

(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
2013年8月15日(15.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/118826 A1

- (51) 国際特許分類:
D01F 9/32 (2006.01) F27D 7/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/052883
- (22) 国際出願日: 2013年2月7日(07.02.2013)
- (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 2012-024137 2012年2月7日(07.02.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱レイヨン株式会社 (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008253 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 水野 慧士 (MIZUNO, Keishi); 〒7390693 広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社生産技術研究所内 Hiroshima (JP). 安並 哲 (YASUNAMI, Tetsu); 〒4408601 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内 Aichi (JP). 川村 篤志 (KAWAMURA, Atsushi); 〒7390693 広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社大竹

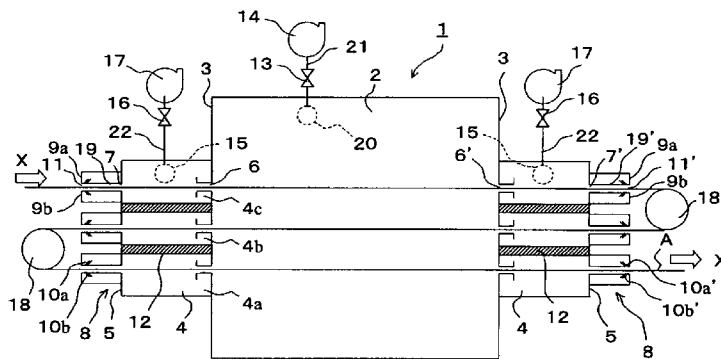
事業所内 Hiroshima (JP). 畑中 洋二 (HATANAKA, Youji); 〒7390693 広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社生産技術研究所内 Hiroshima (JP). 山本 伸之 (YAMAMOTO, Nobuyuki); 〒4408601 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内 Aichi (JP). 稲田 浩成 (INADA, Hiromasa); 〒7390693 広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社生産技術研究所内 Hiroshima (JP).

- (74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外 (MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル8階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: HORIZONTAL HEAT TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 横型熱処理装置



(57) **Abstract:** A horizontal heat treatment device is configured so that the leakage of gas within seal chambers to the outside can be prevented even if the amount of gas for an air curtain is reduced. A horizontal heat treatment device is configured so as to continuously subject an untreated continuous flat object to heat treatment while horizontally transferring the untreated object within a heat treatment chamber. Seal chambers (4) are respectively interconnected to the untreated-object loading opening and treated-object unloading opening of the heat treatment chamber (2). A passage having a rectangular cross-sectional shape is connected to an opening of each of the seal chambers (4), the opening being located on the side opposite the heat treatment chamber (2). The untreated-object loading opening of the passage interconnected to the untreated-object loading opening of the seal chamber and the treated-object unloading opening of the passage interconnected to the treated-object unloading opening of the seal chamber are respectively the untreated-object loading opening and treated-object unloading opening of the heat treatment device. A pair of gas ejection nozzles (10a, 10b) are provided at upper and lower positions of the passages. The nozzles (10a, 10b) eject gas in specific directions, and the gas ejection openings of the nozzles (10a, 10b) have a specific shape, a direction, and a length. The distance (d)(mm) between the gas ejection openings and the untreated-object loading opening or the treated-object unloading opening of the heat treatment device and the passage height (Dn) satisfy $2 \leq d < 0.75Dn$.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/118826 A1



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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

エアカーテン用気体量を削減してもシール室内ガスの外部漏出を防止可能とする。連続扁平被処理物を熱処理室内で水平に移送しつつ連続的に熱処理する横型熱処理装置であり；熱処理室（２）の被処理物送入口と送出口とにシール室（４）が接続され；各シール室（４）の熱処理室（２）と反対側に位置する開口に断面矩形状の通路が接続され；シール室被処理物送入口に接続された通路の被処理物送入口及びシール室被処理物送出口に接続された通路の被処理物送出口がそれぞれ熱処理装置の被処理物送入口及び送出口であり；各通路の上下の位置に一对の気体噴出ノズル（１０ a, １０ b）が設けられ；ノズル（１０ a, １０ b）は特定方向に気体を噴出し、その気体噴出口は特定の形状・方向・長さを有し；気体噴出口と熱処理装置の被処理物送入口もしくは送出口との間の距離 d (mm) と通路高さ D_n とが $2 \leq d < 0.75 D_n$ を満たす。

