

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年8月10日(10.08.2017)



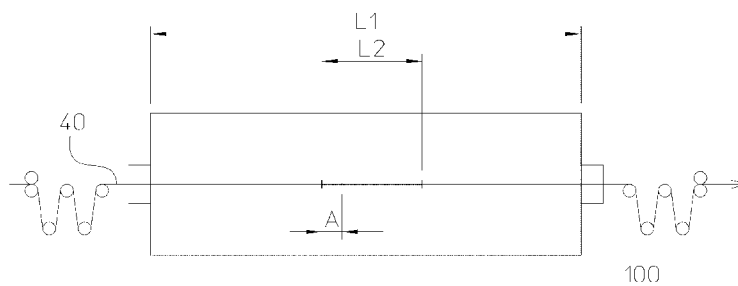
(10) 国際公開番号  
WO 2017/135265 A1

- (51) 国際特許分類:  
D01F 9/14 (2006.01) D01F 9/22 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003477
  - (22) 国際出願日: 2017年1月31日(31.01.2017)
  - (25) 国際出願の言語: 日本語
  - (26) 国際公開の言語: 日本語
  - (30) 優先権データ:  
特願 2016-018820 2016年2月3日(03.02.2016) JP
  - (71) 出願人: 東邦テナックス株式会社 (TOHO TENAX CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 Tokyo (JP).
  - (72) 発明者: 秋山 文男 (AKIYAMA Fumio); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 東邦テナックス株式会社内 Tokyo (JP). 青山 忠幸 (AOYAMA Tadayuki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 東邦テナックス株式会社内 Tokyo (JP). 北野 一郎 (KITANO Ichiro); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 東邦テナックス株式会社内 Tokyo (JP).
  - (74) 代理人: 原田 淳司, 外 (HARADA Junji et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島一丁目14番17号 アルバート新大阪ビル3F Osaka (JP).
  - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
  - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING AND METHOD FOR CONNECTING CARBON FIBER

(54) 発明の名称: 炭素繊維の製造方法及び接続方法

【図2】



(57) Abstract: A method for manufacturing carbon fiber is provided with a connection step for connecting first and second fiber bundles to be connected via a connecting fiber bundle, and a carbonization step for carbonization of the connected fiber bundles by transporting the connected fiber bundles through one or a plurality of carbonization furnaces. The connection step is performed by placing another end part of the first fiber bundle to be connected on one end part of the connecting fiber bundle, injecting a liquid, and forming a first intertwined part and by placing one end part of the second fiber bundle to be connected on the other end part of the connecting fiber bundle, injecting a liquid, and forming a second intertwined part. When the number of intertwined points of each of the intertwined parts is two or more and the tensile strength of each intertwined point is 400 [N] or more, the following expression is satisfied. Expression:  $40 > \{L2/(L2 - A)\} \times (S + 13)$  (L2 is the distance [mm] of an extension space in a carbonization furnace present first from the upstream side in the direction of transport of the carbon fiber bundle, A is the maximum distance [mm] between an intertwined point in the first intertwined part and an intertwined point in the second intertwined part, and S is the degree of stretching [%] applied to the connected fiber bundles when transported through the carbonization furnace.)

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/135265 A1



---

炭素繊維の製造方法は、接続繊維束を介して第1及び第2の被接続繊維束を接続する接続工程と、接続した繊維束を1個又は複数個の炭素化炉を走行させて炭素化する炭素化工程とを含み、接続工程は、接続繊維束の一端部と第1の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第1の交絡部を形成するとともに、接続繊維束の他端部と第2の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第2の交絡部を形成することにより行われ、各交絡部の交絡点数が2以上、かつ各交絡点の引張強度が400 [N] 以上の場合において、下記式を満たす。式： $400 > \{L2 / (L2 - A)\} \times (S + 13)$   
(L2は繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、Aは第1の交絡部における交絡点と第2の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、Sは炭素化炉を走行するときに接続した繊維束に付与される延伸率 [%]。)

## 明 細 書

**発明の名称**：炭素繊維の製造方法及び接続方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、被接続繊維束と接続繊維束との接続工程を含む炭素繊維の製造方法及び接続方法に関する。

### 背景技術

[0002] 炭素繊維は、引張強度、引張弾性率が高く、耐熱性、疲労特性に優れるなどの特長を有しており、スポーツ、レジャー、航空、宇宙等の分野で幅広く用いられている。

[0003] 炭素繊維は、原料繊維の一例であるアクリル繊維の繊維束を、空气中で150～300 [°C] に加熱することにより耐炭化繊維とした後、炭素化炉を用いて不活性雰囲気中、1,000 [°C] 以上に加熱することにより製造される。一般に原料繊維は、ポビンに巻かれたり、袋やケース等のパッケージに收容されたりしており、連続的に炭素繊維の製造を行う場合には、このポビンやパッケージの切替えの際に、製造工程に供給されている繊維束の終端と、ポビンに巻かれている又はパッケージに收容されている繊維束の始端とを接続する必要がある。

[0004] 繊維束を接続する手段として、接続繊維束を介して2本の被接続繊維束を接続する接続方法が開示されている（特許文献1）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-255168号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載の提案では、接続した繊維束の炭素化中に接続部が切断するケースが多く、炭素化工程の通過率が低く、生産性が悪いという問題がある。

[0007] 本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、炭素化工程の通過率が高く、生産性に優れた炭素繊維の製造方法及び接続方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る炭素繊維の製造方法は、接続繊維束を介して第1の被接続繊維束と第2の被接続繊維束とを接続する接続工程と、前記接続した繊維束を1個又は複数個の炭素化炉を走行させて炭素化する炭素化工程とを含む炭素繊維の製造方法であって、前記接続工程は、前記接続繊維束の一端部と前記第1の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第1の交絡部を形成するとともに、前記接続繊維束の他端部と前記第2の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第2の交絡部を形成することにより行われ、前記各交絡部の交絡点数（N1）が2以上、かつ前記各交絡点の引張強度（F1）が400 [N] 以上の場合において、下記の式（1）の関係を満たす。

$$40 > \{L2 / (L2 - A)\} \times (S + 13) \cdots (1)$$

〔式中、L2は前記繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、Aは前記第1の交絡部における交絡点と前記第2の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、Sは前記炭素化炉を走行するときに前記接続した繊維束に付与される延伸率 [%] を示す。〕

[0009] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る接続方法は、1個又は複数個の炭素化炉を走行して炭素化される繊維束であって炭素化前の状態の第1の被接続繊維束と、前記1個又は複数個の炭素化炉を走行して炭素化される繊維束であって炭素化前の第2の被接続繊維束とを接続繊維束を介して接続する接続方法において、前記第1の被接続繊維束と前記第2の被接続繊維束との接続は、前記接続繊維束の一端部と前記第1の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第1の交絡部を形成するとともに、前記接続繊維束の他端部と前記第2の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流

体を噴射して第2の交絡部を形成することにより行われ、前記各交絡部の交絡点数（N1）が2以上、かつ前記各交絡点の引張強度（F1）が400 [N] 以上の場合において、下記の式（1）の関係を満たす。

$$40 > \{L2 / (L2 - A)\} \times (S + 13) \cdots (1)$$

〔式中、L2は前記繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、Aは前記第1の交絡部における交絡点と前記第2の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、Sは前記炭素化炉を走行するときに前記接続した繊維束に付与される延伸率 [%] を示す。〕

### 発明の効果

[0010] 本発明の一態様に係る炭素繊維の製造方法及び接続方法によれば、接続した繊維束を切断することなく炭素化を行うことができるため炭素化工程の通過率が高く、炭素繊維の生産性が向上する。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施形態に係る繊維束の接続構成例を示す説明図である。

