temperatur schmelzen die thermoplastischen Fasern des Begleitfaserbündels auch zumindest an ihrer Oberfläche. Dadurch wird der Zusammenhalt des Hauptfaserbündels verstärkt und außerdem bilden die thermoplasti-

schen Fasern eine Schutzschicht, die die empfindlichen anorganischen Fasern schützt.

Eine besonders dichte, kompakte Lage der Fasern des Hauptfaserbündels läßt sich auch dadurch erzielen, daß das kombinierte Faserbündel mit Spannung durch die Heizzone geführt wird.

Bei der Herstellung von faserverstärkten Verbundkörpern, die aus einer Matrix mit Fasereinlage bestehen, besteht ein Problem darin, eine gute Haftung zwischen Matrixmaterial und Verstärkungsfasern zu erzielen. Die Haftung zwischen anorganischen Fasern und der Matrix ist häufig unzulänglich, wenn das Matrixmaterial unter Biege- oder Zugbelastung steht.

Dieses Problem wird in einer Weiterbildung der Erfindung nach den Ansprüchen 4 und 5 gelöst, indem zur Herstellung eines faserverstärkten Verbundkörpers multifile, anorganische Fäden nach dieser Erfindung verwandt werden. Insofern liegt der Vorteil der Erfindung darin, daß durch die Fasern des thermoplastischen Begleitfaserbündels eine Modifizierung der Oberfläche des Hauptfaserbündels eintritt, wobei die thermoplastischen Fasern eine gute Haftung vermitteln. Das gilt insbesondere für Verbundwerkstoffe, deren Matrix ein Duroplast oder Thermoplast ist. Es kann sich dabei z.B. um Leiterplatten, Wärmeschutzplatten, Schleifscheiben und sämtliche faserverstärkten Kunststoffteile handeln.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels dargestellt.

Die Zeichnung zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens. Als anorganischer, multifiler Faden wird ein Chemiefaserbündel behandelt.

Von der Vorlagespule 1 wird das Glasfaserbündel 2 abgewickelt. Hierzu wird die Vorlagespule an ihrem Umfang durch eine Antriebswalze 3 mit Antriebsmotor 4 angetrieben. Das Glasfaserbündel 2 durchläuft sodann das Lieferwerk 5 und daran anschließend eine Befeuchtungseinrichtung 11. Durch Befeuchtungseinrichtung 11 kann das Glasfaserbündel mit Wasser durchtränkt werden.

Von der Vorlagespule 6 wird ein Begleitfaserbündel 7 mittels Lieferwerk 8 über Kopf abgezogen. An das Lieferwerk 8 schließt sich eine Befeuchtungseinrichtung 12 an. In der Befeuchtungseinrichtung 12 kann das Begleitfaserbündel ebenfalls mit Wasser durchtränkt werden. Das Glasfaserbündel, im folgenden auch Hauptfaserbündel genannt, wird sodann gemeinsam mit dem Begleitfaserbündel, welches aus thermoplastischem Material besteht, in die Texturierdüse 10 geführt und mittels Lieferwerk 13 gemeinsam als Gesamtfaden 14 durch Lieferwerk 13 aus der Texturierdüse abgezogen. Der Gesamtfaden wird sodann durch eine Konvektionsheizeinrichtung 15 geführt. Die Konvektionsheizeinrichtung 15 weist vor allem ein Heizrohr

16 auf, durch welches der Gesamtfaden 14 geführt wird. Das Heizrohr 16 ist von außen beheizt. Der Gesamtfaden 14 wird aus der Heizeinrichtung 15 durch Lieferwerk 17 abgezogen. Anschließend wird der Gesamtfaden 14 zu einer Spule 20 aufgespult. Die Aufspuleinrichtung ist lediglich schematisch dargestellt und besteht aus der Antriebswalze 21, die die Spule 20 an ihrem Umfang antreibt, einer Kehrgewindewelle 18 und einem Changierfadenführer 19, welcher den Gesamtfaden längs der Spule hin- und herführt, und einem Antriebsmotor 22 für die Antriebswalze 21. Alle angetriebenen Teile der Vorrichtung, also die Antriebswalze 3, das Lieferwerk 5, das Lieferwerk 8, das Lieferwerk 13, das Lieferwerk 17, die Antriebswalze 21 können mit wählbarer Geschwindigkeit angetrieben werden. Hierzu sind je nach Auslegung der jeweiligen Antriebe einstellbare Getriebe oder einstellbare Frequenzgeber 9, 23, 24, 25, 26 vorgesehen. Durch Einstellung des Drehzahlverhältnisses zwischen der Antriebswalze 3 und dem Lieferwerk 5 wird gewährleistet, daß das Glasfaserbündel sicher von der Vorlagespule 1 abgezogen wird. Durch das Lieferwerk 5 wird vermieden, daß sich die dabei entstehenden Zugkraftschwankungen des Glasfaserbündels 2 bis in die Texturierdüse 10 fortsetzen.