明 細 書

発明の名称 : 横型熱処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、炭素繊維前駆体繊維束を耐炎化するための耐炎化炉に好適に用いることのできる熱処理装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、フィルム、シート、繊維など（以下、被処理物という）の長尺物の製造において、被処理物を連続的に熱処理する熱処理装置が知られている。この熱処理装置は、炭素繊維の場合を例にすると、例えばポリアクリロニトリル系繊維からなる前駆体繊維に熱処理室内で連続的に熱処理を施すものである。この際、前駆体繊維の酸化反応によって熱処理室内にシアン化合物、アンモニア、及び一酸化炭素等の分解ガスが発生する。この分解ガスは、回収して燃焼処理などのガス処理をする必要がある。

[0003] 特許文献1には、このような分解ガスが熱処理装置の前駆体繊維束の送入／送出口から熱処理装置外に漏出することを防止するために、熱処理室に隣接して、室内を負圧にし、分解ガスを回収するシール室を設け、更にシール室の前駆体繊維束の送入／送出口の外側で被処理物へ向かって熱処理装置外の空気を吹き付け外気の流入を抑制するエアーカーテン手段を設けた熱処理装置において、被処理物に向けて吹き付ける空気の噴出速度を増加させても、シール室内の気体が外部へ漏出することを防止するため、前記熱処理室内に連設されたシール室内に筒状の整流部材を設けることが提案されている。

[0004] また、熱処理装置内の温度ムラ抑制のため、熱処理装置の送入／送出口にスリットを設け、スリットより熱処理装置内もしくは熱処理装置外へ加熱空気を噴出する機構を備えた熱処理装置が提案されている（特許文献2参照）。

[0005] このような分解ガスが熱処理装置の前駆体繊維束の送入／送出口から熱処理装置外に漏出することを防止するために、前駆体繊維束の送入／送出口の

外側で被処理物へ向かって熱処理装置外の空気を吹き付け外気の流入を抑制するエアーカーテン手段を設けた熱処理装置が提案されている（特許文献3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-156790号公報

特許文献2：WO02/077337号

特許文献3：US6027337

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1記載の熱処理装置では、被処理物に向けて吹き付ける空気の噴出速度を増加させても熱処理装置本体外への分解ガスの漏出を防止することはできるものの、シール室内が負圧であるため、エアーカーテン用の上下のノズルから被処理物に向けて噴出された空気がシール室内に吸い込まれやすく、被処理物に向けて吹き付けるエアーカーテン用空気量を必要な量以上に吹き付ける必要があることがあった。

[0008] そこで、本発明は、被処理物に向けて吹き付けるエアーカーテン用の気体の量を削減しても、分解ガス等のシール室内のガスが外部へ漏出することを防止できる熱処理装置を提供することを目的とする。

[0009] 本発明の別の目的は、このような熱処理装置を用いる、耐炎化繊維束の製造方法、炭素繊維束の製造方法、および熱処理方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様によれば、

連続した扁平状の被処理物を熱処理室内で水平方向に移送させながら連続的に熱処理する横型熱処理装置であって、

熱処理室の被処理物送入口と送出口とに、それぞれ、排気ファンが接続されたシール室が接続され、前記シール室は、被処理物がシール室を水平方向

に通過可能に構成され、

各シール室の被処理物送入口および送出口のうちの熱処理室と反対側に位置する開口に、断面が矩形状である通路が接続され、前記通路は、被処理物が通路を水平方向に通過可能に構成され、

シール室被処理物送入口に接続された通路の被処理物送入口が、前記熱処理装置の被処理物送入口であり、かつ、シール室被処理物送出口に接続された通路の被処理物送出口が、前記熱処理装置の被処理物送出口であり、

各通路の上下の位置に、気体を噴出する一对のノズルが設けられ、

各ノズルの気体噴出口は矩形状であり、

各通路において、この通路に設けられた一对のノズルは、この通路の上下方向の中心に向かって、かつ、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口に向かって気体を噴出し、

各通路において、この通路に設けられた各ノズルの気体噴出口は、この通路の被処理物の送入口および送出口の長辺方向と平行であり、かつ、前記長辺の長さと同じ長さを持つ、かつ、

