

(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
2020年10月8日(08.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/203390 A1

(51) 国際特許分類:

D02J 1/00 (2006.01) D01F 9/22 (2006.01)
D01F 6/18 (2006.01) D02J 1/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012605

(22) 国際出願日: 2020年3月23日(23.03.2020)

(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 2019-066806 2019年3月29日(29.03.2019) JP

(71) 出願人: 東レ株式会社 (TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 伊原康樹 (IHARA, Koki); 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地

東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP). 林田賢吾 (HAYASHIDA, Kengo); 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP). 大隈崇裕 (OKUMA, Takahiro); 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP).

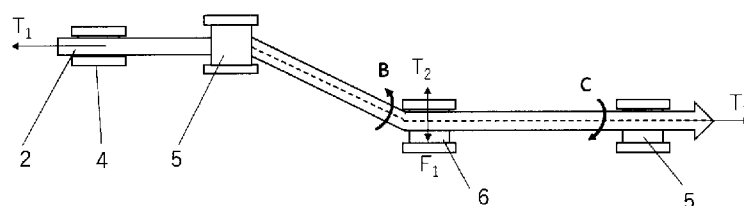
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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,

(54) Title: CARBON-FIBER-PRECURSOR FIBER BUNDLE AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 炭素繊維前駆体繊維束およびその製造方法

【図8】

【図8】



(57) Abstract: Provided is a carbon-fiber-precursor fiber bundle obtained by combining a plurality of at least two flat carbon-fiber-precursor filaments, wherein: a degree of interlacement of the carbon-fiber-precursor filaments as determined by the hook drop method is 5 to 23; a yarn width X of the carbon-fiber-precursor fiber bundle with respect to a yarn width W of the carbon-fiber-precursor filaments is within a range of $W \leq X \leq 2.2W$; and the carbon-fiber-precursor filaments are arranged in the carbon-fiber-precursor fiber bundle in such a manner that 0.5 to 5 continuous clockwise turns and 0.5 to 5 continuous counterclockwise turns about a longitudinal central axis of the carbon-fiber-precursor fiber bundle as a turning axis are alternately repeated. By using the carbon-fiber-precursor fiber bundle according to the present invention, it is possible to increase a filament density during a baking step, making it possible to obtain a high-grade and high-quality carbon fiber at a low cost.

[続葉有]

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 複数の扁平状の炭素繊維前駆体糸条が2本以上合糸されてなる炭素繊維前駆体繊維束であって、炭素繊維前駆体糸条のフックドロップ法により求められる交絡度が5以上23以下であり、炭素繊維前駆体糸条の糸幅Wに対して炭素繊維前駆体繊維束の糸幅Xが $W \leq X \leq 2W$ の範囲内であり、かつ、炭素繊維前駆体繊維束内において、炭素繊維前駆体糸条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として0.5回転以上5回転以下の連続右回転と0.5回転以上5回転以下の連続左回転を交互に繰り返すように配置されている炭素繊維前駆体繊維束。本発明の炭素繊維前駆体繊維束を用いることで、焼成工程において糸条密度を高めることができるため、高品位・高品質である炭素繊維を低コストで得ることができる。

明 細 書

発明の名称：炭素繊維前駆体繊維束およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、フィラメント数の多い繊維束から、フィラメント数が少ない複数の繊維束に分割することができる炭素繊維前駆体繊維束とその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 炭素繊維は、その高い比強度、比弾性率から繊維強化複合材料の強化繊維として航空機用部材に用いられ、航空機の軽量化に貢献してきた。近年、この流れは加速しており、適用部材の拡大、大型部材への適用が進められつつあり、ストランド弾性率を中心とした、さらなる機械的特性の向上、さらには炭素繊維としての安定した機械的特性の発現が求められている。

[0003] また、近年、従来の航空機用途やスポーツ用途に加え、自動車、風車、圧力容器、電子機器筐体などの産業用途へと、益々その適用範囲が拡がりつつある。産業用途においては、炭素繊維の高い機械的特性はそのままに、金属材料や、ガラス繊維強化複合材料など現行材料と同等の経済性が求められている。そのニーズに応えるためには、高価な炭素繊維のコストダウンだけではなく、さらなる炭素繊維の機械的特性の向上による構造部材の軽量化（部材使用量の削減）が望まれている。そのため、炭素繊維強化複合材料の機械特性を支配する炭素繊維の引張強度の向上が重要である。

[0004] 炭素繊維前駆体繊維束として、ポリアクリロニトリル系の前駆体繊維束が広く知られている。炭素繊維は、例えばその前駆体繊維束であるポリアクリロニトリル系の前駆体繊維束を製糸工程で一旦巻き取ってパッケージとし、その後パッケージから前駆体繊維束を解舒し、ポリアクリロニトリル系前駆体繊維束を200～300℃の酸化性雰囲気下で耐炭化繊維へ転換する耐炭化工程、耐炭化繊維を窒素・アルゴン・ヘリウム等の不活性雰囲気下中でさらに300～3000℃に加熱し、炭素化する炭素化工程を経ることで得ら

れる。また別の方法として、製糸工程で得られた前駆体繊維束を巻き取らずにケンスなどに収納し、それらを解舒してから同様のプロセスで炭素繊維を製造することも行われている。最も広く利用されているポリアクリロニトリル系炭素繊維は、糸切れや毛羽の発生が少ない、品質に優れた1000～24000フィラメントの、いわゆるレギュラートウタイプの炭素繊維が主であり、複合材料の強化繊維として一般産業用途を中心にスポーツ用途や航空宇宙用途に広く用いられている。さらなる用途拡大のためには、コストが低く、品位の良い炭素繊維の提供が重要な課題であり、炭素繊維前駆体繊維束の製造工程においても、これまで多くの生産効率化によるコスト低減に関する改善技術が開示されている。

[0005] 例えば、特許文献1、2には、フィラメント数の少ない炭素繊維を効率的に生産する方法として、炭素繊維前駆体系条に収束性を付与した後、複数の炭素繊維前駆体系条を合糸して、フィラメント数の多い炭素繊維前駆体繊維束とする方法が提案されている。特許文献3には、隣接した炭素繊維前駆体系条に空気交絡処理を行い、フィラメント数の多い1つの炭素繊維前駆体繊維束として収納し、この繊維束に張力を付与することで分割する技術が提案されている。特許文献4には、炭素繊維前駆体繊維束に空気交絡処理を施し、収束性を付与した後、引き揃えることなく単一のボビンに巻き取る技術を提案している。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平9－273032号公報
特許文献2：特開昭58－87321号公報
特許文献3：国際公開2005／078173号
特許文献4：特開2010－1597号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献 1 に開示されている合糸の方法では、炭素繊維前駆体系条の重なり状態の制御が不十分であり、炭素繊維前駆体系条同士の絡まりが生じるため、分割しようとする、毛羽立ちが発生することにより、炭素繊維前駆体繊維糸条の糸切れが発生するなどの課題があった。
- [0008] また、特許文献 2 に開示されている合糸の方法では、炭素繊維前駆体繊維糸条ごとに加撚を施す必要があるため、解撚を行う必要があり、設備費用が増加し、また、撚り残りの影響で糸幅が不安定になるという懸念があった。
- [0009] また、特許文献 3 に開示されている合糸方法では、炭素繊維前駆体系条を並列するように配置するため、糸条密度を上げることが難しく、生産性を向上させるには不十分であった。さらに、炭素繊維前駆体繊維束の収納方法もケースに限定されるという課題があった。
- [0010] また、特許文献 4 に開示されている合糸方法では、炭化処理を施したあとで合糸するため、必ずしも糸条密度を高める効果が十分ではなかった。
- [0011] 特許文献 1、2 は炭素繊維前駆体系条の収束性付与による分割のしやすさに着目したものであり、合糸後の炭素繊維前駆体系条の配置について着目したのではない。一方で、特許文献 3、4 は炭素繊維前駆体系条の配置に着目したものであるが、並列に配置することに限定されているため、糸条密度を上げるには不十分である。
- [0012] 本発明は、こうした従来の課題を解決すべくなされたものであり、複数の炭素繊維前駆体系条を合糸することで、糸条密度を高めるとともに、炭素繊維前駆体系条同士の絡まりを制御し、毛羽や糸切れの発生が生じにくく、容易に分割できる炭素繊維前駆体繊維束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

