(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

# PATENTSCHRIFT

**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461 (11) **1589 19**

Int.Cl.³ 3(51) **D 04 H 1/60**
D 01 D 5/00

**AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP D 04 H/ 2291 830 (22) 13.04.81 (44) 09.02.83

(71) siehe (72)
(72) BANKE, KARL-HEINZ,PROF. DR.-ING.;GRELL, UTE,DIPL.-ING.;HERING, ELISABETH,DIPL.-CHEM.; LOEBEL, WILFRIED,DIPL.-PHYS.;DD;
POLLACK, DIETER,DR.-ING.;SCHUELER, INGO,DIPL.-ING.;WIEDEMANN, GUENTER,DR.-ING.;DD;
(73) siehe (72)
(74) FI F. TEXTILTECHNOLOGIE, 9054 K.-M.-STADT, ANNABERGER STR. 240

## (54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FIBRILLIERTEN TEXTILEN STRUKTUREN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von fibrillierten textilen Strukturen aus hochpolymeren Substraten mittels Strahlen nichtkonventioneller Heizmedien, insbesondere Laserstrahlen. Die Erfindung hat die Aufgabe, fibrillierte textile Strukturen wie Fäden, Fadenscharen, Flächengebilde oder dgl. auf direktem Wege, d.h., unter Ausschaltung der bisher erforderlichen Prozeßstufen zur Fertigung von textilen Erzeugnissen, herzustellen. Erfindungsgemäß werden hochpolymere Substrate vorverdichtet, wobei in Längs- und Querrichtung Störstellen in Form von gasgefüllten Hohlräumen entstehen. Anschließend werden die hochpolymeren Substrate mit einem oder mehreren fokussierten Laserstrahlen kurzzeitig bestrahlt, so daß einerseits die hochpolymeren Substrate aufgeschmolzen werden, andererseits eine schlagartige Druckerhöhung und Volumenvergrößerung des in den Hohlräumen eingeschlossenen Gases erfolgt, wodurch dasselbe teilweise entweicht. Dadurch entsteht eine porige Struktur mit einer durch Mikrokrater zerklüfteten Oberfläche an der dem Laserstrahl zugewandten Seite. Nach Abheben der so gebildeten Struktur von der Transportunterlage wird diesselbe einer Zugbeanspruchung unterworfen, die zur Ausbildung von mikrofeinen Fibrillen an den erfindungsgemäß induzierten Störstellen führt.

Titel der Erfindung

Verfahren zur Herstellung von fibrillierten textilen Strukturen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von fibrillierten textilen Strukturen aus hochpolymeren Substraten mittels Strahlen nichtkonventioneller Heizmedien, insbesondere Laserstrahlen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, Fasern, Fäden oder Flächengebilde aus hochpolymeren Werkstoffen oder deren Mischungen, bestehend aus den verschiedensten organischen und/oder anorganischen Komponenten durch schrittweises, diskontinuierliches Verändern der Form und der Stoffeigenschaft, also durch Arbeitsgänge wie z.B. Gießen, Erspinnen, Recken, Reißen, Schneiden, Spleißen usw. herzustellen.

Aus der DD-PS 137 951 ist bekannt, textile Strukturen aus hochpolymeren Substraten unter Verwendung nichtkonventioneller Heizmedien aus vorzugsweise in Pulverform vorliegenden thermoplastischen Materialien herzustellen.

Es sind auch Verfahren bekannt, sowohl faser-, faden- als auch flächenförmige textile Strukturen aus synthetischen Polymeren, vor allem mit dem Ziel der Verbesserung der Optik und

Haptik, zu fibrillieren. Fibrillen sind dabei morphologische, übermolekulare Baueinheiten mit Dicken von 0,05 µm bis 10 µm und Längen von 100 µm bis zu Millimetern. Die Aufspaltung der Fibrillen erfolgt vorzugsweise in Längsrichtung der textilen Strukturen. Dabei nutzt man den Effekt, daß schmelzersponnene Polymermischungen von Polyäthylenterephthalat, Polyamid, Polystyrol und Polyolefinen verschiedenster Mischungsverhältnisse eine Spaltneigung aufweisen (USP 3819769) bzw. diese Spaltneigung durch mechanische, pneumatische, akustische, chemische, elektrostatische oder strahlungsenergetische Methoden oder deren Kombinationen ausgelöst, unterstützt und eingeleitet wird; oder man lagert die faserstoffbildenden Polymerfibrillen in eine Matrix ein und löst vor, während oder nach der Verarbeitung die matrixbildende Substanz heraus.