各通路において、この通路に設けられた一对のノズルの気体噴出口と、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口との間の距離 d と、この通路の高さ D_n とが

$$2 \leq d < 0.75 D_n$$

を満たす

横型熱処理装置が提供される。

[0011] 各通路において、前記距離 d が、15 mm 以上であることが好ましい。

[0012] 各通路において、前記ノズルの開口幅 W_n が0.5 mm 以上3 mm 以下であり、前記通路の高さ D_n が20 mm 以上78 mm 以下であることが好ましい。

[0013] 鉛直方向の複数の位置においてそれぞれ被処理物を水平方向に移送可能なように、鉛直方向の複数の位置にそれぞれ前記通路が設けられ、

前記シール室は、各通路に対応して区画されていることができる。

- [0014] 前記ノズル毎に気体の噴出し量が調節可能な気体流量調節機構を有することが好ましい。
- [0015] 前記通路が、上側の通路部材と下側の通路部材と側面部材によって形成され、
上側および下側の通路部材のそれぞれが、ノズルを隔てて、二つの部材を有し、
前記二つの部材が、これら二つの部材の間にノズル間隙を決めるスペーサー部材を挟んで一体化されることができ。
- [0016] 前記二つの部材および前記スペーサー部材が着脱自在であることが好ましい。
- [0017] 横型熱処理装置が、炭素繊維前駆体繊維束を熱処理する熱処理炉であることができる。
- [0018] 本発明の別の態様により、
炭素繊維前駆体繊維束を横型熱処理装置で熱処理して、耐炎化繊維束を製造する、耐炎化繊維束の製造方法であって、
前記横型熱処理装置が、連続した扁平状の被処理物を熱処理室内で水平方向に移送させながら連続的に熱処理する横型熱処理装置であり、
熱処理室の被処理物送入口と送出口とに、それぞれ、排気ファンが接続されたシール室が接続され、前記シール室は、被処理物がシール室を水平方向に通過可能に構成され、
各シール室の被処理物送入口および送出口のうちの熱処理室と反対側に位置する開口に、断面が矩形状である通路が接続され、前記通路は、被処理物が通路を水平方向に通過可能に構成され、
シール室被処理物送入口に接続された通路の被処理物送入口が、前記熱処理装置の被処理物送入口であり、かつ、シール室被処理物送出口に接続された通路の被処理物送出口が、前記熱処理装置の被処理物送出口であり、
各通路の上下の位置に、気体を噴出する一对のノズルが設けられ、
各ノズルの気体噴出口は矩形状であり、

各通路において、この通路に設けられた一对のノズルは、この通路の上下方向の中心に向かって、かつ、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口に向かって気体を噴出し、

各通路において、この通路に設けられた各ノズルの気体噴出口は、この通路の被処理物の送入口および送出口の長辺方向と平行であり、かつ、前記長辺の長さと同じ長さを持つ、かつ、

各通路において、この通路に設けられた一对のノズルの気体噴出口と、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口との間の距離 d と、この通路の高さ D_n とが

$$2 \leq d < 0.75 D_n$$

を満たす

横型熱処理装置であり；かつ、

- 前記排気ファンを用いて各シール室を負圧にすること、
- 各通路において、この通路に設けられた各ノズルの、この通路の被処理物の送入口および送出口の長辺 1 m 当たりの気体噴出量を V (m^3/h) と表し、この通路に接続されたシール室内のゲージ圧を P (Pa) と表したとき、

$$V \leq -30 \times P + 21$$

が満たされるように、各ノズルから気体を噴出させること、を含む、耐炎化繊維束の製造方法が提供される。

[0019] 各通路からシール室に流入する気体の流速 V_o を、 $0.1 \text{ m}/\text{秒}$ 以上 $0.5 \text{ m}/\text{秒}$ 以下にすることが好ましい。

[0020] 各ノズルから噴出する気体の噴出速度 V_s を、 $3 \text{ m}/\text{s}$ 以上 $30 \text{ m}/\text{s}$ 以下にすることが好ましい。