- [0013] 上記課題を達成するために、本発明の炭素繊維前駆体繊維束は次の特徴を有する。
- [0014] すなわち、複数の扁平状の炭素繊維前駆体系条が合糸されてなる炭素繊維前駆体繊維束であって、炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法により求められる交絡度が 5 以上 23 以下であり、炭素繊維前駆体系条の糸幅 W に対し

て炭素繊維前駆体繊維束の糸幅 X が $W \leq X \leq 2.2W$ の範囲内であり、かつ、炭素繊維前駆体繊維束内において、炭素繊維前駆体糸条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として0.5回転以上5回転以下の連続右回転と0.5回転以上5回転以下の連続左回転を交互に繰り返すように配置されている炭素繊維前駆体繊維束である。

[0015] また、本発明の炭素繊維前駆体繊維束の製造方法は次の構成からなる。

[0016] すなわち、複数の炭素繊維前駆体糸条を合糸して炭素繊維前駆体繊維束を得る炭素繊維前駆体繊維束の製造方法であって、前記炭素繊維前駆体糸条が、扁平状かつ、フックドロップ法により求められる交絡度が5以上23以下あり、前記炭素繊維前駆体糸条の糸幅を W としたときに、該複数の炭素繊維前駆体糸条を扁平部の幅 Y が $W \leq Y \leq 2.2W$ の範囲内である溝付きガイドローラーの扁平部上で、層状に重ねることにより合糸して炭素繊維前駆体繊維束とした後、複数の糸道規制部材を用いて炭素繊維前駆体繊維束を斜行させることにより、炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体糸条に回転を付与し、炭素繊維前駆体糸条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として0.5回転以上5回転以下の連続右回転と0.5回転以上5回転以下の連続左回転とを交互に繰り返すように、前記糸道規制部材を配置する炭素繊維前駆体繊維束の製造方法である。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、複数の炭素繊維前駆体糸条を、1本の炭素繊維前駆体繊維束に合糸し、ポビンに巻き取るか、ケンスに収納した後、炭素繊維前駆体繊維束から、毛羽や糸切れの発生が生じにくく、もとの炭素繊維前駆体糸条単位に分割可能な炭素繊維前駆体繊維束およびその製造方法を提供することができる。本発明の炭素繊維前駆体繊維束を用いることで、焼成工程において糸条密度を高めることができるため、高品位・高品質である炭素繊維を低コストで得ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1] 3本の炭素繊維前駆体糸条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸

を回転軸として、右回転している様子を示す模式図である。

[図2] 3本の炭素繊維前駆体系条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として、左回転している様子を示す模式図である。

[図3] 本発明に係る合糸プロセスの一例を示す簡略図である。

[図4] 炭素繊維前駆体繊維束の斜行糸道を示す簡略図である。

[図5] 3本の炭素繊維前駆体系条における回転数の測定において、1本の炭素繊維前駆体系条が、他の炭素繊維前駆体系条と交差する配置を取る場合を示す模式図である。

[図6] 3本の炭素繊維前駆体系条における回転数の測定において、1本の炭素繊維前駆体系条が他の糸条を縫うように配置されている場合を示す模式図である。

[図7] 3本の炭素繊維前駆体系条における回転数の測定において、炭素繊維前駆体繊維束の中心軸を回転軸とは独立して、2本の糸条が回転して配置されている場合を示す模式図である。

[図8] 斜行糸道により、連続右回転と連続左回転が交互に繰り返すように導入される様子を示す模式図である。

[図9] 扁平状に把持された2点間に左回転を付与した場合に対となる右回転が導入される様子を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0019] 本発明において、複数の炭素繊維前駆体系条を合糸した後の繊維束を炭素繊維前駆体繊維束と記載し、合糸前、もしくは、いったん合糸した後、さらに分割した後の繊維束を炭素繊維前駆体系条と記載して区別する。

[0020] 本発明における、実施の態様を詳細に説明する。

[0021] 本発明の炭素繊維前駆体繊維束を構成する重合体の種類は特に限定されないが、主としてアクリロニトリルからなるアクリル系重合体であることが好ましく、具体的にはアクリロニトリル90質量%以上と他のモノマー10質量%以下からなる共重合体であることが好ましい。モノマーとしてはアクリル酸、メタアクリル酸、イタコン酸等のカルボン酸、およびそれらのメ

チルエステル、エチルエステル、プロピルエステル、ブチルエステル等のアルキルエステル；それらのアルカリ金属塩もしくはアンモニウム塩、あるいはアリルスルホン酸、メタリルスルホン酸、スチレンスルホン酸等のスルホン酸およびそれらのアルカリ金属塩などを挙げることができるが、特に限定されるものではない。モノマーの共重合割合が10質量%を超えると、最終的に得られる炭素繊維の物性が低下する場合がある。アクリル系重合体は通常の乳化重合、塊状重合、溶液重合等の重合法を用いて重合できる。

[0022] 次に炭素繊維前駆体繊維束の製造方法について説明する。

[0023] 上記のアクリル系重合体と、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド等の有機溶媒；硝酸、塩化亜鉛、ロダンソーダ等の無機物の水溶液等とからなる重合体溶液を紡糸原液として、通常の湿式紡糸法または乾湿式紡糸法によって紡糸し、凝固糸を得た後、得られた凝固糸の浴中延伸を行う。この浴中延伸工程において、凝固糸を、通常30～98℃の延伸浴中で略2～6倍に延伸し、延伸糸を得る。なお、好ましくは浴中延伸後に延伸糸を水洗するか、もしくは、凝固糸を水洗した後に浴中延伸することによって、延伸糸中の残存溶媒を問題ない程度に除去する。浴中延伸後の延伸糸は、油剤を付与された後、ホットローラーなどで乾燥緻密化され炭素繊維前駆体系条となる。また、必要に応じて、その後さらに、スチーム延伸等の2次延伸工程や、収束性を付与する工程を実施することができる。収束性を付与するためには、炭素繊維前駆体系条を溝付きガイドローラーに通過させる方法または気体交絡処理する方法など一般的な手法から選択することができる。収束性を付与する工程は、必ずしも、乾燥緻密化工程または2次延伸工程の後に配置する必要はなく、製糸工程のいずれの段階でも実施することができる。また、炭素繊維前駆体系条の収束性は、以下のようにして、フックドロップ法で測定することができる。本発明において、炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法により求められる交絡度は、5以上23以下、好ましくは7以上20以下、より好ましくは7以上15以下である。