Nach DE-PS 2 040 802 werden Verbundfäden hergestellt, wobei in eine Polystyrolmatrix Polyäthylenterephthalat-Fibrillen eingelagert werden. Nach dem Herauslösen der Matrixkomponente werden Fibrillen mit einer Feinheit von 0,1 dtex und einem Durchmesser von 4 µm erhalten.

Weiterhin werden in den DE-PS 1 949 170 und 2 063 440 Mischungen von Polyamid und Polyäthylenterephthalat einschließlich der sich einstellenden Matrix-Fibrillenstruktur beschrieben.

Gemäß DD-PS 128 965 und DD-PS 84 061 werden fibrillierbare Folien mechanisch auf Nähwirkmaschinen aufgespleißt.

Nachteilig bei all den bekannten Verfahren ist, daß die Fibrillierbarkeit nur erreicht wird, indem Mischungen aus mindestens zwei oder mehr Polymeren, insbesondere in sich unverträgliche Polymermischungen, durch spezielle Exkursionsvorrichtungen gedrückt werden, und die Fibrillierung zusätzliche Arbeitsgänge, wie z.B. chemisches Herauslösen, mechanisches Aufspleißen od.dgl. notwendig macht.

## Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Nachteile der bekannten Verfahren zu vermeiden und die Fibrillierung auf rationelle Weise durchzuführen.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, fibrillierte textile Strukturen auf direktem Wege unter Ausschaltung der bisher erforderlichen Prozeßstufen mittels energiereicher Strahlen nichtkonventioneller Heizmedien, insbesondere Laserstrahlen, herzustellen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die hochpolymeren Substrate auf einer Transportunterlage mit einer Schüttdichte, die unter der Substanzdichte liegt, vorverdichtet werden. Dabei entstehen in den hochpolymeren Substraten in Längs- und Querrichtung Störstellen und Eigenschaftsasymmetrien in Form von gasgefüllten Hohlräumen. Anschließend werden die hochpolymeren Substrate mit einem oder mehreren fokussierten Laserstrahlen, die gleichzeitig oder nacheinander einwirken, kurzfristig bestrahlt, so daß einerseits unter Umgehung bzw. weitgehender Unterdrückung der zeitabhängigen Wärmeleit- und Wärmeaustauschprozesse während der Laserein-wirkung bis in eine der polymerspezifischen Absorption entsprechenden Tiefe die hochpolymeren Substrate aufgeschmolzen werden, andererseits eine schlagartige Druckerhöhung und Volumenvergrößerung des in den Hohlräumen eingeschlossenen Gases erfolgt, wodurch dasselbe teilweise entweicht.

Die Schmelzzone wird durch Umspülung mit inerten Gasen zusätzlich abgekühlt und zwar so schnell, daß eine porige Struktur mit einer durch Mikrokrater zerklüfteten Oberfläche an der dem Laserstrahl bzw. den Laserstrahlen zugewandten Seite entsteht. Gleichzeitig wird eine Reaktion des erhitzten Polymers mit Luftsauerstoff vermieden. Volumenstrom, Druck und Strömungsgeschwindigkeit der inerten Gase können variabel sein. Die so gebildete und verfestigte Struktur wird von

der Unterlage abgehoben und einer axialen und/oder koaxialen Zugbeanspruchung unterworfen, die zur Ausbildung von mikrofeinen Fibrillen an den erfindungsgemäß induzierten Störstellen führt. Gleichzeitig rollen sich die Strukturen um ihre Längsachse infolge des durch die Laserbestrahlung quer zur Längsachse entstehenden biaxialen Eigenschaftsgradienten, so daß hohle oder u-förmige Strukturen entstehen.