[図2]接続した繊維束の炭素化炉での炭素化を示す説明図である。

[図3] (a) ~ (c) は、本実施形態に係る接続方法により接続される繊維束の交絡状態を概念的に示す説明図である。

[図4] (a)、(b) は、本実施形態に係る接続方法に用いる装置の一構成例を示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] <<概要>>

一態様に係る炭素繊維の製造方法は、接続繊維束を介して第1の被接続繊維束と第2の被接続繊維束とを接続する接続工程と、前記接続した繊維束を1個又は複数個の炭素化炉を走行させて炭素化する炭素化工程とを含む炭素繊維の製造方法であって、前記接続工程は、前記接続繊維束の一端部と前記第1の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第1の交絡部を形成するとともに、前記接続繊維束の他端部と前記第2の被接続繊維束の

一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第2の交絡部を形成することにより行われ、前記各交絡部の交絡点数（N1）が2以上、かつ前記各交絡点の引張強度（F1）が400 [N] 以上の場合において、下記の式（1）の関係を満たす。

$$40 > \{L2 / (L2 - A)\} \times (S + 13) \dots (1)$$

〔式中、L2は前記繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、Aは前記第1の交絡部における交絡点と前記第2の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、Sは前記炭素化炉を走行するときに前記接続した繊維束に付与される延伸率 [%] を示す。〕

〕

そのため、接続繊維束を切断することなく炭素化を行うことができ、炭素繊維の生産性が向上する。

[0013] 別態様に係る炭素繊維の製造方法において、前記複数個の炭素化炉は前記接続した繊維束の走行方向に沿って存在する。

別態様に係る炭素繊維の製造方法において、前記繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉が、密度1.30～1.45 [g/cm<sup>3</sup>] の被接続繊維束を炭素化処理する炭素化炉である。そのため、繊維束の接続を少なくできる。

別態様に係る炭素繊維の製造方法において、前記接続繊維束が耐炎化繊維又は炭素繊維からなり、前記各被接続繊維束がアクリル繊維からなる。そのため、高性能な炭素繊維が得られる。なお、接続繊維束としての耐炎化繊維は、アクリル繊維やレーヨン繊維から製造したものであってもよい。接続繊維束としての炭素繊維は、アクリル繊維やレーヨン繊維から製造したもの、ピッチから製造したものであってもよい。

[0014] 一態様に係る接続方法は、1個又は複数個の炭素化炉を走行して炭素化される繊維束であって炭素化前の状態の第1の被接続繊維束と、前記1個又は複数個の炭素化炉を走行して炭素化される繊維束であって炭素化前の第2の被接続繊維束とを接続繊維束を介して接続する接続方法において、前記第1

の被接続繊維束と前記第 2 の被接続繊維束との接続は、前記接続繊維束の一端部と前記第 1 の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第 1 の交絡部を形成するとともに、前記接続繊維束の他端部と前記第 2 の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第 2 の交絡部を形成することにより行われ、前記各交絡部の交絡点数 (N 1) が 2 以上、かつ前記各交絡点の引張強度 (F 1) が 400 [N] 以上の場合において、下記の式 (1) の関係を満たす。

$$40 > \{L 2 / (L 2 - A)\} \times (S + 13) \dots (1)$$

[式中、L 2 は前記繊維束の走行方向の上流側から 1 番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、A は前記第 1 の交絡部における交絡点と前記第 2 の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、S は前記炭素化炉を走行するときに前記接続した繊維束に付与される延伸率 [%] を示す。]

そのため、接続繊維束を切断することなく炭素化を行うことができ、炭素繊維の生産性が向上する。

[0015] 図 1 は、接続繊維束 35 を介して第 1 の被接続繊維束 31 と第 2 の被接続繊維束 33 を接続する態様を示す説明図である。なお、図面左側は繊維束の走行方向の上流側、図面右側は繊維束の走行方向の下流側を示す。

[0016] 以下、31 を第 1 の被接続繊維束、33 を第 2 の被接続繊維束として説明する。

第 1 の被接続繊維束 31 と第 2 の被接続繊維束 33 とは接続繊維束 35 を介して接続される。すなわち、接続繊維束 35 の一端部と第 1 の被接続繊維束 31 の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第 1 の交絡部 41 を形成するとともに、接続繊維束 35 の他端部と第 2 の被接続繊維束 33 の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第 2 の交絡部 43 を形成する。ここでは、第 1 の被接続繊維束 31、第 2 の被接続繊維束 33 及び接続繊維束 35 の走行方向の下流側を一端とし、走行方向の上流側を他端としている。また、第 1 の被接続繊維束 31 と第 2 の被接続繊維束 33 とが接続繊維束 35 を介して

接続されている部分を、接続繊維束35を含めて接続部42とする。

[0017] これにより、第1の被接続繊維束31と第2の被接続繊維束33とが接続繊維束35を介して間接的に接続されてなる繊維束（他の繊維束と区別するために「連続繊維束」とする）40を得ることができる。このように接続される場合、第1の被接続繊維束31と第2の被接続繊維束33とは直接接続されない。これにより、第1の被接続繊維束31と第2の被接続繊維束33とが重なる部分が形成されることを避けることができる。

したがって、第1の被接続繊維束31と第2の被接続繊維束33とが同種の繊維であっても、同種の繊維が接続部42に集中することによる第1の被接続繊維束31及び第2の被接続繊維束33の蓄熱を回避することができる。すなわち、耐炎化炉での切断を防止できる。

なお、第1の被接続繊維束31と接続繊維束35との接続及び第2の被接続繊維束33と接続繊維束35との接続については後述する。

[0018] 第1の被接続繊維束31及び第2の被接続繊維束33は、それぞれのフィラメント数が、3,000～50,000[本]であることが好ましく、6,000～30,000[本]であることがより好ましい。接続繊維束35は、フィラメント数が、3,000～200,000[本]であることが好ましく、6,000～120,000[本]であることがより好ましい。なお、例えば6,000～120,000[本]のように、A～Bと表されている場合、「A」及び「B」の数字は含まれ、換言すると、A以上、B以下の意味である。

[0019] 接続繊維束35のフィラメント数は、第1の被接続繊維束31及び第2の被接続繊維束33のそれぞれのフィラメント数の1～4倍であることが好ましく、1～2倍であることがより好ましい。1倍未満である場合、交絡が不十分となり強度が低下する。4倍を超える場合、交絡部の耐炎化が不十分となり、炭素化工程で切断しやすくなる。

[0020] 図2は、接続された連続繊維束の炭素化炉での炭素化を示す説明図である。図面左側は連続繊維束40の走行方向の上流側、図面右側は下流側を示す

。

L 1 は炭素化炉 100 の全長 [mm] を示す。L 2 は炭素化炉 100 における延伸区間の距離 [mm] を示す。

[0021] L 2 は熱分解反応が活発に行われる領域の長さ、すなわち走行中の連続繊維束 40 中の第 1 の被接続繊維束 31 及び第 2 の被接続繊維束 33 の組成や構造が大きく変動する領域の長さを示す。具体的には、炭素化炉 100 内において被処理繊維束 (31、33) の密度が  $1.39 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  となる箇所を始点として、被処理繊維束 (31、33) の密度が  $1.48 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  となる箇所までの領域の長さを言う。被処理繊維束は炭素化処理を受ける第 1 の被接続繊維束 31 及び第 2 の被接続繊維束 33 である。