[0024] <フックドロップ法による交絡度>

フックドロップ法による炭素繊維前駆体系条の交絡度は、JIS-L1013(2010)「化学繊維フィラメント糸試験方法」の交絡度測定方法に準じて測定する。炭素繊維前駆体繊維束から分割して得られた炭素繊維前駆体系条の下方の位置に荷重100gを吊り下げ、糸条を垂直にたらし、糸条の上部に荷重10gのフックを挿入し、フックが糸の交絡によって停止するまでの降下距離(mm)から下記式によって交絡度を求める。50回測定し、その平均値を求める。炭素繊維前駆体繊維束を構成するすべての炭素繊維前駆体系条について測定を行い、その平均値を交絡度とした。

交絡度 = $1000 / \text{フック降下距離}$ 。

[0025] かかる収束性を付与した、複数の炭素繊維前駆体系条を、ガイドローラー上で合糸することにより、本発明の炭素繊維前駆体繊維束を得ることができる。その後、炭素繊維前駆体繊維束を、巻き取り機によりパッケージに巻き取るか、または、ケンスに収納することができる。炭素繊維前駆体系条の単繊維繊度としては0.5～3.3dtexが好ましい。単繊維繊度を0.5dtex以上とすることで、安定した操業性を確保することができる。単繊維繊度を、3.3dtex以下とすることで、耐炭化工程における斑焼けを抑制し、高い引張強度を発現することができる。また炭素繊維前駆体系条のフィラメント数は、好ましくは1000以上24000以下、より好ましくは、3000以上12000以下である。フィラメント数が24000を超える場合、フィラメント全体に均一な交絡を付与することが困難であることに加えて、必要な交絡を付与する際に過酷な条件を採用する必要があるため、炭素繊維前駆体系条の毛羽が増加したり、糸切れが発生したりしてしまう場合がある。炭素繊維前駆体系条の合糸本数は、好ましくは2以上10本以下、さらに好ましくは、3以上8本以下である。合糸本数が10本を超えると、繊維束の分割を行う際に、工程中に分割用の糸幅規制ガイドや巻き取り機などを新たに設置する必要があり、かえって製造コストが高くなるという問題がある。

[0026] 次に本発明の炭素繊維前駆体繊維束内における炭素繊維前駆体系条の合糸

状態について詳細を説明する。複数の炭素繊維前駆体系条を合糸して得られた、本発明の炭素繊維前駆体繊維束の糸幅 X は、炭素繊維前駆体系条の糸幅 W に対して $W \leq X \leq 2.2W$ の範囲内である。炭素繊維前駆体繊維束の糸幅 X が炭素繊維前駆体系条の糸幅 W より小さい場合、炭素繊維前駆体系条が折りたたまれるなど、扁平性が失われており、分割後の炭素繊維前駆体系条の糸幅のバラツキが大きくなる。炭素繊維前駆体繊維束の糸幅 X が $2.2W$ を超えると、炭素繊維前駆体繊維束をボビンもしくはケンスから解舒しガイドローラー群に導いた際に、炭素繊維前駆体系条の配置が自由に入れ替り、炭素繊維前駆体系条同士が絡まるため、分割する際に毛羽の増加や糸切れが発生する場合がある。

[0027] <炭素繊維前駆体繊維束の糸幅 X および炭素繊維前駆体系条の糸幅 W の測定>

上記手法で得た炭素繊維前駆体繊維束をボビンに巻き取るか、ケンスに収納した後、炭素繊維前駆体繊維束を解舒し、5 mの長さとなるようカットした。炭素繊維前駆体繊維束について、長手方向の異なる位置で10点の糸幅を測定し、平均値を糸幅 X とした。さらに5 mの炭素繊維前駆体繊維束を、形を崩さないように分割し、炭素繊維前駆体系条を得た。得られた各々の炭素繊維前駆体系条について、炭素繊維前駆体繊維束と同様に長手方向の異なる位置で糸幅を10点測定し、(合糸本数 $\times$ 10)点の平均を糸幅 W とした。その際、炭素繊維前駆体系条が折りたたまれている場合は、折りたたみ部を戻して、扁平状の糸条とした後の糸幅を糸幅 W とした。

[0028] さらに、本発明の炭素繊維前駆体繊維束は、合糸されている複数の炭素繊維前駆体系条の配置が、炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として0.5回転以上5回転以下の連続右回転と0.5回転以上5回転以下の連続左回転とを交互に繰り返すように存在している。ここで、右回転と左回転は、それぞれ図1、2に示すように、炭素繊維前駆体繊維束の走行方向 A と同じ向きに視線を置いた場合に付与されている回転方向である。

[0029] 図1には、炭素繊維前駆体系条1、1'、1''が炭素繊維前駆体繊維束

2の長手方向の中心軸3を回転軸として、右回転している例が示されている。また、図2には、炭素繊維前駆体糸条1、1'、1''が炭素繊維前駆体繊維束2の長手方向の中心軸3を回転軸として、左回転している例が示されている。この回転方向が、一方向のみ、例えば右方向のみの回転が存在する場合は、炭素繊維前駆体繊維束を分割する時に撚りが溜まり続けてしまい、一定長さ解舒した後に分割ができなくなる。

[0030] また、炭素繊維前駆体糸条の右回転および左回転のいずれかの回転方向の最大連続回転数は0.5回転以上5回転以下であり、好ましくは、0.5回転以上4回転以下、さらに好ましくは0.5回転以上2回転以下である。最大連続回転数が0.5回転未満の場合は、炭素繊維前駆体繊維束の収束性が不十分となり、製糸工程を通過中、またはボビンもしくはケンスから解舒した際に、層状に重ねた複数の炭素繊維前駆体糸条の配置が自由に入れ替り、炭素繊維前駆体糸条同士が絡まるため、分割する際に毛羽が増加したり、糸切れが発生したりする。また、製糸工程を通過中、またはボビンもしくはケンスから解舒した際に、複数の炭素繊維前駆体糸条のうちの1本もしくは数本が分離してしまい工程通過性が不安定となる場合がある。一方、最大連続回転数が5回転を超えてしまうと、過剰な交絡部分が存在することで、分割する際に炭素繊維前駆体糸条同士が擦過し毛羽が生じてしまう場合がある。