[0021] 本発明の別の態様によれば、

上述の耐炎化繊維束の製造方法によって耐炎化繊維束を製造する工程、および、前記耐炎化繊維束を炭素化する工程、を有する炭素繊維束の製造方法が提供される。

[0022] 本発明の更に別の態様によれば、
上述の横型熱処理装置を用いて、連続した扁平状の被処理物を連続的に熱処理する熱処理方法が提供される。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、被処理物に向けて吹き付けるエアーカーテン用の気体の量を削減しても、分解ガス等のシール室内の分解ガスが外部へ漏出することを防止できる熱処理装置が提供される。

[0024] また、このような熱処理装置を用いる、耐炎化繊維束の製造方法、炭素繊維束の製造方法、および熱処理方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の実施の形態における熱処理装置の全体構成の一例を示す概略構成図である。

[図2]本発明の実施の形態におけるエアーカーテン手段の概略断面図である。

[図3]エアーカーテン手段のノズル部の分解斜視図である。

[図4]実施例で用いた試験装置の全体構成を示す概略断面図である。

[図5]横軸をノズル噴出風速 V_s 、縦軸をシール室内圧とした、噴出速度 V_s とシール室内圧との関係を表すグラフである。

[図6]横軸をノズル10a、10bと送入口11との距離 d 、縦軸をシール室内圧とした、距離 d 、噴出速度 V_s およびシール室内圧との関係を表すグラフである。

[図7]実施例で行ったシミュレーション用の熱処理装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の横型熱処理装置の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ここでは、横型熱処理装置として、横型耐炎化炉を例に説明する。すなわち、連続した扁平状の被処理物が、炭素繊維前駆体繊維束であり、横型熱処理装置が炭素繊維前駆体繊維束を耐炎化する耐炎化炉である場合について説明する。

[0027] なお、本明細書において、「上流」および「下流」はそれぞれ、被処理物

の移送方向についての上流および下流を意味する。

[0028] 図1に示すように、熱処理装置（横型耐炎化炉）1は、熱処理室2と、熱処理室にそれぞれ接続されたシール室4、4と、シール室4、4にそれぞれ接続された断面が矩形状の通路19、19'と、を有する。通路19、シール室4（上流側）、熱処理室2、シール室4（下流側）および通路19'の中をこの順に被処理物が移送できるよう構成されている。通路19の入口（上流側の開口）が熱処理装置の被処理物入口（熱処理装置送入口11）であり、通路19'の出口（下流側の開口）が熱処理装置の被処理物出口（熱処理装置送出口11'）である。つまり、各通路は、熱処理装置の被処理物送入口（11）および熱処理装置の被処理物送出口（11'）のうちのいずれか一方のみを有する。

[0029] 熱処理装置1は箱型の熱処理室2を備えている。熱処理室2には熱処理室内部に熱風を循環させる図示しない熱風循環装置が連結されている。この熱風により、被処理物を加熱して熱処理を行うことができる。この熱処理装置は、炭素繊維の場合を例にすると、例えばポリアクリロニトリル系繊維からなる前駆体繊維に熱処理室内で連続的に熱処理を施すものである。この際、前駆体繊維の酸化反応によって熱処理室内にシアン化合物、アンモニア、及び一酸化炭素等の分解ガスが発生する。この分解ガスは、回収して燃焼処理などのガス処理をする必要がある。

[0030] 熱処理室2には排気口20が設けられている。排気口20は排気路21を介してファン14に接続されている。排気路21の途中には、例えばバルブ等の流量調節機構13が設けられている。ファン14は外部の図示しないガス回収処理装置に接続されている。

[0031] （シール室）

熱処理室2の上流側および下流側（図示左右両側）の外壁（互いに対向する二つの側壁）3、3には、炉内で発生した分解ガスが熱処理装置の前駆体繊維束の送入／送出口から熱処理装置外に漏出することを防止するために、室内を負圧にし、分解ガスを回収するシール室4、4がそれぞれ連設されて