[0022] なお、炭素化炉 100 に導入される被処理繊維束 (31、33) の密度が  $1.39 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  を超える場合は、炭素化炉 100 内において密度の変化 (上昇) が開始する箇所を始点とし、炭素化炉 100 において被処理繊維束 (31、33) の密度が  $1.48 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  を超えない範囲で炭素化処理を行う場合は、炭素化炉 100 内において密度の変化が終了する箇所を終点とする。L 2 の長さは、炭素化炉 100 の処理温度、温度勾配、連続繊維束 40 の通過速度などを変化させることで適宜調節できる。

[0023] L 1 は、好ましくは  $500 \sim 50,000 \text{ [mm]}$  であり、より好ましくは  $1,000 \sim 40,000 \text{ [mm]}$  であり、さらに好ましくは  $2,000 \sim 30,000 \text{ [mm]}$  である。

また、L 2 は、好ましくは  $100 \sim 10,000 \text{ [mm]}$  であり、より好ましくは  $200 \sim 8,000 \text{ [mm]}$  であり、さらに好ましくは、 $400 \sim 6,000 \text{ [mm]}$  である。

[0024] 炭素化炉 100 内の連続繊維束 40 の延伸率 (S) は、例えば、炭素化炉 100 への連続繊維束 40 の入力速度 (V1) に対する、炭素化炉 100 からの連続繊維束 40 の出力速度 (V2) との差の比である (S = ((V2 - V1) / V1) × 100 である。 ) 。

S は、10 [%] 未満であることが好ましく、より好ましくは  $0 \sim 8 \text{ [%]}$

]である。

[0025] 本実施形態においては、下記の式(1)の関係を満たす。

$$D = \{L_2 / (L_2 - A)\} \times (S + 13) \cdots (1)$$

[式中、 $L_2$ は炭素化炉100における延伸区間の距離 [mm]、 $A$ は第1の交絡部41における交絡点と前記第2の交絡部43における交絡点との最大距離 [mm]、 $S$ は炭素化炉100を走行するときに連続繊維束40に付与される延伸率 [%]を示す。また、 $D$ は炭素化炉通過係数を示し、 $D < 40$ である。]

[0026] 上記式(1)の関係を満たせば、炭素化の際に連続繊維束40の接続部42が切断されにくくなり、炭素化工程の通過率が上昇するようになる。

[0027] 上記式(1)の関係を満たす前提条件は、第1の交絡部41及び第2の交絡部43の各交絡点数( $N_1$ )が2以上、かつ各交絡点の引張強度( $F_1$ )が400 [N]以上である。これにより、耐炎化炉、炭素化炉100を走行する際の連続繊維束40に作用する張力により第1の被接続繊維束31又は第2の被接続繊維束33が抜ける(切断する)のを抑制できる。

交絡点数( $N_1$ )は、3以上が好ましく、特に好ましくは4以上である。

また、引張強度( $F_1$ )は1300 [N]以下が好ましく、特に好ましくは550~950 [N]である。

なお、各交絡部(第1の交絡部41、第2の交絡部43)における交絡点数( $N_1$ )は同じである必要はなく、異なってもよい。

また、各交絡点における引張強度( $F_1$ )は400 [N]以上であれば、同じである必要はなく、異なってもよい。

[0028]  $A$ は、図1に示すように、第1の交絡部41における交絡点と、第2の交絡部43における交絡点との最大距離を示す。図1においては、第1の交絡部41における最下流側の交絡点45と、第2の交絡部43における最上流側の交絡点47との距離を示す。

図1における三角形は、後述の交絡手段により圧力流体が供給された位置を示している。交絡点は、圧力流体が供給された位置を基準としてその周辺

部分において接続繊維束の繊維と被接続繊維束の繊維とが交絡している部分をいう。

Aは、第1の交絡部41の長さa1と、非交絡部の長さbと、第2の交絡部43の長さa2との合計に実質的に相当し、この長さを交絡部の総長さ（接続部長）と呼ぶことがある。非交絡部の長さbは通常400 [mm]程度である。

[0029] Aは、50～3,000 [mm]であることが好ましく、より好ましくは500～1,500 [mm]である。Aが小さすぎると、交絡処理が不十分になる場合があり、Aが大きすぎると、炭素化炉100の通過性が低くなりやすい場合がある。

[0030] 炭素化炉通過係数(D)は、40未満であり、好ましくは36以下、より好ましくは33以下、特に好ましくは30以下である。炭素化炉通過係数(D)が40以上となると、炭素化工程の通過率が低くなり、生産性が低下する。

[0031] 以下、図面を参照して、本実施形態における第1の被接続繊維束と第2の被接続繊維束の接続方法について説明する。

[0032] 図3(a)～(c)は、本実施形態の接続方法により接続される接続部における片側の交絡状態を概念的に示す説明図である。

ここでは、第1の被接続繊維束及び第2の被接続繊維束の一方の被接続繊維束と接続繊維束との交絡を説明するために、「第1」及び「第2」の区別なく、単に「被接続繊維束」として説明する。

図3中、11は被接続繊維束であり、11aは被接続繊維束11のフィラメント糸である。15は接続繊維束であり、15aは接続繊維束15のフィラメント糸である。

[0033] 先ず、被接続繊維束11と接続繊維束15とが引き揃えて重ね合わされ、重なり部が形成される(図3(a))。次に、被接続繊維束11と接続繊維束15との重なり部の両端が挟持される(以下、被接続繊維束11及び接続繊維束15が挟持機構(図4中の「21」、「23」である)により挟持さ

れている箇所を「挟持点」ともいう)。重なり部における被接続繊維束 1 1 及び接続繊維束 1 5 の弛緩率は、それぞれ 0.03~2 [%] となるように挟持されることが好ましい。その後、この挟持点間の重なり部における被接続繊維束 1 1 及び接続繊維束 1 5 に流体が噴射されると、挟持点間の重なり部における被接続繊維束 1 1 及び接続繊維束 1 5 はともに開織状態になる。流体の噴射が終了した後、開織された被接続繊維束 1 1 及び接続繊維束 1 5 は、それぞれのフィラメント糸が完全に元の位置に戻ることができず、開織状態が維持される。こうして、各フィラメント糸 1 1 a、1 5 a 単位 (単糸単位) で混織された、長さ  $L_a$  の予備交絡部 1 2 が形成される (図 3 (b))。

[0034] ここで、弛緩率は下記の式で定義される。

$$\text{弛緩率} [\%] = [ (\text{挟持点間で挟持された繊維束の実長さ}) - (\text{挟持点間の直線距離}) ] / [ \text{挟持点間の直線距離} ] \times 100$$

なお、上記の式中の繊維束は、被接続繊維束 1 1 及び接続繊維束 1 5 である。

[0035] 次に、予備交絡部 1 2 の挟持が解放され、ここに流体が噴射される。流体の噴射により、予備交絡状態にある被接続繊維束 1 1 及び接続繊維束 1 5 は旋回して強い撚りが掛かり、予備交絡部 1 2 に長さ  $L_{b1}$ 、 $L_{b2}$  の本交絡部 1 3 が形成される (図 3 (c))。このとき、本交絡部 1 3 は長さ収縮率が 1~40 [%] となるように形成されることが好ましい。なお、図 3 (c) では、予備交絡部 1 2 内の 2 か所で流体が噴射され、合計 2 個の本交絡部 1 3 が形成されている。ここでは、1 つの本交絡部 1 3 と当該本交絡部 1 3 に隣接する予備交絡部 1 2 とで 1 つの交絡点が構成されている。