[0031] <炭素繊維前駆体糸条の連続右回転および連続左回転の判定および最大連続回転数の測定>

炭素繊維前駆体繊維束の一端を、構成する前駆体繊維糸条単位に分割し、前駆体繊維糸条の重なり順が識別できるように固定する(以下固定点1とする)。続いて、固定点1をボビンもしくはケンスから3m引き出し、同様に炭素繊維前駆体繊維束を構成する前駆体繊維糸条の重なり順が識別できるように固定する(以下固定点2とする)。固定点1を持ち、解舒方向と逆向き(ボビンもしくはケンス方向)に視線を置き、長手方向の中心軸を回転軸として、絡んでいた複数の炭素繊維前駆体糸条がそれぞれの糸条単位に分割されるまで炭素繊維前駆体繊維束を回転させる。その際に要した回転数について、右

回転と左回転を区別して、かつ、 180° 回転を要した場合 0.5 回転、 360° 回転を要した場合 1.0 回転というように、 180° 回転ごとに 0.5 回転ずつとして数え、固定点 1 と固定点 2 の間に導入されている回転数を測定する。また、回転がない場合は 0 回転とする。続いて、前記測定における固定点 2 から、さらに 3 m の炭素繊維前駆体繊維束を引き出し、同様の方法で回転数を測定する。回転方向が直前の測定と同じ場合、および、0 回転の場合は同一の回転方向として測定を継続し、得られた回転数を積算する。回転方向が異なる場合は、直前の回転方向における回転数のカウントを終了し、新しい回転方向のカウントを開始する。回転方向が異なるまで積算された回転数を、炭素繊維前駆体糸条の連続回転数とする。なお、図 5 に示すように 1 本ないし複数本の炭素繊維前駆体糸条 1 が、他の炭素繊維前駆体糸条 1'、1'' を一方向からまたぎ交差する配置を取る場合がある。この場合は、炭素繊維前駆体糸条の交差回数が最小となる場合の回転数を採用する。また、図 6 に例示するように 1 本の炭素繊維前駆体糸条 1 が他の炭素繊維前駆体糸条 1'、1'' を縫うように配置されている場合や、図 7 に例示するように炭素繊維前駆体繊維束 2 の中心軸による回転とは独立して、炭素繊維前駆体糸条 1'、1'' が回転して配置されている場合は、0 回転として測定を継続する。回転方向が判別できない配置が 2 回連続で確認された場合は、連続回転数は測定不可とし、測定を終了する。

[0032] 炭素繊維前駆体糸条に導入された右方向の連続回転数(以下連続右回転とする)および左方向の連続回転数(以下連続左回転とする)がそれぞれ 10 回ずつ測定できるまで前記測定を繰り返す。前記測定を炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の異なる 5 箇所を起点に測定して得られた、左方向および右方向のそれぞれにおける連続回転数の最大値をそれぞれの最大連続回転数とする。

[0033] 次に、合糸方法について詳細を説明する。

[0034] 本発明では、2 本以上の糸幅 W の扁平状である炭素繊維前駆体糸条を、溝付きガイドローラー上に層状に重ねるように導き合糸する。ここで、扁平状とは、厚みよりも幅の方が大きい、平らなテープ状の形状を意味する。厚み

／幅の比率の範囲としては、 $0.0001 \sim 0.3$ が好ましい。厚み／幅を 0.3 以下とすることで、合糸工程において炭素繊維前駆体糸条同士に十分な接触面を確保することができ、糸条が層状に重なった状態を保持することができる。扁平状である炭素繊維前駆体糸条は、実質的に無撚りの炭素繊維前駆体糸条を、扁平な平ローラー上で保持することにより、得ることができる。

[0035] 図3に、本発明の合糸方法の好ましい様態の1例を示す。溝付きガイドローラー4は、扁平な溝（以下、扁平部と呼ぶ）を有し、2本以上の炭素繊維前駆体糸条1、1'、1''は、当該扁平部上で層状に重なった状態で保持され、次の糸道規制部材5に送られる。扁平部の幅Yは、炭素繊維前駆体糸条の糸幅Wに対して、 $W \leq Y \leq 2.2W$ の範囲内である。扁平部の幅YがWより小さい場合は、炭素繊維前駆体糸条を層状に重ねることができず、ガイド上で炭素繊維前駆体糸条が折りたたまれ、扁平性が失われる。また、ガイド上で自由に炭素繊維前駆体糸条の配置が入れ替わり、炭素繊維前駆体糸条の絡まりが生じる。扁平部の幅Yが $2.2W$ を超える場合は、ガイド上で2本の前駆体糸条が横に並ぶため、2本以上の前駆体糸条を層状に重ねることができず、同じくガイド上で炭素繊維前駆体糸条の絡まりが生じる。また、1本ないし複数の炭素繊維前駆体糸条が層状に重ならないため、炭素繊維前駆体繊維束全体に均一な回転を付与することができず、収束性が不十分となる。その結果、合糸して得られた炭素繊維前駆体繊維束が製糸工程を通過中、またはボビンもしくはケンスから解舒した際に、炭素繊維前駆体糸条の1本ないし数本が分離してしまい、工程通過性が不安定となる。

[0036] 次に、合糸して得られた炭素繊維前駆体繊維束を、複数の糸道規制部材を用いて斜行させることにより、炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体糸条に回転を付与する。この際、炭素繊維前駆体糸条が、炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として 0.5 回転以上 5 回転以下の連続右回転と 0.5 回転以上 5 回転以下の連続左回転とを交互に繰り返して配置されるように、複数の糸道規制部材の配置を調整する。本発明における炭素繊維

前駆体系条に対する回転付与の実施形態としては、例えば図3に示すように、炭素繊維前駆体系条1、1'、1''を合糸用溝付きガイドローラー4に導き、炭素繊維前駆体繊維束2とした後に、炭素繊維前駆体繊維束2の走行方向に沿って複数の糸道規制部材5、6を配置して作成した糸道を通過させて、炭素繊維前駆体繊維束2を斜行させることで炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体系条に回転を付与する。ここで斜行とは、図4に示すように、合糸用溝付きガイドローラー4と、合糸用溝付きガイドローラーを通過した炭素繊維前駆体繊維束2が直進するように配置した糸道規制部材5の中心点を結ぶことで得られる直線 L_1 と、糸道規制部材5とその後方に設けられた斜行用糸道規制部材6を走行する炭素繊維前駆体繊維束によって得られる直線 L_2 がなす角 θ （以下、斜行角 θ と呼ぶ）が 0.5° 以上となるように炭素繊維前駆体繊維束2を走行させることである。

[0037] <炭素繊維前駆体繊維束の斜行角 θ >

炭素繊維前駆体繊維束の斜行角 θ （ $^\circ$ ）は、図4に示すように炭素繊維前駆体繊維束の走行方向に沿って配置された糸道規制部材5と斜行用糸道規制部材6間の距離 L （mm）、および、合糸用溝付きガイドローラー4と糸道規制部材5における炭素繊維前駆体繊維束の走行部の中心点を結んで得られる直線 L_1 を含む鉛直方向の平面に対する斜行用糸道規制部材6からの垂線の長さ D （mm）を測定し、下式で求めることができる。