Als hochpolymeres Substrat wird ein Polymerpulver eines oder mehrerer faserstoffbildender Polymere verwendet. Daneben können auch andere,der Erzielung spezieller Eigenschaften dienende Mischkomponenten, wie z.B. anorganische Pulver oder Kurzfasern, dem hochpolymeren Substrat zugefügt werden. Das Polymerpulver hat eine Körnung von 0-200 µm, vorzugsweise kleiner 100 µm.

Der Vorverdichtungsdruck für das hochpolymere Substrat liegt erfindungsgemäß in einem Bereich von $4 \cdot 10^3$ bis $10^5$ KPa, vorzugsweise bei $7{,}38 \cdot 10^3$ KPa bis $5{,}89 \cdot 10^4$ KPa.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet man mit einem oder mehreren fokussierten Laserstrahlen, vorzugsweise einem $CO_2$-Laser im $TEM_{oo}$-Mode. Diese Laserstrahlen wirken gleichzeitig oder nacheinander auf das vorverdichtete hochpolymere Substrat ein. Die zur Unterdrückung der Wärmeleitung erforderlichen Einwirkungszeiten $t_E$ des Laserstrahles bzw. der Laserstrahlen liegen erfindungsgemäß in einem Zeitbereich $t_E \leq 10^{-3}$s, mindestens jedoch bei $t_E < 10^{-1}$s.

Die für diese kurzen Einwirkungszeiten erforderlichen Relativgeschwindigkeiten zwischen dem vorverdichteten hochpolymeren Substrat und dem Laserstrahlfokus werden durch Bewegung bzw. Ablenkung des Laserstrahles bzw. der Laserstrahlen oder durch Bewegung des Substrates bzw. durch Kombination beider Bewegungen erreicht. Durch die Steuerung der Bewegungsrichtung sowie die Anzahl der Laserstrahlen können verschiedenartige fibrillierte textile Strukturen, wie Fadenscharen, Bändchen, Flächengebilde od.dgl. hergestellt werden.

Die Breite des aufgeschmolzenen hochpolymeren Substrates und damit die Feinheit der zu bildenden textilen Strukturen wird durch die Einstellung des Fokusdurchmessers $d_F$ bestimmt und kann somit variiert werden. Für feine Titer sollte der Fokusdurchmesser bei $d_F \leq 0{,}3$ mm liegen. Die Tiefe der aufgeschmolzenen Struktur wird bei der erfindungsgemäßen Einwirkungszeit und Breite durch die Laserleistung $N_{Leff}$ bestimmt. Die aufzuwendende optimale Energiemenge $E_{opt}$ ergibt sich aus dem Verhältnis von Laserleistung $N_{Leff}$, Zeit $t_E$ und der bestrahlten Fläche $d_F 2$ nach der Formel

$$E_{opt} = \frac{4 \cdot N_{Leff} \cdot t_E}{d_F 2 \cdot \pi}$$

Die nach dem Aufschmelzen des hochpolymeren Substrates zur textilen Struktur einsetzende Zugbeanspruchung kann mit einer Temperaturbeaufschlagung verbunden sein. Gleichzeitig wird die textile Struktur gereckt. Dabei können neben netzartigen Fibrillen auch Fibrillen mit offenen Enden entstehen, indem die Zugbeanspruchung unterhalb des Grenzreckverhältnisses so gesteuert wird, daß der Bruch einzelner netzbildender Filamente erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird ohne vorherige Reinigung bzw. Beseitigung der Restfeuchte des hochpolymeren Substrates und ohne Klimatisierung durchgeführt. Eventuelle Fremdsubstanzen oder Feuchteunegalitäten fördern die Bildung der genannten Störstellen und der Eigenschaftsasymmetrien, die wiederum die porige Struktur hervorrufen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann kontinuierlich oder diskontinuierlich durchgeführt werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, mehrere Fäden gleichzeitig oder Fadenscharen herzustellen, indem ein entsprechend breites vorverfestigtes Substrat erzeugt wird und dieses verfahrensgemäß an mehreren fokussierten Laserstrahlen vorbeigeführt wird. Eine Möglichkeit der Geschwindigkeitserhöhung des Fadenabzuges bei gleichbleibender Vorschub-