[0036] ここで、長さ収縮率は下記の式で定義される。

$$\text{長さ収縮率} [\%] = [ (\text{本交絡前の予備交絡部 1 2 の長さ}) - (\text{予備交絡部 1 2 内に形成された本交絡部 1 3 の総長さ} + \text{残存した予備交絡部 1 2 の総長さ}) ] / [ \text{本交絡部 1 3 の総長さ} ] \times 100$$

[0037] すなわち図 3 (c) において長さ収縮率は、 $[L_a - (L_{b1} + L_{b2} +$

$[L a 1 + L a 2 + L a 3] / [L b 1 + L b 2] \times 100$ である。

[0038] 図4 (a)、(b)は、本実施形態に係る接続方法に用いる装置の一構成例を示す説明図である。図4 (a)中、11は被接続繊維束、15は接続繊維束、25は交絡装置である。交絡装置25は、繊維束方向（繊維束の長手方向）の往復移動が可能な交絡手段29と、被接続繊維束11及び接続繊維束15の挟持機構21、23とから構成されている。被接続繊維束11及び接続繊維束15の接続には、1台の交絡装置25あるいは繊維束方向に沿って並列に配置された複数台の交絡装置25を使用することができる。交絡手段29は不図示の流体供給源に接続されており、矢印29aは流体の流れ方向を示している。図4 (b)は、挟持機構21、23を用いて被接続繊維束11及び接続繊維束15を挟持している状態を示している。

[0039] 被接続繊維束11の一端側と接続繊維束15の一端側とは、装置内で所定の長さで重ね合うように交絡装置25内に通糸される（図4 (a)）。次いで、挟持機構21、23を用いて被接続繊維束11と接続繊維束15とが挟持され、挟持機構21と挟持機構23との間に重なり部が形成される（図4 (b)）。このとき、被接続繊維束11及び接続繊維束15は、挟持点間における弛緩率がそれぞれ0.03~2 [%]となるように挟持されていることが好ましい。

[0040] 弛緩率の調整方法は、被接続繊維束11及び接続繊維束15の実長さを直接測定し、所定の実長さで被接続繊維束11及び接続繊維束15を挟持することにより調整してもよいし、被接続繊維束11及び接続繊維束15を弛みのない状態で挟持した後、挟持点を繊維束方向に移動させることにより調整してもよい。

[0041] その後、この状態において、繊維束方向に往復移動可能な交絡手段29によって、被接続繊維束11及び接続繊維束15に向けて高圧流体が噴射される。これにより、被接続繊維束11と接続繊維束15とがそれぞれのフィラメント糸11a、15aの単位で混織されて予備交絡部12（図3 (b)）が形成される。

- [0042] 次に、挟持機構 21、23 による被接続繊維束 11 及び接続繊維束 15 の挟持が解放される。これにより、予備交絡部 12 における被接続繊維束 11 及び接続繊維束 15 の拘束が解かれ、非拘束状態となる。この状態において、交絡手段 29 から予備交絡部 12 に向けて高圧流体が噴射される。これにより、予備交絡部 12 には本交絡部 13 (図 3 の (c)) が形成され、被接続繊維束 11 と接続繊維束 15 とが接続される。
- [0043] 図 4 (a) 及び図 4 (b) では、交絡装置 25 内に 1 個の交絡手段 29 が図示されているが、交絡手段 29 は交絡装置 25 内に複数個設けてもよい。また、交絡手段 29 については、インターレースノズルをはじめとした公知の手段を用いることができる。
- [0044] 本実施形態において予備交絡とは、被接続繊維束と接続繊維束とを重ね合わせて挟持することにより拘束状態とし、これらに高圧流体を噴射することにより、被接続繊維束と接続繊維束とを単糸単位で混織させることをいう。被接続繊維束と接続繊維束との混織が拘束された状態で実施されるため、両繊維束は実質的に旋回しない。そのため、両繊維束に撚りは実質的に形成されない。
- [0045] 予備交絡は、複数の交絡手段の位置を固定した状態で実施してもよいし、1 つあるいは複数の交絡手段を繊維束方向に往復移動させながら実施してもよい。交絡手段は、移動させる際に、流体を噴射してもよいし、噴射しなくてもよい。つまり、移動しながら流体を噴射してもよいし、移動を停止して流体を噴射してもよい。
- [0046] 前記拘束状態は、被接続繊維束及び接続繊維束の両端が弛緩率 0.03 ~ 2 [%] で挟持されていることが好ましく、被接続繊維束及び接続繊維束の両端が 0.1 ~ 1 [%] で挟持されていることがより好ましい。弛緩率が 0.03 [%] 未満である場合、予備交絡部が形成され難い。また、高圧流体によって繊維束が損傷しやすい。弛緩率が 2 [%] を超える場合、撚りが形成され易くなり予備交絡部が形成され難くなる。予備交絡部の被接続繊維束と接続繊維束とが単糸単位で混織されていない場合、接続部において被接続

繊維束が偏在する箇所が形成されることがあり、偏在する箇所において蓄熱により連続繊維束（接続部）の切断が生じ易くなる。

[0047] 予備交絡部は、被接続繊維束と接続繊維束との重なり部全体に形成してもよいし、一部に形成しても構わない。

[0048] 予備交絡部の長さ（全長であり、図3（b）における「L a」である。）は、90～2,000 [mm] であることが好ましく、140～1,000 [mm] であることがより好ましい。90 [mm] 未満である場合、被接続繊維束及び接続繊維束の混織による高強度化の効果が十分に得られない場合がある。2,000 [mm] を超える場合、交絡するための装置機器類が大型化し、経済的に不利となる。

[0049] 本実施形態において本交絡とは、予備交絡部の拘束を解放した状態で高圧流体を噴射することにより、予備交絡部の被接続繊維束及び接続繊維束を旋回等させて交絡させることをいう。本交絡は非拘束状態で行われるため、予備交絡部の被接続繊維束及び接続繊維束は高圧流体の噴射によって旋回する。その結果、予備交絡部には撚りが形成される。

[0050] 本交絡は、複数の交絡手段の位置を固定した状態で実施してもよいし、1つあるいは複数の交絡手段を繊維束方向に往復移動させた後停止させて実施してもよい。また、予備交絡手段と本交絡手段は同一の手段を用いても、それぞれ別個に専用の手段を用いてもよい。

[0051] 1箇所当りの本交絡部の長さは、15 [mm] 以上であることが好ましく、20 [mm] 以上であることがより好ましい。1箇所当りの本交絡部の長さは、1箇所当りの予備交絡部の長さを超過しないことが好ましい。さらには、本交絡部の両端側には予備交絡部がそれぞれ10 [mm] 以上残存することがより好ましい。本交絡部の長さが15 [mm] 未満である場合や、1箇所当たりの本交絡部の長さが予備交絡部の1箇所の長さを超過する場合は、接続強度が不足する場合がある。

[0052] 本交絡における交絡の程度は前述の長さ収縮率によって表される。長さ収縮率は、1～40 [%] が好ましく、3～33 [%] がより好ましい。1 [

%] 未満の場合は、撚りが不十分となり接続強度が不足し易い。40 [%] を超える場合は、接続部が固く締め過ぎで被接続繊維束の密度が過大になり、接続部で蓄熱切断が発生し易い。