[0038]
$$\theta = \arcsin(D/L) \times 360^\circ \div 2\pi$$

本発明で用いる糸道規制部材は、走行する炭素繊維前駆体繊維束を物理的外力で斜行させることにより、炭素繊維前駆体繊維束を構成する炭素繊維前駆体系条の位置を変動させることができるものであればよい。糸道規制部材の形状は、U字型、V字型、H字型、ループ型、スネール型、フック型、パイプ型などが挙げられるが、その形状は特に限定されるものではない。糸道規制部材の具体例としては、単独ガイド、櫛ガイド、単独ローラーおよび単数または複数の溝を有する溝ローラーなどがある。糸道規制部材は、炭素繊維前駆体繊維束の擦過を防ぐ点で、回転する単独ローラーや溝ローラーとい

ったローラーから選択することが好ましい。また、糸道規制部材と斜行用糸道規制部材は同種類の部材を用いても、異なる種類を用いても問題はない。

[0039] 図8に、炭素繊維前駆体繊維束に回転が付与される原理の模式図を示す。合糸用溝付きガイドローラー4を通過した炭素繊維前駆体繊維束2が直進するように1つ目の糸道規制部材5を配置する。そして、前記斜行角 θ が 0.5° 以上となるように、糸道規制部材5の後方に、斜行用糸道規制部材6を配置する。このような配置で、炭素繊維前駆体繊維束2を走行させると、炭素繊維前駆体繊維束2には、斜行用糸道規制部材6の地点において、走行方向の張力 T_1 によって、走行方向鉛直左方向の分力 T_2 が発生し、炭素繊維前駆体繊維束2は、走行方向鉛直左方向に移動しようとする。さらに、炭素繊維前駆体繊維束2と斜行用糸道規制部材6の間には走行方向鉛直右方向の摩擦力 F_1 が働く。そのため、炭素繊維前駆体繊維束2には走行方向に向かって連続的な左回転Bが付与される。この連続的に付与される左回転の最大回転数は、必ずしも定かではないが、炭素繊維前駆体繊維束2のネジリ剛性と前記の回転力がつりあうまで回転が導入されるため、斜行角 θ を調整することによって、最大回転数を調整することができる。

[0040] 図9は、炭素繊維前駆体繊維束2の扁平状に保持された2点間に左回転を付与した場合に、対となる右回転が炭素繊維前駆体繊維束2に付与される様子を示す模式図である。左回転と右回転が付与される原理を図8の例に従って図説すると、合糸用溝付きガイドローラー4を通過した炭素繊維前駆体繊維束2は、1つ目の糸道規制部材5において、扁平状に保持されているため、前述のように斜行用糸道規制部材6と炭素繊維前駆体繊維束2の間に発生する摩擦力 F_1 によって、連続的な左回転Bが付与される。一方で、斜行用糸道規制部材6と2つ目の糸道規制部材5の間においては、導入した左回転を打ち消すよう、同数の右回転Cを導入しようとする力がはたらく。この力は、炭素繊維前駆体繊維束2のネジリ剛性による復元力であるため、回転数は完全に消失せず、左右の回転数は必ずしも等しくなるとは限らないが、このような原理により、炭素繊維前駆体繊維束2に連続右回転と連続左回転を

交互に繰り返すように存在させることができる。

[0041] このようにして得られた、炭素繊維前駆体繊維束をボビンに巻き取る、もしくは、ケンスに収納する。

実施例

[0042] [実施例 1]

ジメチルスルホキシドを溶媒として用い、溶液重合法により、アクリロニトリルとイタコン酸を共重合し、ポリアクリロニトリルを含む重合体溶液を得た。この重合体溶液を紡糸原液として、乾湿式紡糸法によりジメチルスルホキシド水溶液からなる凝固浴中へ紡出し凝固糸を得た。該凝固糸を温水中で水洗および延伸処理を行った後、油剤浴中に浸漬させ、さらに乾燥工程にて乾燥緻密化処理を行った。引き続いて、加圧蒸気中で延伸を行うことで炭素繊維前駆体糸条を得た。

[0043] 得られたフィラメント数 3000 本の実質的に無撚りの炭素繊維前駆体糸条 2 本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平部からなる平ローラー上で炭素繊維前駆体糸条を把持することにより扁平化処理を行い、糸幅 3.0 mm の扁平状の炭素繊維前駆体糸条を得た。この扁平状の炭素繊維前駆体糸条 2 本を、3.0 mm 幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で層状に重ねて合糸した。合糸した炭素繊維前駆体繊維束中における炭素繊維前駆体糸条が、炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として、連続右回転と連続左回転を交互に繰り返すように、糸道規制部材および斜行用糸道規制部材であるローラーを配置し、炭素繊維前駆体繊維束を通過させ、ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束の糸幅は 4.5 mm、その炭素繊維前駆体繊維束を分割して得られた炭素繊維前駆体糸条のフックドロップ法による交絡度は 5 であった。炭素繊維前駆体糸条は右回転と左回転を交互に繰り返しており、最大連続回転数は 2 回転であった。得られた炭素繊維前駆体繊維束をボビンから解舒して 2 本の炭素繊維前駆体糸条に分割したところ、1 万 m を分割することができた。その時の毛羽数は 0 個 / 100 m であった。

[0044] <分割性の評価>

本発明方法で製造した炭素繊維前駆体繊維束を巻き取ったボビンの解舒方向5mの位置に、5mm間隔で配した分割バーを経由して分割しつつ、毎分100mで1万m解舒したときの分割状態の継続可否を測定した。評価は、1万mを解舒できた場合を良好、1万mに満たず分割不可能となった場合を不良とした。

[0045] <分割後の毛羽個数の測定>

上記のようにして製造した炭素繊維前駆体繊維束を巻き取ったボビンの解舒方向5mの位置に、5mm間隔で分割バーを配し、炭素繊維前駆体繊維束を、該分割バーで分割しつつ、毎分100mで1分間解舒したときに破断したフィラメントがあれば、1回とカウントとした。分割した炭素繊維前駆体糸条すべてについて測定を行い、その総和を毛羽個数（個／100m）とした。

[0046] [実施例2]

実施例1の方法で得られたフィラメント数3000本の炭素繊維前駆体糸条3本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い、糸幅3.0mmに調整した後、4.0mm幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で層状に重ねて合糸した以外は、実施例1と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0047] [実施例3]

実施例1の方法で得られたフィラメント数3000本の炭素繊維前駆体糸条4本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅3.0mmに調整した後、4.0mm幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で層状に重ねて合糸した以外は、実施例1と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0048] [実施例4]

空気交絡処理の処理圧力を上げ、炭素繊維前駆体糸条の交絡度を高めた以外は実施例3と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価

結果を表1に示す。

[0049] [実施例 5]

空気交絡処理の処理圧力をさらに上げ、炭素繊維前駆体系条の交絡度を高めた以外は実施例 4 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0050] [実施例 6]

実施例 1 の方法で得られたフィラメント数 1 2 0 0 0 本の炭素繊維前駆体糸条 2 本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅 6. 0 mm に調整した後、7. 0 mm 幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で層状に重ねて合糸した以外は、実施例 1 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0051] [実施例 7]

斜行用糸道規制部材の位置を調整し、炭素繊維前駆体繊維束の斜行角 θ を大きくすることで、炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体糸条の最大連続回転数を高めるように変更した以外は実施例 6 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0052] [比較例 1]