いる。シール室は箱形とすることができる。

- [0032] シール室4, 4の外壁5, 5（上流側の箱形シール室の上流側の側壁、および、下流側の箱形シール室の下流側の側壁）には被処理物、例えばポリアクリロニトリル系繊維束からなる前駆体繊維束Aを送入／送出手のためのスリット状の開口（シール室に被処理物を送入するための開口であるシール室外壁送入口7、シール室から被処理物を送出手のための開口であるシール室外壁送出口7'）がそれぞれ設けられている。同様に、熱処理室外壁3, 3にもシール室外壁送入口7およびシール室外壁送出口7'にそれぞれ対応して送入口6, 送出口6'が設けられている。
- [0033] すなわち、シール室4, 4は熱処理室2の被処理物入口（送入口6）側および出口（送出口6'）側にそれぞれ設けられている。
- [0034] 被処理物としては、図面奥行き方向に幅を有する長尺のシート状物を用いることができる。被処理物が炭素繊維前駆体繊維束である場合、図面奥行き方向に前駆体繊維を複数本並べ、全体としてシート状に揃えてシート状物として熱処理装置に供給することができる。
- [0035] シール室4, 4の内部には、シール室4, 4をそれぞれ上下方向に三つの別々の区画4 a, 4 b, 4 cに分割する仕切り板1 2が設けられている。また、シール室4, 4は排気口1 5, 1 5を備え、排気路2 2, 2 2を介して排気ファン1 7, 1 7に接続されている。排気路2 2, 2 2の途中には、例えばバルブ等の流量調節機構1 6がそれぞれ設けられている。排気口1 5は区画4 a, 4 b, 4 cに各々設けられている。
- [0036] 前記熱処理装置にあっては、前記シール室4, 4をそれぞれ仕切り板1 2により区画することで（さらには各区画ごとに排気口1 5および流量調節機構1 6を設けることで）、各区画の圧力がそれぞれに適宜調整でき、熱処理室内とシール室の各区画内の圧力差を個別に制御でき、熱処理室の内外での浮力差の影響による同熱処理室への外気の流入や、同熱処理室からの熱風の流出を制御することができる。
- [0037] 熱処理装置が、鉛直方向の相異なる複数の位置においてそれぞれ被処理物

を水平方向に移送可能なように構成されている場合において特に、シール室を区画することが有効である。このような場合、鉛直方向の相異なる複数の位置にそれぞれ通路（19、19'）を設けることができる。このとき、鉛直方向の相異なる複数の位置に設けられた各通路に対応して、シール室を区画することができる。図1に示す熱処理装置は、鉛直方向の相異なる三つの位置において被処理物を水平方向に移送可能に構成され、熱処理装置の上流側および下流側のそれぞれにおいて、通路が三つ設けられ、これに対応してシール室が三つに区画されている。

[0038] また、各シール室の内部圧力と熱処理室の内部圧力とを比較して、排気ファンの回転数、すなわち排気量を調整する排気調整機構を用いることができる。また、これを自動化するため内部圧力の変化を検出する手段、同検出手段による検出信号により上記排気調整機構の排気量を調整する制御部を備えることもある。

[0039] 一般に、前記熱処理室内の圧力と熱処理室外の圧力（外気の圧力）との圧力差は、気体温度の違いにより生ずる前記熱処理室内外の浮力差の影響で、熱処理室の高さ方向に変化する。即ち、熱処理室の上部では熱処理室内外における圧力差が大きく、熱処理室の下部では内外の圧力差が小さくなる。

[0040] （エアーカーテン手段）

シール室外壁送入口7を挟むように上下に一对の加圧室9a、9bが設けられている。また、シール室外壁送出口7'を挟むように上下に一对の加圧室9a、9bが設けられている。加圧室は、熱処理装置外の空気が供給されることで加圧される箱型の室である。全ての上流側加圧室に図2に示す単一の給気ダクト23（加圧室の各対に給気するための分岐管を有する）が接続され、さらに共通給気路（図示しない）を介して給気ファン（図示しない）に接続されている。また、全ての下流側加圧室においても別の単一の供給ダクトが接続され、さらに共通給気路（図示しない）を介して給気ファン（図示しない）に接続されている。なお、ここでは加圧室に供給する気体（およびエアーカーテン手段のノズルから噴出させる気体）として空気、特に熱