[0053] 本実施形態の接続方法は、2本の被接続繊維束を1本の接続繊維束を介して接続する際に好ましく使用される。

[0054] 本実施形態に係る2本の被接続繊維束を接続繊維束で接続する接続方法は、炭素繊維の製造工程において採用される。一般に炭素繊維は、原料繊維の一例であるアクリル繊維の繊維束を、空气中で150~300 [°C] に加熱することにより耐炎化繊維とした後、炭素化炉を用いてこの耐炎化繊維を不活性雰囲気中、1,000 [°C] 以上に加熱することにより製造される。本実施形態に係る接続方法が炭素繊維の製造において採用される場合、第1の被接続繊維束31及び第2の被接続繊維束33はアクリル繊維又は、アクリル繊維が耐炎化処理されてなる耐炎化繊維である。炭素化炉を走行する前の第1の被接続繊維束31及び第2の被接続繊維束33の密度は、好ましくは1.30~1.45 [g/cm<sup>3</sup>] であり、より好ましくは1.35~1.43 [g/cm<sup>3</sup>] である。なお、第1の被接続繊維束31と第2の被接続繊維束33の密度は同じであっても異なってもよい。

また、接続繊維束35は、炭素繊維、又は、アクリル繊維が耐炎化処理されてなる耐炎化繊維からなる繊維束である。耐炎化繊維の密度は、好ましくは1.30~1.45 [g/cm<sup>3</sup>] であり、より好ましくは1.35~1.43 [g/cm<sup>3</sup>] である。1.30 [g/cm<sup>3</sup>] 未満である場合、接続部を構成する被接続繊維束又は接続繊維束が耐炎化工程にて蓄熱して切断され易い。1.45 [g/cm<sup>3</sup>] を超える場合、主に経済性の観点から好ましくない。

[0055] アクリル繊維は耐炎化処理時に化学反応によって発熱するが、炭素繊維や耐炎化繊維は耐炎化処理時に殆ど発熱しない。そのため、アクリル繊維からなる2本の被接続繊維束を耐炎化繊維である接続繊維束を介して接続することにより、被接続繊維束と接続繊維束との接続部においてアクリル繊維が集

中しなくなる。このため、接続部において発熱する繊維（アクリル繊維）が集中することによる蓄熱を回避することができる。

[0056] 交絡手段29に適用される高圧流体としては、圧縮空気その他、不活性ガス等の各種圧縮気体、水等の各種流体が例示される。前述のとおり、交絡手段は位置を固定した状態で用いてもよいし、繊維束方向に往復移動させながら用いてもよい。また、固定式と移動式の交絡手段を併用してもよい。

[0057] 被接続繊維束及び接続繊維束に噴射する流体の圧力は、0.2～0.8 [MPa] が好ましく、0.3～0.7 [MPa] がより好ましい。0.2 [MPa] 未満である場合、混織及び本交絡が不十分になり易い。0.8 [MPa] を超える場合、交絡部分以外の被接続繊維束及び接続繊維束が乱れ易く損傷し易い。

[0058] 被接続繊維束及び接続繊維束への高圧流体噴射時間は、移動式の交絡手段を用いる場合、3～90 [秒] が好ましく、5～60 [秒] がより好ましい。高圧流体の噴射時間は、固定式の交絡手段を用いる場合は、1～30 [秒] が好ましく、2～20 [秒] がより好ましい。噴射時間が短い場合、交絡が不十分になりやすい。噴射時間が長い場合、主に経済性の観点から好ましくない。

[0059] 移動式の交絡手段を用いる場合、移動速度は、1～200 [mm/秒] であることが好ましく、5～60 [mm/秒] であることがより好ましい。1 [mm/秒] 未満である場合、主に経済性の観点から好ましくない。200 [mm/秒] を超える場合、予備交絡あるいは本交絡が不十分になり易い。

[0060] 移動式の交絡手段を用いる場合、移動距離は、90～2,000 [mm] であることが好ましく、140～1,000 [mm] であることがより好ましい。前述のとおり、予備交絡部の長さが90 [mm] 未満である場合、なり、被接続繊維束及び接続繊維束の混織による高強度化の効果が十分に得られない場合がある。2,000 [mm] を超える場合、なり、被接続繊維束及び接続繊維束の取扱いが困難になることや、装置の大型化など経済的に不利な状況をもたらす。

- [0061] 移動式の交絡手段を用いる場合は、1つの交絡手段を使用してもよいし、互いに50 [mm] 以上1,000 [mm] 以下に離間した複数個の交絡手段を用いてもよい。
- [0062] 予備交絡部の形成に移動式の交絡手段を用いる場合、交絡手段の往復数は、1～10往復であることが好ましく、2～5往復であることがより好ましい。1往復未満である場合、混織が不十分となりやすい。10往復を超える場合、被接続繊維束及び接続繊維束に毛羽が生じやすくなる。生じた毛羽は本交絡時のトラブルや本交絡終了後の製造工程トラブルの原因となる。
- [0063] 本交絡部の形成に移動式の交絡手段を用いる場合、交絡手段の往復数は、0.5～3往復であることが好ましく、1～2往復であることがより好ましい。0.5往復未満である場合、本交絡が不十分となりやすい。3往復を超える場合、なり、被接続繊維束及び接続繊維束に毛羽が生じやすくなる。生じた毛羽は以後の製造工程トラブルの原因となる。本交絡部は、予備交絡部の存在する長さの範囲内で交絡手段を移動させながら形成させればよい。本交絡部の数に制限は特にないが少ない方が経済的である。
- [0064] 固定式の交絡手段を用いる場合、本交絡部は、1接続箇所当りに2～10箇所形成することが好ましく、3～8箇所形成することがより好ましい。2箇所未満の場合、接続部の接続強度が不十分になり易い。10箇所を超える場合、主に経済性の観点から好ましくない。
- [0065] 本交絡点間距離（隣接する本交絡部の中心点間の距離をいう）は、50～1,000 [mm] であることが好ましい。50 [mm] 未満である場合、隣接する本交絡部同士が干渉して本交絡状態に不具合を生じる場合がある。1,000 [mm] を超える場合、主に経済性の観点から好ましくない。

## 実施例

- [0066] 以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り以下の実施例に限定されるものではない。
- [0067] 〔実施例1〕

接続繊維束を介して2本の被接続繊維束（第1の被接続繊維束、第2の被

接続繊維束)を接続してなる連続繊維束(図1参照)を製造した。被接続繊維束としてフィラメント数24,000のアクリル繊維束、接続繊維束としてフィラメント数24,000の炭素繊維束を用いた。

すなわち、接続繊維束の一端側と、第1の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第1の交絡部を形成した。具体的には、一例を図4に示す構造の装置により、第1の被接続繊維束と接続繊維束とを引き揃えて重ね合わせ、一例を図4に示す構造の装置により、第1の被接続繊維束及び接続繊維束を挟持して重なり部を形成した。このときの弛緩率を0.3[%]とした。

[0068] この重なり部に対して200[m]離間した2つの移動式ノズルを30秒間かけてそれぞれ2往復させながら圧縮空気(圧力0.5[MPa])を噴射して、第1の被接続繊維束と接続繊維束とを混織させて400[m]の予備交絡部を形成した。

その後、第1の被接続繊維束と接続繊維束との挟持を解放した。この予備交絡部に対して2つの移動式ノズルを用いて圧縮空気(圧力0.5[MPa])をそれぞれ5秒間噴射して、予備交絡部に本交絡(第1の交絡部)を5箇所(交絡点)形成した。長さ収縮率は20[%]であった。

[0069] 次に、接続繊維束の他端部と第2の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第2の交絡部を形成した。第2の交絡部の形成は、第1の交絡部の形成方法と同様にして行った。

このようにして、第1の被接続繊維束と第2の被接続繊維束とが接続繊維束を介して間接的に接続されてなる連続繊維束を製造した。

[0070] <工程通過率>

実施例1の連続繊維束を用いて耐炎化及び炭素化を行った。その結果を、下記の表1に併せて示した。なお、本実施例、比較例において、工程通過率とは、耐炎化及び炭素化の各工程途中で連続繊維束の接続部が切断されることなく最終工程までを通過した割合をいう。