空気交絡処理の処理圧力を下げ、炭素繊維前駆体糸条の交絡度を下げた以外は実施例 1 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0053] [比較例 2]

実施例 1 の方法で得られたフィラメント数 3 0 0 0 本の炭素繊維前駆体糸条 2 本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅 3. 0 mm に調整した後、3. 0 mm 幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で層状に重ねて合糸し、炭素繊維前駆体繊維束を得た後、一度ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束に加撚機を用いて、右回転のみが 1 m あたり 2 回転となるよう加撚し、再度ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束の糸幅は 4. 0 mm、その炭素繊維前駆体繊維束を解撚し

つつ分割して得られた炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法による交絡度は10、炭素繊維前駆体系条は右回転のみが全長に渡り施されていた。得られた炭素繊維前駆体繊維束をボビンから解舒して2本に分割したところ、糸切れが発生し1万mを分割することができなかった。100mを解舒することができず糸切れが発生したため、毛羽数は測定することができなかった。

[0054] [比較例3]

実施例1の方法で得られたフィラメント数3000本の炭素繊維前駆体系条2本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅3.0mmに調整した後、3.0mm幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で層状に重ねて合糸し、ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束の糸幅は4.5mm、その炭素繊維前駆体繊維束を分割して得られた炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法による交絡度は5、炭素繊維前駆体系条の回転は存在しなかった。得られた炭素繊維前駆体繊維束をボビンから解舒して2本に分割したところ、1本の炭素繊維前駆体系条が分離し、糸垂れが発生したため、1万mを分割することができなかった。糸垂れが発生する前の毛羽数は、2個/100mであった。

[0055] [比較例4]

空気交絡処理の処理圧力を下げ、炭素繊維前駆体系条の交絡度を下げた以外は実施例2と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0056] [比較例5]

実施例1の方法で得られたフィラメント数3000本の炭素繊維前駆体系条3本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅3.0mmに調整した後、2.0mm幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で合糸し、炭素繊維前駆体繊維束を得た後、ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束の糸幅は2.8mm、その炭素繊維前駆体繊維束を分割して得られた炭素繊維前駆体系条は長手方向にわたり扁平糸が折りたたまれていた。炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法による交絡度は8、炭素

繊維前駆体系条同士の絡まりにより、交互回転の有無、最大連続回転数は測定不可であった。得られた炭素繊維前駆体繊維束をボビンから解舒して3本に分割したところ、糸切れが発生し、1万mを分割することができなかった。糸切れが発生する前の毛羽数は12個／100mであった。

[0057] [比較例6]

実施例1の方法で得られたフィラメント数3000本の炭素繊維前駆体系条3本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅3.0mmに調整した後、7.0mm幅の扁平部を有する溝付きガイドローラー上で合糸し、炭素繊維前駆体繊維束を得た後、ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束の糸幅は7.5mm、その炭素繊維前駆体繊維束を分割して得られた炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法による交絡度は5、炭素繊維前駆体系条同士の絡まりにより、交互回転の有無、最大連続回転数は測定不可であった。得られた炭素繊維前駆体繊維束をボビンから解舒して3本に分割したところ、1万mを分割することができたが、その時の毛羽数は10個／100mと悪化した。

[0058] [比較例7]

実施例1の方法で得られたフィラメント数3000本の炭素繊維前駆体系条3本それぞれに、空気交絡処理を行った後、扁平化処理を行い糸幅3.0mmに調整した後、V溝ガイドローラー上で合糸し、炭素繊維前駆体繊維束を得た後、ボビンに巻き取った。得られた炭素繊維前駆体繊維束の糸幅は5.0mm、その炭素繊維前駆体繊維束を分割して得られた炭素繊維前駆体系条のフックドロップ法による交絡度は5、炭素繊維前駆体系条同士の絡まりにより、交互回転の有無、最大連続回転数は測定不可であった。得られた炭素繊維前駆体繊維束をボビンから解舒して3本に分割したところ、1万mを分割することができたが、その時の毛羽数は13個／100mと悪化した。

[0059] [比較例8]

空気交絡処理の処理圧力を下げ、炭素繊維前駆体系条の交絡度を下げた以外は実施例3と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価

結果を表1に示す。

[0060] [比較例 9]

斜行用糸道規制部材の位置を調整し、炭素繊維前駆体繊維束の斜行角 θ を大きくすることで、炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体糸条の最大連続回転数を高めるように変更した以外は実施例 4 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0061] [比較例 10]

空気交絡処理の処理圧力をさらに上げ、炭素繊維前駆体糸条の交絡度を高めた以外は、実施例 5 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。交絡度を高めた結果、炭素繊維前駆体糸条の糸幅は 2.5 mm になった。評価結果を表1に示す。

[0062] [比較例 11]

空気交絡処理の処理圧力を下げ、炭素繊維前駆体糸条の交絡度を下げた以外は実施例 6 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0063] [比較例 12]

空気交絡処理の処理圧力を上げ、炭素繊維前駆体糸条の交絡度を上げたことおよび、斜行用糸道規制部材の位置を調整し、炭素繊維前駆体繊維束の斜行角 θ を大きくすることで、炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体糸条の最大連続回転数を高めるように変更した以外は実施例 7 と同様にして炭素繊維前駆体繊維束を製造し、評価した。評価結果を表1に示す。

[0064]

[表1]

[表1]

	炭素繊維 前駆体系糸						炭素繊維 前駆体繊維束		設備	分割性	分割後の 毛羽個数
	フィラメント 数	合糸本数	交絡度	糸幅W mm	左右交互回転 の有無	最大連続 回転数	フィラメント 数	糸幅X mm			
	[本]	[本]	[-]	mm	有無	回転	[本]	mm			個/100m
実施例1	3000	2	5	3.0	有	2	6000	4.5	合糸用溝付き カイドローラー の扁平部の幅 mm	良好	0
実施例2	3000	3	5	3.0	有	2	9000	5.0	4.0	良好	1
実施例3	3000	4	5	3.0	有	2	12000	5.0	4.0	良好	3
実施例4	3000	4	10	3.0	有	2	12000	5.0	4.0	良好	1
実施例5	3000	4	20	3.0	有	2	12000	5.0	4.0	良好	2
実施例6	12000	2	5	6.0	有	2	24000	8.0	7.0	良好	1
実施例7	12000	2	5	6.0	有	5	24000	8.0	7.0	良好	3
比較例1	3000	2	2	3.0	有	2	6000	4.5	3.0	良好	8
比較例2	3000	2	10	3.0	なし(右回転のみ)	-(右回転のみ)	6000	4.0	3.0	不良	測定不可
比較例3	3000	2	5	3.0	なし	0	6000	4.5	3.0	不良	2
比較例4	3000	3	2	3.0	有	2	9000	5.0	4.0	良好	10
比較例5	3000	3	8	3.0	測定不可	測定不可	9000	2.8	2.0	不良	12
比較例6	3000	3	5	3.0	測定不可	測定不可	9000	7.5	7.0	良好	10
比較例7	3000	3	5	3.0	測定不可	測定不可	9000	5.0	V溝ローラ	良好	13
比較例8	3000	4	2	3.0	有	2	12000	5.0	4.0	良好	20
比較例9	3000	4	10	3.0	有	6	12000	5.0	4.0	不良	18
比較例10	3000	4	25	2.5	有	2	12000	5.0	4.0	不良	20
比較例11	12000	2	2	6.0	有	2	24000	8.0	7.0	良好	15
比較例12	12000	2	10	6.0	有	6	24000	8.0	7.0	良好	12