Durch das Drehzahlverhältnis zwischen dem Lieferwerk 5 vor der Texturierdüse und dem Lieferwerk 13 hinter der Texturierdüse wird die Fadenspannung eingestellt, mit der das Glasfaserbündel 2 durch die Texturierdüse 10 geführt wird. In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird das Glasfaserbündel, welches das Hauptfaserbündel ist, unter relativ großer Spannung durch die Texturierdüse 10 geführt. Dadurch wird vermieden, daß die Luftkräfte, die in der Texturierdüse 10 an dem Hauptfaserbündel angreifen, zu Deformationen der Filamente führen. Das ist vorteilhaft, weil die anorganischen Fasern des Hauptfaserbündels wenig geeignet sind, Querkräfte aufzunehmen. Es kommt daher darauf an, daß sie ihre Ausrichtung in der Längsrichtung des Fadens im wesentlichen beibehalten.

Das Drehzahlverhältnis zwischen dem Lieferwerk 8 vor und dem Lieferwerk 13 hinter der Texturierdüse bestimmt die Fadenspannung, mit der der thermoplastische Begleitfaden 7 in die Texturierdüse 10 geführt und mit dem Hauptfaserbündel 2 vermischt wird. Dabei ist die Liefergeschwindigkeit des Lieferwerks 8 bevorzugt größer als die Abzugsgeschwindigkeit des Lieferwerks 13. Dadurch wird erreicht, daß die Filamente des Begleitfaserbündels durch die Luftkräfte einem Platzwechsel unterworfen werden und Bögen bilden, die das Hauptfaserbündel durchdringen. Bei noch größerer Zuliefergeschwindigkeit 8 relativ zur Abzugsgeschwindigkeit 13 wird überdies erreicht, daß die Luftkräfte auch dazu führen, daß die Filamente des

Begleitfaserbündels Schlingen, Schlaufen bilden, welche das Hauptfaserbündel durchdringen. Durch Einstellung der Überlieferung (Verhältnis der Zuliefergeschwindigkeit 8 zur Abzugsgeschwindigkeit 13) kann zudem bestimmt werden, wie weit Stücke dieser Schlingen, Schlaufen, Bögen über den Querschnitt des Hauptfaserbündels hinausragen.

Bei der Texturierdüse 10 kann es sich um eine Verwirbelungsdüse handeln, wie sie üblicherweise zur Herstellung von lufttexturierten Garnen verwandt wird (Ausführungsbeispiele z.B. in: "Textilpraxis" 1969, S. 515 (Lünenschloß u.a.: "Texturierung von Chemiefäden im Luftstrom")).

Es kann sich aber auch um eine sog. Tangeldüse handeln, die lediglich zur Herstellung von Verknötungen dient. Ausführungsbeispiele derartiger Düsen ergeben sich z.B. aus der CH-A-415 939 (DuPont).

Wie bereits erwähnt, wird der Gesamtfaden 14 mit einer einheitlichen Geschwindigkeit aus der Texturierzone durch Lieferwerk 13 abgeführt. Vorzugsweise wird der Hauptfaden mit nur geringer Überlieferung, die zwischen 0 bis 5% beträgt, in die Texturierzone geführt. Der thermoplastische Faden hat gleichzeitig eine Überlieferung zwischen 10 und 100%. Dadurch, daß der Glasfaden ziemlich stramm durch die Texturierdüse 10 läuft, reichen die Luftkräfte nicht aus, den Glasfaden vollständig aufzulösen. Vielmehr werden nur in den äußeren Filamenten Platzwechsellerscheinungen hervorgerufen. Das hat zur Folge, daß die Filamente des thermoplastischen Begleitfadens nur mit diesen Glasfilamenten, die einen Platzwechsel durchführen, verflochten oder in sonstiger Weise verblasen werden. Daher legen sich die Filamente des thermoplastischen Begleitfadens nach Art eines Mantels um den Glasfaden herum.