geschwindigkeit des vorverfestigten Substrates besteht darin, daß der Laserstrahl bzw. mehrere Laserstrahlen zusätzlich senkrecht zur Transportrichtung der Vorlage durch Ablenkeinrichtungen, z.B. Kippspiegel bewegt werden, so daß kein geradliniger Lauf der aufgeschmolzenen Struktur entsteht, sondern dieser z.B. auch sinusförmig sein kann.

So kann beispielsweise bei einer Tramsportgeschwindigkeit des vorverfestigten Substrates von 25 m/min und einer Amplitude der Auslenkung des Laserfokus von 3 mm bei einer Frequenz von 70 Hz die textile Struktur mit einer Geschwindigkeit von 75 m/min dem Prozeß der Zugbeanspruchung zugeführt werden.

Durch Einsatz einer Laserstrahlführung, bei der ein Laserstrahl oder mehrere Laserstrahlen so über das vorverfestigte Substrat gelenkt werden, daß sich die Strahlenwege kreuzen, mindestens jedoch teilweise überlappen, können Flächengebilde hergestellt werden, die monoaxial und/oder biaxial gereckt werden können.

Weiterhin ist es möglich, daß das Verfahren diskontinuierlich durchgeführt wird, indem insbesondere die vor dem verfahrensgemäßen Bestrahlen mit fokussiertem Laserlicht liegenden Schritte der Pulvervorbereitung und -verdichtung so erfolgen, daß transportfähige Formkörper, wie Platten oder Zylinder hergestellt werden. Die verfahrensgemäß notwendige Relativbewegung zwischen Laserstrahlfokus und Formkörperoberfläche wird z.B. durch Translations- und/oder Rotationsbewegung des Formkörpers erreicht. Nach Abarbeiten des Formkörpers, wobei auch über bereits bestrahlte Zonen, aus denen die Struktur schon abgehoben ist, erneut bestrahlt werden kann, wird dieser analog einer Spule gewechselt.

Das Verfahren soll nachstehend durch ein Ausführungsbeispiel an Hand der Zeichnung näher erläutert werden:

Als hochpolymeres Substrat wird ein Polyesterregeneratpulver 1 verwendet, das durch spezielle Vorbereitung, wie z.B. durch Mahlen oder Sieben, einen Korndurchmesser $\leq$ 30 µm aufweist.