[0071] (炭素化)

炭素化炉における延伸区間の距離（ $L_2$ ）、炭素化炉の全長（ $L_1$ ）及び連続繊維束の延伸率（ $S$ ）を、下記の表 1 に示す条件に設定して、炭素化を行った。

[0072] [実施例 2～11、比較例 1～5]

下記の表 1 に示すフィラメント数の被接続繊維束及び接続繊維束を用い、下記の表 1 に示す交絡点の引張強度（ $F_1$ ）、交絡点数（ $N_1$ ）及び交絡部の総長さ（ $A$ ）の連続繊維束を、実施例 1 に準じて製造した。次に、炭素化炉における延伸区間の距離（ $L_2$ ）、炭素化炉の全長（ $L_1$ ）及び連続繊維束の延伸率（ $S$ ）を、下記の表 1 に示す条件に設定して、炭素化を行った。

[0073]

[表1]

	ファイラメント数		F1 [N]	N1	A [mm]	L2 [mm]	L1 [mm]	S [%]	D	T.工程通過率 [%]	
	被接続繊維	接続繊維								耐炭化工程	炭素化工程
実施例 1	24,000	24,000	950	5	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 2	24,000	24,000	550	5	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 3	24,000	24,000	950	5	1,500	3,750	15,000	8	35.0	100	100
実施例 4	24,000	24,000	950	5	300	3,750	15,000	15	30.4	100	100
実施例 5	12,000	12,000	950	5	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 6	12,000	24,000	950	5	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 7	24,000	48,000	950	5	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 8	48,000	48,000	950	5	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 9	24,000	24,000	950	2	300	3,750	15,000	8	22.8	100	100
実施例 10	24,000	24,000	950	7	750	3,750	15,000	8	26.3	100	100
実施例 11	24,000	24,000	950	5	750	1,875	7,500	8	35.0	100	100
比較例 1	24,000	24,000	350	5	750	3,750	15,000	8	26.3	70	40
比較例 2	24,000	24,000	950	5	2,000	3,750	15,000	8	45.0	100	20
比較例 3	24,000	24,000	950	5	750	3,750	15,000	20	41.3	100	30
比較例 4	24,000	48,000	950	5	2,000	3,750	15,000	8	45.0	100	20
比較例 5	12,000	12,000	950	5	2,000	3,750	15,000	8	45.0	100	20

## [0074] &lt;評価&gt;

表1の結果、実施例1～11は、全て耐炎化工程及び炭素化工程の工程通過率が100 [%]であった。

これに対して、比較例1は、交絡点の引張強度 (F1) が400 [N] 未満であるため、耐炎化工程及び炭素化工程の工程通過率が著しく劣っていた。

比較例2～5は、炭素化炉通過係数 (D) が40以上であるため、炭素化工程の工程通過率が著しく劣っていた。

## [0075] &lt;&lt;変形例&gt;&gt;

以上、実施形態に基づいて説明したが、本発明は実施形態に限られない。例えば、以下で説明する変形例と実施形態のいずれかを適宜組み合わせてもよいし、複数の変形例を適宜組み合わせてもよい。

## [0076] 1. 予備交絡部、本交絡部

実施形態では予備交絡部を形成した後、本交絡部を形成したが、これに限定されず、予備交絡部を形成せずに本交絡部を形成してもよい。この場合、交絡点は本交絡部と一致する。

## [0077] 2. 繊維束に噴射する流体の圧力

繊維束に噴射する流体の圧力は、複数の交絡点で同じにする必要はなく、それぞれ異なるようにしてもよい。

## [0078] 3. 炭素化炉

実施形態では炭素化炉は1個であったが、複数個存在してもよく、また炭素化炉は縦型でも横型でもよい。炭素化炉が複数個存在する場合、繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉を第1炭素化炉とする。第1炭素化炉は、好ましくは密度1.30～1.45 [g/cm<sup>3</sup>] の被接続繊維束を炭素化処理する炭素化炉である。

**符号の説明**

- [0079] 11 被接続繊維束  
12 予備交絡部

- 1 3 本交絡部
- 1 5 接続繊維束
- 3 1 第 1 の被接続繊維束
- 3 3 第 2 の被接続繊維束
- 3 5 接続繊維束
- 4 0 連続繊維束

## 請求の範囲

- [請求項1] 接続繊維束を介して第1の被接続繊維束と第2の被接続繊維束とを接続する接続工程と、
- 前記接続した繊維束を1個又は複数個の炭素化炉を走行させて炭素化する炭素化工程と
- を含む炭素繊維の製造方法であって、
- 前記接続工程は、前記接続繊維束の一端部と前記第1の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第1の交絡部を形成するとともに、
- 前記接続繊維束の他端部と前記第2の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第2の交絡部を形成することにより行われ、
- 前記各交絡部の交絡点数（N1）が2以上、かつ前記各交絡点の引張強度（F1）が400 [N] 以上の場合において、下記の式（1）の関係を満たす
- 炭素繊維の製造方法。
- $$40 > \{L2 / (L2 - A)\} \times (S + 13) \cdots (1)$$
- [式中、L2は前記繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、Aは前記第1の交絡部における交絡点と前記第2の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、Sは前記炭素化炉を走行するときに前記接続した繊維束に付与される延伸率 [%] を示す。]
- [請求項2] 前記複数個の炭素化炉は前記接続した繊維束の走行方向に沿って存在する
- 請求項1に記載の炭素繊維の製造方法。
- [請求項3] 前記繊維束の走行方向の上流側から1番目に存在する炭素化炉が、密度1.30～1.45 [g/cm<sup>3</sup>] の被接続繊維束を炭素化処理する炭素化炉である

請求項 1 又は 2 に記載の炭素繊維の製造方法。

[請求項4]

前記接続繊維束が耐炎化繊維又は炭素繊維からなり、前記各被接続繊維束がアクリル繊維からなる

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の炭素繊維の製造方法。

[請求項5]

1 個又は複数個の炭素化炉を走行して炭素化される繊維束であって炭素化前の状態の第 1 の被接続繊維束と、前記 1 個又は複数個の炭素化炉を走行して炭素化される繊維束であって炭素化前の第 2 の被接続繊維束とを接続繊維束を介して接続する接続方法において、

前記第 1 の被接続繊維束と前記第 2 の被接続繊維束との接続は、前記接続繊維束の一端部と前記第 1 の被接続繊維束の他端部とを重ね合わせて流体を噴射して第 1 の交絡部を形成するとともに、前記接続繊維束の他端部と前記第 2 の被接続繊維束の一端部とを重ね合わせて流体を噴射して第 2 の交絡部を形成することにより行われ、