産業上の利用可能性

[0065] 本発明により得られる炭素繊維前駆体繊維束は、従来の炭素繊維前駆体繊維束と比較し、優れた工程通過性を有するとともに、炭素繊維前駆体繊維糸条に分割する時の毛羽の発生を低減することができる。

符号の説明

[0066] 1、1'、1'' : 炭素繊維前駆体糸条

2 : 炭素繊維前駆体繊維束

3 : 炭素繊維前駆体繊維束の中心軸

4 : 合糸用溝付きガイドローラー

5 : 糸道規制部材

6 : 斜行用糸道規制部材

θ : 斜行角度

A : 走行方向

B : 走行方向に向かって左回転

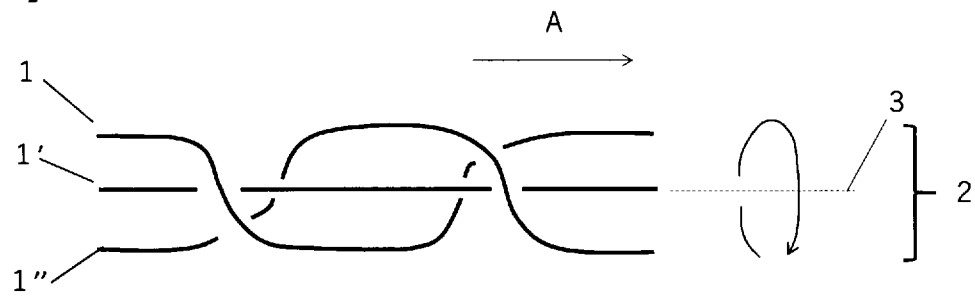
C : 走行方向に向かって右回転

請求の範囲

- [請求項1] 複数の扁平状の炭素繊維前駆体糸条が合糸されてなる炭素繊維前駆体繊維束であって、炭素繊維前駆体糸条のフックドロップ法により求められる交絡度が5以上23以下であり、炭素繊維前駆体糸条の糸幅 W に対して炭素繊維前駆体繊維束の糸幅 X が $W \leq X \leq 2 \cdot W$ の範囲内であり、かつ、炭素繊維前駆体繊維束内において、炭素繊維前駆体糸条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として0.5回転以上5回転以下の連続右回転と0.5回転以上5回転以下の連続左回転を交互に繰り返すように配置されている炭素繊維前駆体繊維束。
- [請求項2] 炭素繊維前駆体糸条のフィラメント数が1000以上24000以下である、請求項1記載の炭素繊維前駆体繊維束。
- [請求項3] 複数の炭素繊維前駆体糸条を合糸して炭素繊維前駆体繊維束を得る炭素繊維前駆体繊維束の製造方法であって、前記炭素繊維前駆体糸条が、扁平状かつ、フックドロップ法により求められる交絡度が5以上23以下あり、前記炭素繊維前駆体糸条の糸幅を W としたときに、該複数の炭素繊維前駆体糸条を扁平部の幅 Y が $W \leq Y \leq 2 \cdot W$ の範囲内である溝付きガイドローラーの扁平部上で、層状に重ねることにより合糸して炭素繊維前駆体繊維束とした後、複数の糸道規制部材を用いて炭素繊維前駆体繊維束を斜行させることにより、炭素繊維前駆体繊維束内の炭素繊維前駆体糸条に回転を付与し、炭素繊維前駆体糸条が炭素繊維前駆体繊維束の長手方向の中心軸を回転軸として0.5回転以上5回転以下の連続右回転と0.5回転以上5回転以下の連続左回転とを交互に繰り返すように、前記糸道規制部材を配置する炭素繊維前駆体繊維束の製造方法。

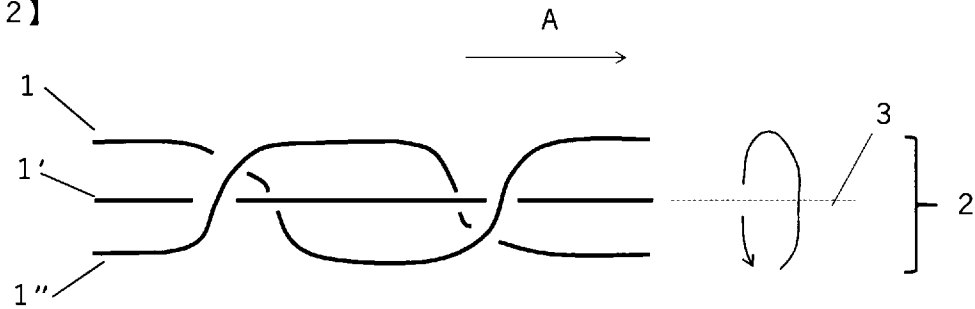
[図1]

【図1】



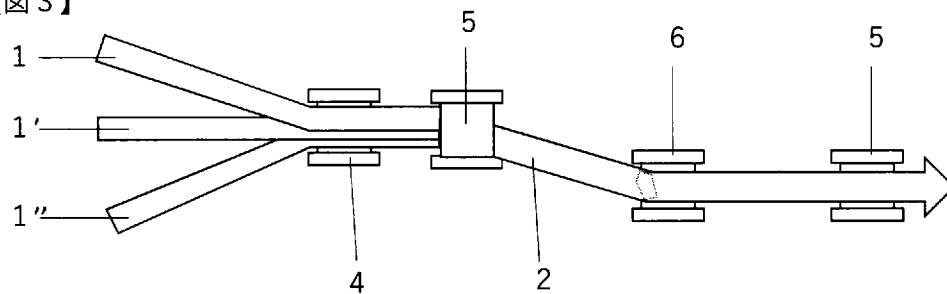
[図2]

【図2】



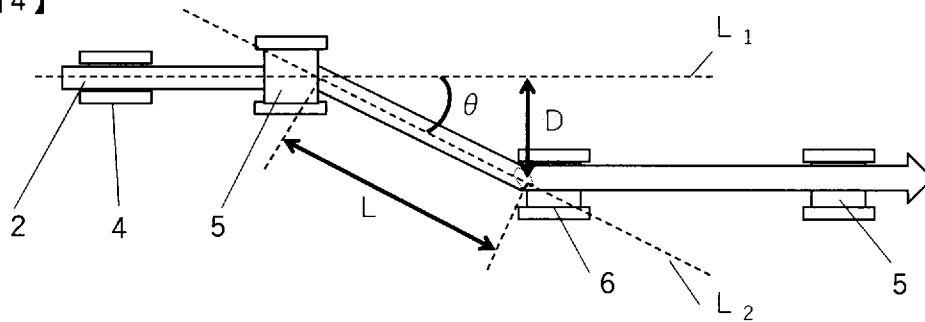
[図3]