Das Polyesterregeneratpulver 1 wird kontinuierlich über die Dosiervorrichtung 2, bestehend aus dem Leitblech 2a, dem Regler 2b und dem Fühler 2c, einer Einrichtung zur Verdichtung, z.B, den Preßwalzenpaaren 3, 3'; 4, 4'; 5, 5' zugeführt und bei einem Druck von 5,89 . $10^4$ KPa zum vorverdichteten Substrat 6 mit einer Dicke von 1 mm und einer Breite von 2 mm soweit verdichtet, daß dieses eine Schüttdichte von 1,3 g/$cm^3$, das entspricht ca. 94 % der Substanzdichte, aufweist. Das so vorverdichtete Substrat 6, das makroskopisch homogen ist, jedoch mikroskopisch kleine gasgefüllte Hohlräume aufweist, wird mit einer Geschwindigkeit von 49 m/min mittels des über die Transportwalzen 7 geführten Transporttuches 7' so an einem $CO_2$-Laserstrahl 8 mit einer Leistung von 45 W bei $TEM_{oo}$-Mode vorbeigeführt, daß sich der mittels der Fokussieroptik 9 erzeugte Brennfleck 10 mit einem Durchmesser von $d_F$ = 0,35 mm genau auf der Oberfläche des vorverdichteten Substrates 6 befindet. während einer Einwirkungszeit von $t_E$ = 4,31 . $10^{-4}$s wird das vorverdichtete Substrat 6 linienförmig bis in eine Tiefe von ca. 0,05 mm direkt, d.h. unter weitestgehender Unterdrückung von Wärmeleit- und Ausgleichsprozessen während der Lasereinwirkung, aufgeschmolzen, wobei eine schlagartige Druck- und Volumenerhöhung der in den Hohlräumen eingeschlossenen Luft stattfindet. Die Einwirkzone des Laserstrahles 8 wird mit Stickstoff gespült, wobei der Stickstoff über die Gaszuführung 11 in die Düse 12 eingeführt und aus der Düse 12 koaxial zum Laserstrahl 8 mit Schallgeschwindigkeit wieder austritt. Die nach Verlassen der Lasereinwirkzone einsetzende schlagartige Abkühlung der Schmelze wird dadurch noch unterstützt und es kommt erfindungsgemäß zur Ausbildung von Störstellen, die innerhalb der aufgeschmolzenen textilen Struktur 13 in Form von Bläschen über den gesamten Querschnitt und an der Oberfläche in Form von Mikrokratern auftreten.

Die linien- bzw. fadenförmig aufgeschmolzene textile Struktur 13, die einen nierenförmigen Querschnitt aufweist, wird mittels eines starren Abhebeprismas 14, dessen Schneide 15 auf eine Tiefe entsprechend der Aufschmelztiefe auf 0,5 mm eingestellt wird, durch die weitere Bewegung von dem Transportsystem 7 abgehoben und einem Reckwerk, bestehend aus zwei beheizten Walzenpaaren 16, 16', 17, 17' zugeführt.

Dabei weist das Zuführwalzenpaar 16, 16' eine Oberflächentemperatur von 150° C und das Abzugswalzenpaar 17, 17' eine Oberflächentemperatur von 180° C auf. Durch entsprechende Umfangsgeschwindigkeiten ist ein Reckverhältnis von 1 : 4,1 eingestellt, wobei es durch die Zugbeanspruchung zum Aufspleißen der textilen Struktur 13 zu vorwiegend netzartigen Fibrillen an den Störstellen kommt. Durch den biaxialen Eigenschaftsgradienten über den Querschnitt der ungereckten aufgeschmolzenen Struktur 13 rollt sich diese beim Recken ein, so daß ein fibrillierter Hohlprofilfaden 18, im vorliegenden Fall mit einer Feinheit Tt = 7,6 tex und ovalem Querschnitt mit einer Dicke D ≈ 0,018 mm und einer Breite B ≈ 0,141 mm entsteht. Das nicht in die textile Struktur 13 bzw. den Hohlprofilfaden 18 eingehende lose Polyesterregeneratpulver 24 wird über die Rückführeinrichtung 19 mit dem Brecher 20 der Dosiervorrichtung 2 wieder zugeführt. Der Faden wird üblicherweise auf einer Spule 21 hier mit 200 m/min aufgewunden. Nach dem Preßwalzenpaar 5, 5', über der mitlaufenden Niederhalterwalze 22 und im Bereich der Walzenpaare 16, 16' und 17,17' des Reckwerkes sind Absaugvorrichtungen 23 für lose Pulverteile 24 angebracht.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Herstellung von fibrillierten textilen Strukturen aus hochpolymeren Substraten mittels Strahlen nichtkonventioneller Heizmedien, insbesondere Laserstrahlen, gekennzeichnet dadurch, daß die hochpolymeren Substrate auf einer Transportunterlage mit einer Schüttdichte, die unter der Substanzdichte liegt, vorverdichtet werden, daß die hochpolymeren Substrate in Längs- und Querrichtung Störstellen und Eigenschaftsasymmetrien in Form von gasgefüllten Hohlräumen aufweisen, daß die hochpolymeren Substrate mit einem oder mehreren fokussierten Laserstrahlen, die gleichzeitig oder nacheinander einwirken, kurzzeitig bestrahlt werden, so daß einerseits unter Umgehung bzw. weitgehender Unterdrückung der zeitabhängigen Wärmeleit- und Wärmeaustauschprozesse während der Lasereinwirkung bis in eine der polymerspezifischen Absorption entsprechenden Tiefe die hochpolymeren Substrate aufgeschmolzen werden, andererseits eine schlagartige Druckerhöhung und Volumenvergrößerung des in den Hohlräumen eingeschlossenen Gases erfolgt, wodurch dasselbe teilweise entweicht und die Abkühlung der Schmelzzone so schnell vorgenommen wird, daß eine porige Struktur mit einer durch Mikrokrater zerklüfteten Oberfläche entsteht und daß die so gebildete Struktur nach dem Abheben von der Unterlage einer Zugbeanspruchung unterworfen wird, die zur Ausbildung von mikrofeinen Fibrillen an den erfindungsgemäß induzierten Störstellen führt.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das hochpolymere Substrat aus Pulverkörnern eines oder mehrerer faserstoffbildender Polymerer besteht.

3. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß dem hochpolymeren Substrat zusätzlich andere Mischkomponenten zugesetzt werden.

4. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das hochpolymere Substrat eine Körnung im Bereich von 0-200 µm, vorzugsweise 100 µm, aufweist.

5. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Vorverfestigungsdruck $P_V$ für das hochpolymere Substrat in einem Bereich von $4 \cdot 10^3$ kPa bis $10^5$, vorzugsweise bei $7{,}28 \cdot 10^3$ kPa bis $5{,}89 \cdot 10^4$ kPa liegt.

6. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Einwirkungszeiten $t_E$ des Laserstrahles im Zeitbereich $t_E \leqq 10^{-3}$ s, mindestens jedoch bei $t_E < 10^{-1}$s liegen.

7. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das hochpolymere Substrat mit einem fokussierten Laserstrahl, vorzugsweise einen $CO_2$-Laser im $TEM_{oo}$-Mode, bestrahlt wird.

8. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das hochpolymere Substrat mit mehreren fokussierten Laserstrahlen, vorzugsweise im $TEM_{oo}$-Mode , die gleichzeitig oder nacheinander einwirken, bestrahlt wird.

9. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die zur Einstellung der erfindungsgemäßen kurzen Einwirkungszeiten erforderlichen Relativgeschwindigkeiten zwischen verdichtetem hochpolymerem Substrat und Laserstrahlfokus durch Bewegung bzw. Ablenkung des Laserstrahles oder durch Bewegung des Substrates oder durch Kombination beider Bewegungen erzeugt werden.

10. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Breite der aufgeschmolzenen Strukturdurch die Einstellung des Fokusdurchmessers $d_F$ bestimmt wird.

11. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Tiefe der aufgeschmolzenen Struktur bei erfindungsgemäßer Einwirkungszeit und Breite durch die Laserleistung $N_{Leff}$ bestimmt wird.

12. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die aufgeschmolzene Struktur durch Umspülung der Einwirkungszonen der fokussierten Laserstrahlen mit inerten Gasen, deren Volumenstrom, Druck und Strömungsgeschwindigkeit variabel sind, zusätzlich abgekühlt wird.

13. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Zugbeanspruchung mit einer Temperaturbeaufschlagung kombiniert wird.