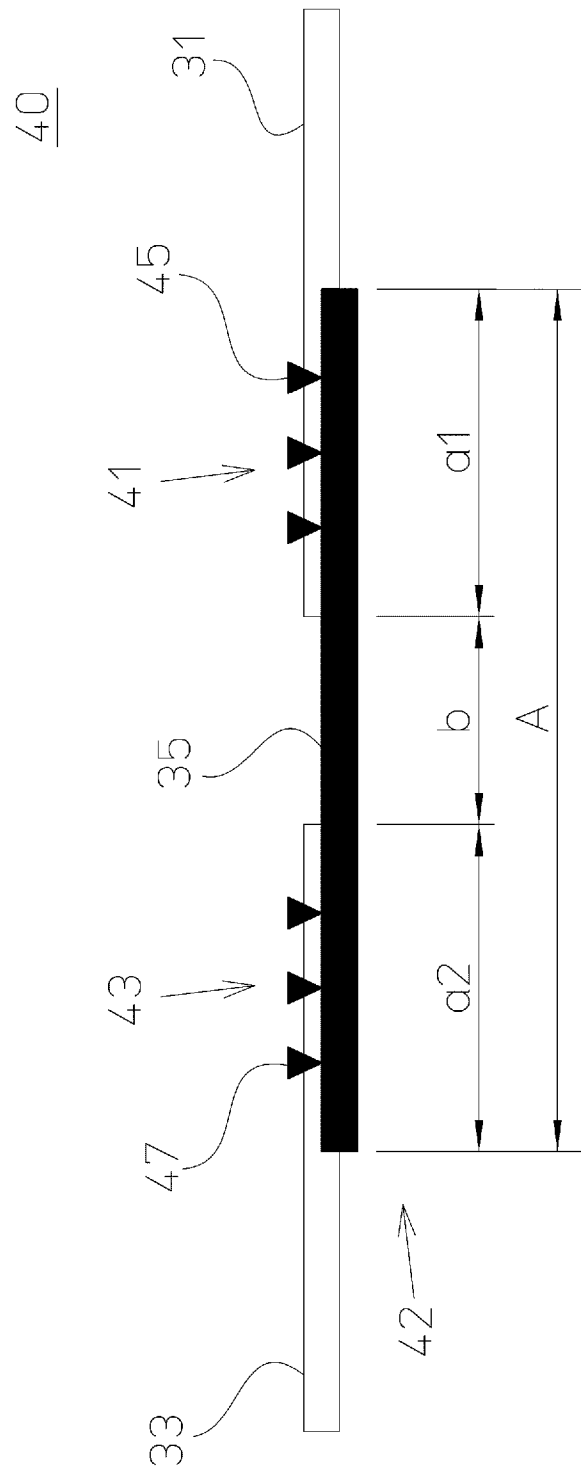
前記各交絡部の交絡点数 (N 1) が 2 以上、かつ前記各交絡点の引張強度 (F 1) が 400 [N] 以上の場合において、下記の式 (1) の関係を満たす

接続方法。

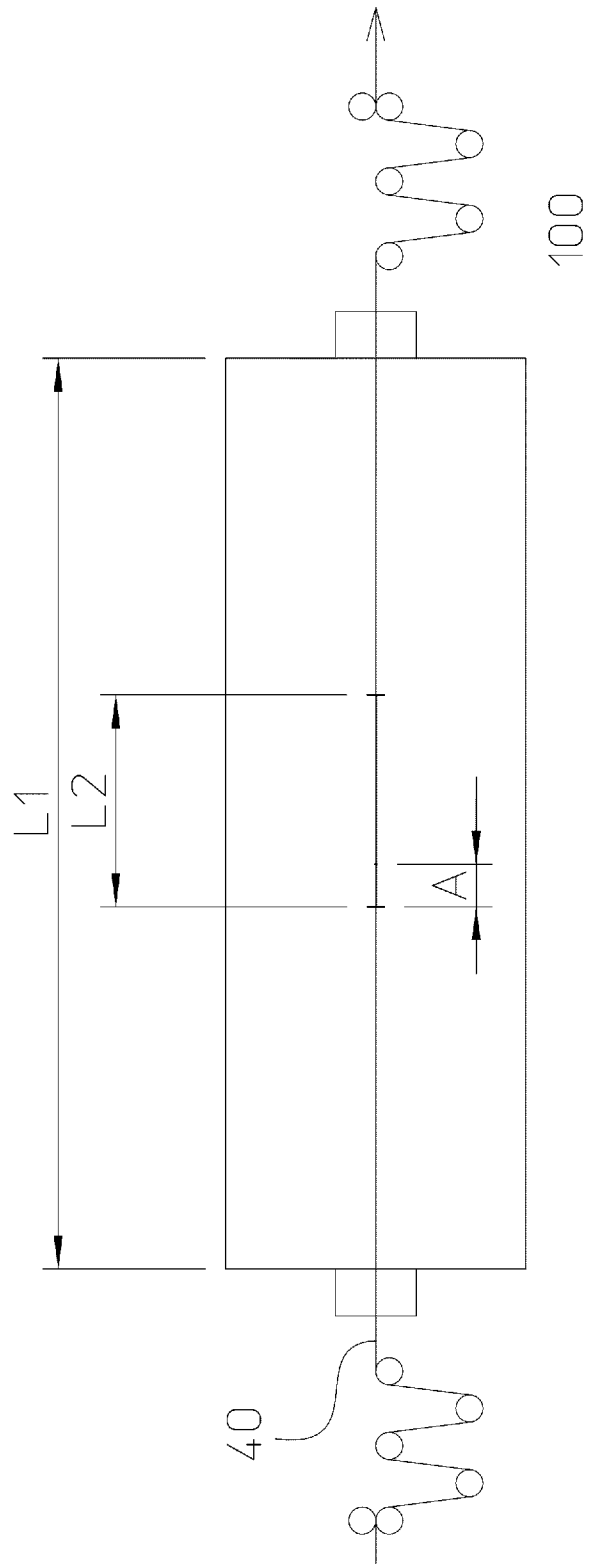
$$40 > \{L_2 / (L_2 - A)\} \times (S + 13) \cdots (1)$$

[式中、L<sub>2</sub> は前記繊維束の走行方向の上流側から 1 番目に存在する炭素化炉における延伸区間の距離 [mm]、A は前記第 1 の交絡部における交絡点と前記第 2 の交絡部における交絡点との最大距離 [mm]、S は前記炭素化炉を走行するときに前記接続した繊維束に付与される延伸率 [%] を示す。]

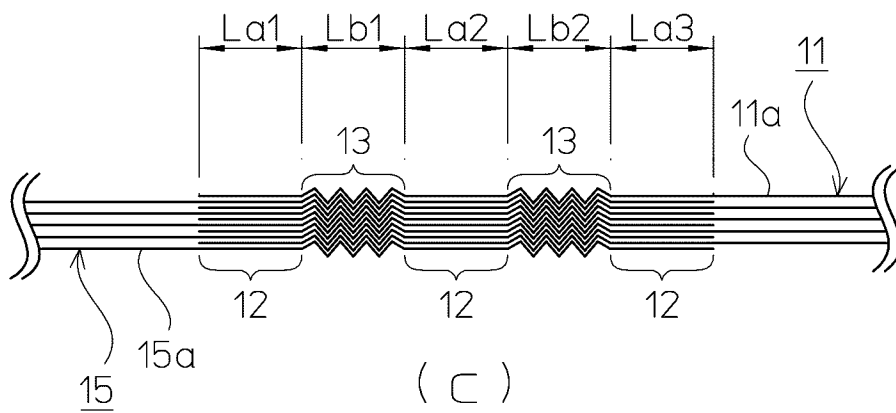
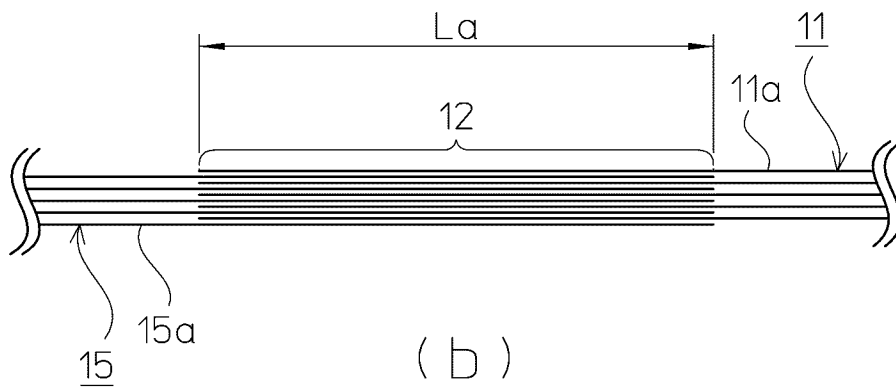
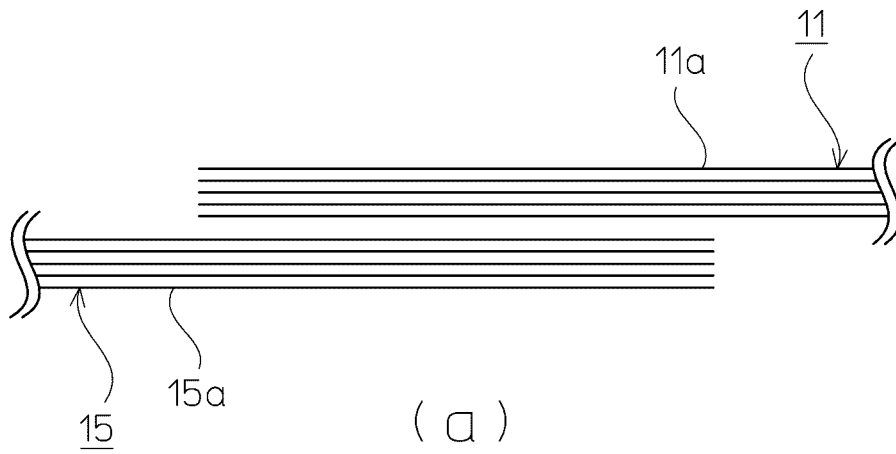
[図1]