【図3】



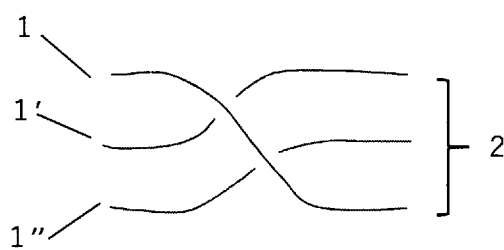
[図4]

【図4】



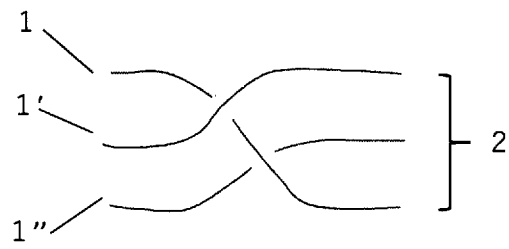
[図5]

【図5】



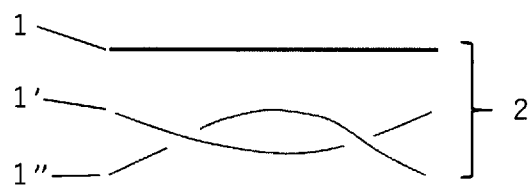
[図6]

【図6】



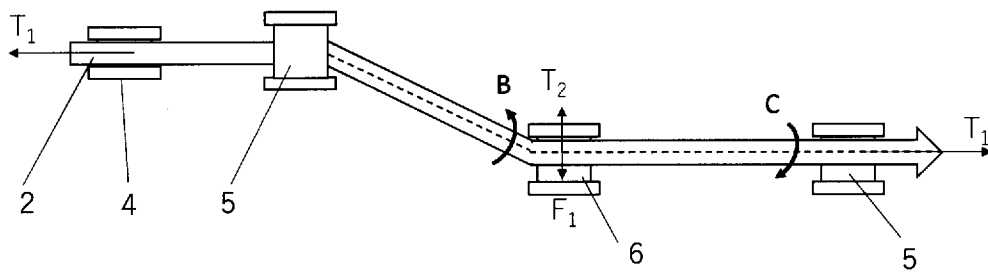
[図7]

【図7】



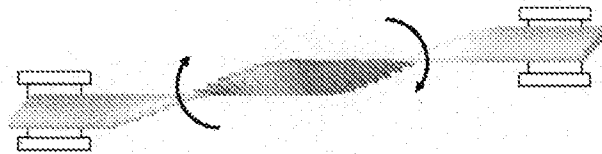
[図8]

【図8】



[図9]

【図9】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

D02J 1/00 (2006.01) i; D01F 6/18 (2006.01) i; D01F 9/22 (2006.01) i; D02J 1/18 (2006.01) i

FI: D02J1/00 X; D02J1/18 D; D01F6/18 E; D01F9/22

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)

D02J1/00; D01F6/18; D01F9/22; D02J1/18

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2017-160563 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 14.09.2017 (2017-09-14) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2002-294517 A (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) 09.10.2002 (2002-10-09) entire text, all drawings	1-3
A	WO 2005/078173 A1 (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) 25.08.2005 (2005-08-25) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2004-100132 A (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) 02.04.2004 (2004-04-02) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2012-154000 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 16.08.2012 (2012-08-16) entire text, all drawings	1-3
A	JP 5-59621 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 09.03.1993 (1993-03-09) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2004-250842 A (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) 09.09.2004 (2004-09-09) entire text, all drawings	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 June 2020 (03.06.2020)

Date of mailing of the international search report

16 June 2020 (16.06.2020)

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/JP2020/012605

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 2008-266810 A (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) 06.11.2008 (2008-11-06) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2017-137590 A (TOHO TENAX CO., LTD.) 10.08.2017 (2017-08-10) entire text, all drawings	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/012605

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-160563 A	14 Sep. 2017	(Family: none)	
JP 2002-294517 A	09 Oct. 2002	(Family: none)	
WO 2005/078173 A1	25 Aug. 2005	US 2007/0183960 A1	
		EP 1719829 A1	
		CN 1918330 A	
JP 2004-100132 A	02 Apr. 2004	(Family: none)	
JP 2012-154000 A	16 Aug. 2012	(Family: none)	
JP 5-59621 A	09 Mar. 1993	(Family: none)	
JP 2004-250842 A	09 Sep. 2004	(Family: none)	
JP 2008-266810 A	06 Nov. 2008	(Family: none)	
JP 2017-137590 A	10 Aug. 2017	US 2019/0040551 A1	
		WO 2017/135265 A1	
		EP 3412803 A1	
		CN 108603309 A	
		KR 10-2018-0103074 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） D02J 1/00(2006.01)i; D01F 6/18(2006.01)i; D01F 9/22(2006.01)i; D02J 1/18(2006.01)i FI: D02J1/00 X; D02J1/18 D; D01F6/18 E; D01F9/22														
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）） D02J1/00; D01F6/18; D01F9/22; D02J1/18 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 border="0"> <tr> <td>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>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
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 2017-160563 A（東レ株式会社）14.09.2017（2017-09-14） 全文, 全図	1-3												
A	JP 2002-294517 A（三菱レイヨン株式会社）09.10.2002（2002-10-09） 全文, 全図	1-3												
A	WO 2005/078173 A1（三菱レイヨン株式会社）25.08.2005（2005-08-25） 全文, 全図	1-3												
A	JP 2004-100132 A（三菱レイヨン株式会社）02.04.2004（2004-04-02） 全文, 全図	1-3												
A	JP 2012-154000 A（東レ株式会社）16.08.2012（2012-08-16） 全文, 全図	1-3												
A	JP 5-59621 A（東レ株式会社）09.03.1993（1993-03-09） 全文, 全図	1-3												
A	JP 2004-250842 A（三菱レイヨン株式会社）09.09.2004（2004-09-09） 全文, 全図	1-3												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 03.06.2020		国際調査報告の発送日 16.06.2020												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 岩田 行剛 4S 1583 電話番号 03-3581-1101 内線 3430												

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 2008-266810 A (三菱レイヨン株式会社) 06.11.2008 (2008 - 11 - 06) 全文, 全図	1-3
A	JP 2017-137590 A (東邦テナックス株式会社) 10.08.2017 (2017 - 08 - 10) 全文, 全図	1-3

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/012605

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-160563	A	14.09.2017	(ファミリーなし)	
JP	2002-294517	A	09.10.2002	(ファミリーなし)	
WO	2005/078173	A1	25.08.2005	US	2007/0183960 A1
				EP	1719829 A1
				CN	1918330 A
JP	2004-100132	A	02.04.2004	(ファミリーなし)	
JP	2012-154000	A	16.08.2012	(ファミリーなし)	
JP	5-59621	A	09.03.1993	(ファミリーなし)	
JP	2004-250842	A	09.09.2004	(ファミリーなし)	
JP	2008-266810	A	06.11.2008	(ファミリーなし)	
JP	2017-137590	A	10.08.2017	US	2019/0040551 A1
				WO	2017/135265 A1
				EP	3412803 A1
				CN	108603309 A
				KR	10-2018-0103074 A