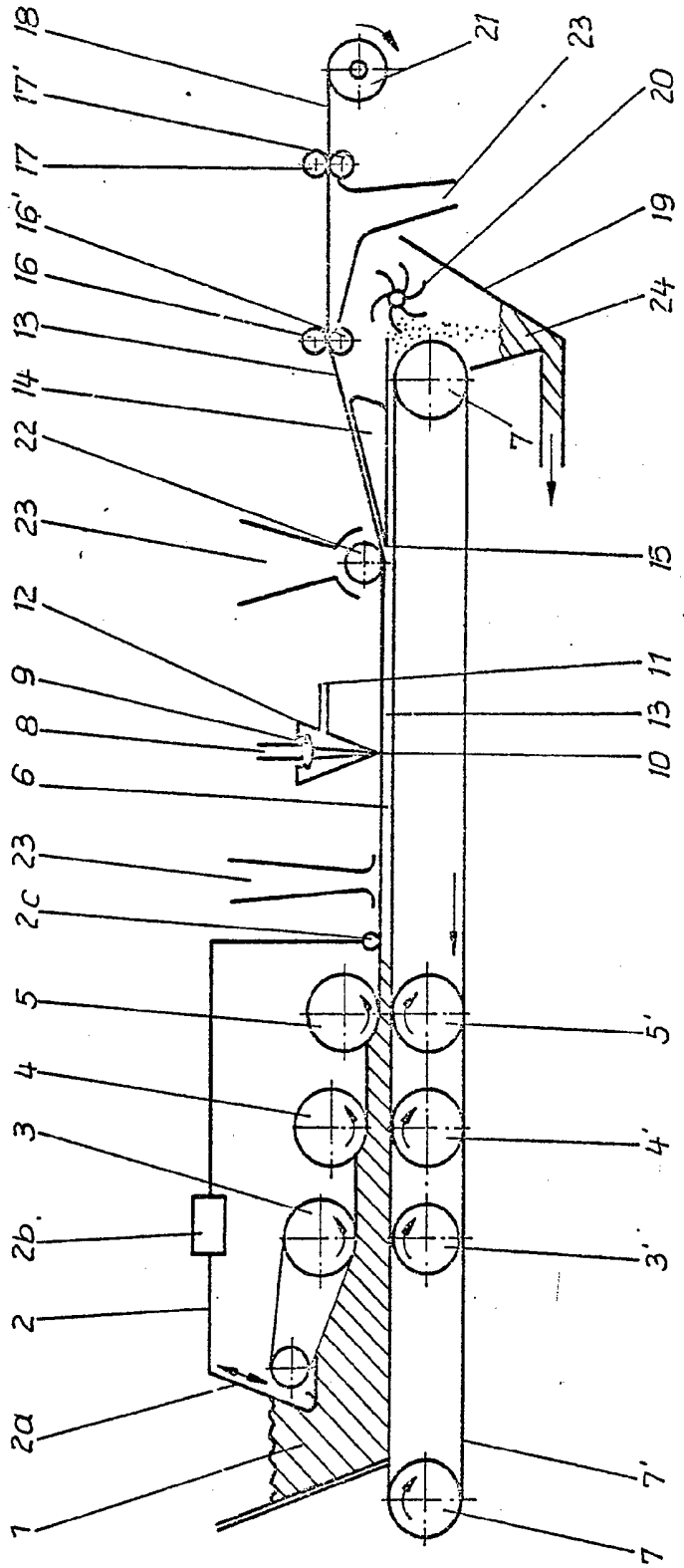
14. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß bei der axialen und/oder biaxialen Zugbeanspruchung die textile Struktur gleichzeitig gereckt wird.

15. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß neben den netzartigen Fibrillen auch Fibrillen mit losen Enden entstehen, indem die Zugbeanspruchung zum Bruch einzelner netzbildender Filamente führt.

16. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Vorverdichten, Bestrahlen und Aufschmelzen des hochpolymeren Substrates ohne vorherige Reinigung und Beseitigung der Restfeuchte desselben und ohne Klimatisierung bei der Vorbereitung und Durchführung des Verfahrens erfolgt.

17. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Verfahrensschritte kontinuierlich oder diskontinuierlich durchgeführt werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnung


18
17'
17
16'
16
13
14
22
23
12
9
8
6
23
2c
5
4
3
2b
2
2a
1
21
23
20
19
24
7
15
11
13
10
5'
4'
3'
7'
7