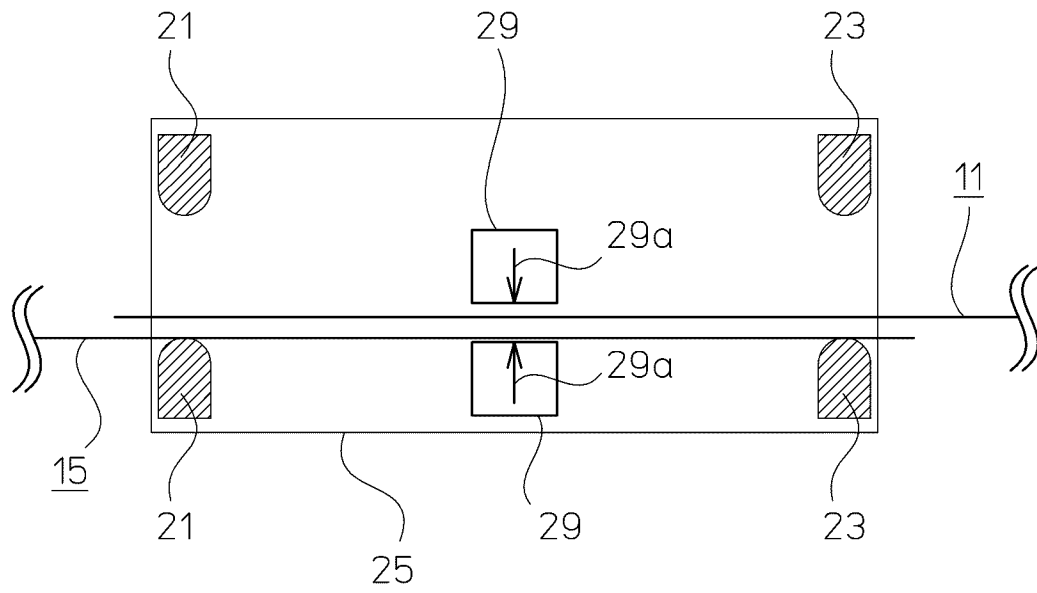
[図2]



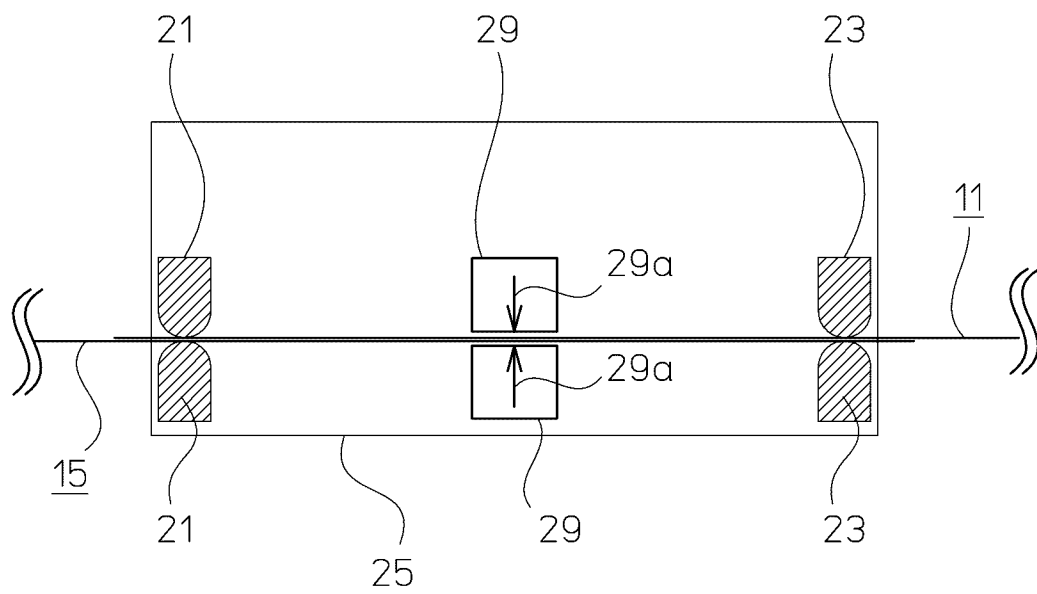
[図3]



[図4]



( a )



( b )

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/003477

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
D01F9/14(2006.01)i, D01F9/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
D01F9/08-8/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-133074 A (Toray Industries, Inc.), 17 June 2010 (17.06.2010), claims; examples & US 2011/0217228 A1 claims; examples & WO 2010/053170 A1 & EP 2348143 A1 & CN 102209806 A & KR 10-2011-0084420 A	1-5
A	JP 2015-120582 A (Toho Tenax Co., Ltd.), 02 July 2015 (02.07.2015), claims; examples (Family: none)	1-5
A	JP 2008-174846 A (Toray Industries, Inc.), 31 July 2008 (31.07.2008), claims; examples (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 April 2017 (19.04.17)	Date of mailing of the international search report 09 May 2017 (09.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/003477

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-131348 A (Toray Industries, Inc.), 18 May 1999 (18.05.1999), claims; examples (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. D01F9/14(2006.01)i, D01F9/22(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. D01F9/08-8/32											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2010-133074 A (東レ株式会社) 2010.06.17, 特許請求の範囲、 実施例 & US 2011/0217228 A1; Claims, Examples & WO 2010/053170 A1 & EP 2348143 A1 & CN 102209806 A & KR 10-2011-0084420 A	1-5									
A	JP 2015-120582 A (東邦テナックス株式会社) 2015.07.02, 特許請 求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-5									
A	JP 2008-174846 A (東レ株式会社) 2008.07.31, 特許請求の範囲、 実施例 (ファミリーなし)	1-5									
☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 19.04.2017		国際調査報告の発送日 09.05.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 久保田 葵	4 S   5 2 8 3								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3 4 7 4								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 11-131348 A (東レ株式会社) 1999.05.18, 特許請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-5