Das Drehzahlverhältnis zwischen dem Lieferwerk 13 und dem Lieferwerk 17 bestimmt die Fadenspannung des Gesamtfadens in dem Heizrohr 16.

Die Temperatur des Heizrohres 16 wird so hoch eingestellt, daß das Polymer des Begleitfaserbündels zumindest schrumpft, vorzugsweise auch erweicht. Durch die bei Hitze auftretende Schrumpfung des Polymers bewirken die Faserstücke der Filamente des Begleitfaserbündels, welche quer zur Fadenachse liegen, also die Schlingen, Schlaufen, Bögen und dgl., eine Kompaktierung des Querschnitts des Gesamtfadens. Gleichzeitig werden vor allem die Filamentstücke, die über die Außenoberfläche des Gesamtfadens hinausragen, erweicht. Dadurch binden diese Filamentstücke die Filamente des Hauptfaserbündels dauerhaft ein. Ferner entsteht durch die Schwingungen des Gesamtfaserbündels im Heizrohr auf allen Bereichen des Umfangs des Gesamtfaserbündels Kontakt mit dem Heizrohr 16. Dadurch werden die über den

Umfang des Gesamtfadens hinausstehenden Polymerfilamente an die Oberfläche des Gesamtfadens "angebügelt". Auch hierdurch wird die Einbindung verstärkt. Dabei kann es nicht ausgeschlossen werden und es ist nicht nur unschädlich, sondern in besonderen Fällen auch erwünscht, daß die Temperatur des Heizrohres so hoch ist, daß es zum Schmelzen der Polymerfilamentstücke, die über die Oberfläche des Gesamtfadens hinausragen, kommt. Die Temperatur des Heizrohres kann auch über der Schmelztemperatur des Polymers liegen. Es muß lediglich vermieden werden, daß es durch Temperatureinwirkung zur Zerstörung des Polymers kommt.

Das Gesamtfaserbündel wird mit einer relativ hohen Spannung durch das Heizrohr geführt. Das heißt, daß die Abzugsgeschwindigkeit des Lieferwerks 17 geringfügig höher, gleich oder geringfügig kleiner ist als die Zuführgeschwindigkeit des Lieferwerks 13. Bei einer Voreilung des Lieferwerks 13 von 0 bis 5% ist noch gewährleistet, daß der Gesamtfaden unter einer ausreichenden Spannung steht, wobei sich die Schrumpfkkräfte vor allem in Querrichtung auswirken können.

Durch Einstellung der Geschwindigkeit der Antriebswalze 21 können weiche oder harte Spulen hergestellt werden.

Die Erfindung hat gegenüber der bekannten Luftstrahlbehandlung des Glasfaserbündels den Vorteil, daß das Glasfaserbündel nicht oder nur in geringem Maße an den Platzwechselercheinungen teilnimmt. Daher tritt im Gegensatz zu der bekannten Luftstrahlbehandlung kein bzw. nur ein geringer Festigkeitsverlust ein. Durch die Erfindung entstehen anorganische, z.B. Glas-Fäden, die eine Art Ummantelung aus thermoplastischem Material besitzen. Sie eignen sich daher sehr gut für die Weiterverarbeitung und haben insbesondere in faserverstärkten Werkstoffen eine gute Verbindung mit der Werkstoffmatrix. Bei Herstellung von Flächegebilden wie Geweben oder dgl. ist es möglich, die Polymerkomponente durch Lösungsmittel wieder auszuwaschen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines multifilen, anorganischen Fadens durch Zusammenbinden der anorganischen Fasern, insbesondere Glasfasern, Kohlestofffasern, Metallfasern eines Hauptfaserbündels mittels eines Begleitfaserbündels, welches Begleitfaserbündel aus thermoplastischen Endlosfasern besteht, dadurch gekennzeichnet, daß das Hauptfaserbündel gemeinsam mit dem ungespannten Begleitfaserbündel durch die Verwirbelungszone einer Gasdüse geführt und darin durch Gasstrahlen und/oder Gaswirbel

derart verblasen wird, daß Fasern des Begleitfaserbündels stückweise in Form von Schlingen, Schlaufen, Bögen und dgl. in das Hauptfaserbündel eindringen und mit dem Hauptfaserbündel vermischt werden, und daß das kombinierte Faserbündel anschließend bei einer zur Erweichung des Begleitfaserbündels ausreichenden Temperatur erhitzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hauptfaserbündel unter Spannung durch die Verwirbelungszone geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das kombinierte Faserbündel unter Spannung durch die Heizzone geführt wird.
4. Faserverstärkter Verbundwerkstoff, gekennzeichnet durch Verstärkungsfäden, die aus einem multifilen, anorganischen Hauptfaserbündel bestehen, welches mit einem thermoplastischen Begleitfaserbündel derart verbunden ist, daß Fasern des Begleitfaserbündels in Form von Schlingen, Schlaufen, Bögen und dgl. in das Hauptfaserbündel eindringen und in das Hauptfaserbündel eingemischt sind, und daß Fasern des Begleitfaserbündels in Form von Schlingen, Schlaufen, Bögen und dgl. auf der Oberfläche des Hauptfaserbündels liegen und dieses umschließen.
5. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Verbundkörpers, gekennzeichnet durch die Verwendung eines nach den Ansprüchen 1 bis 3 hergestellten Glasfadens, Kohlestofffadens, Metallfadens.

## Claims

1. A method of manufacturing a multifilament, inorganic yarn by joining together the inorganic fibres, more particularly glass fibres, carbon fibres, metal fibres, of a main fibre bundle by means of an accompanying fibre bundle made of continuous thermoplastic fibres, characterised in that the main fibre bundle is conveyed together with the non-tensioned accompanying fibre bundle through the turbulence zone of a gas nozzle, where it is blown by gas jets and/or gas vortices in such a manner that fibres of the accompanying fibre bundle penetrate the main fibre bundle in sections in the form of loops, arcs and the like and are mixed with the main fibre bundle, and the combined

fibre bundle is then heated at a sufficiently high temperature for the softening of the accompanying fibre bundle.

2. A method according to claim 1, characterised in that the main fibre bundle is conveyed under tension through the turbulence zone. 5
3. A method according to claim 1 or 2, characterised in that the combined fibre bundle is conveyed under tension through the heating zone. 10
4. A fibre-reinforced composite material, characterised by reinforcing threads comprising a multifilament, inorganic main fibre bundle, which is connected with a thermoplastic accompanying fibre bundle in such a manner that fibres of the accompanying fibre bundle penetrate the main fibre bundle in the form of loops, arcs and the like and are mixed into the main fibre bundle, and fibres of the accompanying fibre bundle lie in the form of loops, arcs and the like on the surface of the main fibre bundle and enclose said main fibre bundle. 15  
20  
25
5. A method for manufacturing a fibre-reinforced composite element, characterised by the use of a glass yarn, carbon yarn or metal yarn manufactured according to claims 1 to 3. 30

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un fil multifilaire inorganique en liant les fibres inorganiques, en particulier des fibres de verre, des fibres de carbone, des fibres métalliques, d'un paquet principal de fibres au moyen d'un paquet secondaire de fibres composé de filaments thermoplastiques, caractérisé en ce que le paquet principal de fibres est amené avec le paquet secondaire de fibres non tendu à travers la zone de tourbillonnement d'une buse à gaz et y est soumis à des jets de gaz et/ou à un tourbillon de gaz de manière telle que des fibres du paquet secondaire de fibres pénètrent par morceaux sous la forme de lacets, de boucles, d'arcs et analogues dans le paquet principal et soient mélangées au paquet principal de fibres et en ce que le paquet de fibres combiné est ensuite chauffé à une température suffisante pour ramollir le paquet secondaire de fibres. 35  
40  
45  
50
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le paquet principal de fibres est amené à travers la zone de tourbillonnement en étant tendu. 55

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le paquet de fibres combiné est amené dans la zone de chauffage en étant tendu.

4. Matériau composite renforcé par fibres, caractérisé par des fils de renforcement qui sont composés d'un paquet principal de fibres multifilaires inorganiques qui est lié à un paquet secondaire de fibres thermoplastiques de manière telle que les fibres du paquet secondaire de fibres pénètrent dans le paquet principal de fibres sous la forme de lacets, de boucles, d'arcs et analogues et soient mélangées au paquet principal de fibres et en ce que des fibres du paquet secondaire de fibres se trouvent à la surface du paquet principal de fibres sous forme de lacets, de boucles, d'arcs et analogues et l'entourent.

5. Procédé de fabrication d'un corps composite renforcé par fibres, caractérisé par l'utilisation d'un fil de verre, d'un fil de carbone, d'un fil métallique fabriqué selon les revendications 1 à 3.