処理装置外の空気を例にして説明するが、空気以外の気体を用いることもできる。

[0041] 前記通路は、各シール室の被処理物入口側および出口側のうちの熱処理室と反対側に位置する側（通路19は上流側シール室の送入口7側、通路19'は下流側シール室の送出口7'側）に設けられる。より具体的には、シール室外壁送入口7からさらに外側（上流側）に向かって熱処理装置送入口11まで伸びる、被処理物（前駆体繊維束A）を送通させる通路19が設けられる。また、シール室外壁送出口7'からさらに外側（下流側）に向かって熱処理装置送出口11'まで伸びる、被処理物を送通させる通路19'が設けられる。

[0042] 各通路の上下の位置（加圧室9a、9b）に、通路の上下方向の中心に向かって、かつこの通路の被処理物入口および出口のうちのシール室と反対側に位置する開口（通路19では熱処理装置送入口11、通路19'では熱処理装置送出口11'）に向かって空気を噴出する、一对の矩形状のノズルが設けられており、ノズル毎に気体の噴出し量が調整可能な気体流量調節機構（例えば流量調節弁）が設けられている。具体的には、通路19の前駆体繊維束Aを挟んだ上下の位置に、熱処理装置外から熱処理装置内へ流入する外気流量を抑制するため、通路の上下方向の中心に向かって、かつ熱処理装置送入口11の開口に向かって空気を噴出する一对のスリット状のノズル10a、10b（エアーカーテン手段のノズル）が設けられる。また、通路19'の前駆体繊維束Aを挟んだ上下の位置にも、熱処理装置外から熱処理装置内へ流入する外気流量を抑制するために、通路の上下方向の中心に向かって、かつ熱処理装置送出口11'の開口に向かって空気を噴出する一对のスリット状のノズル10a'、10b'（エアーカーテン手段のノズル）が設けられている。なお、本明細書において、「ノズル」は断面が矩形状の気体流路（例えば空気通路）を指す。

[0043] 上流側の加圧室9a、9b、ノズル10a、10bおよび通路19により、シール室外壁送入口7の外側（上流側）に、熱処理装置外の空気を吹き付

け外気の流入を抑制するエアーカーテン手段 8（上流側）が構成されている。また下流側の加圧室 9 a, 9 b、ノズル 10 a', 10 b' および通路 19' により、シール室外壁送出口 7' の外側（下流側）にエアーカーテン手段 8（下流側）が構成されている。ノズル 10 a, 10 b ならびに 10 a', 10 b' は、被処理物の移送方向に直角な方向（図 1 および 2 における紙面奥行き方向）に延在する。

[0044] 各通路において、前記ノズルは、通路の被処理物の送入口および送出口の長辺方向と平行であり、前記長辺の長さと同じ長さを有する。つまり各通路において、その通路の送入口および送出口は矩形（通路の断面と同一の矩形）であり、通路入口および出口の長辺（図 1 において紙面奥行き方向の辺）は互いに平行であり、これら長辺と平行にノズル（特にノズルの気体噴出口の長辺）が配置される。通路入口および出口の長辺は互いに等しい長さを有し、通路入口および出口の長辺とノズルの長さ（特にノズルの気体噴出口の長辺の長さ）とが等しい。

[0045] 通路 19 に関して具体的に言えば、熱処理装置送入口 11 およびシール室外壁送入口 7 はいずれも矩形（通路 19 の断面と同一の矩形）であり、かつ送入口 11 および送入口 7 の長辺は互いに平行である。送入口 11 および送入口 7 の長辺に対して、ノズル 10 a および 10 b（特にこれらノズルの気体噴出口の長辺）がいずれも平行に配置される。送入口 11 および送入口 7 の長辺は互いに等しい長さを有し、ノズル 10 a および 10 b の長さ（特にこれらノズルの気体噴出口の長辺の長さ）はいずれも、送入口 11 および送入口 7 の長辺の長さと同じ。通路 19' についても同様である（この場合、通路 19 に関する上記説明において、熱処理装置送入口 11 を熱処理装置送出口 11' に、シール室外壁送入口 7 をシール室外壁送出口 7' に、ノズル 10 a および 10 b をそれぞれノズル 10 a' および 10 b' に読み替える）。

[0046] 前記シール室は負圧とし、前記ノズルから、気体を噴出させる。この噴出の方向は、通路の上下方向の中心に向かい、かつ前記通路の被処理物送入口

および送出口のうちのシール室と反対側に位置する熱処理装置送入口もしくは熱処理装置送出口に向かう方向である。また、この際、通路の被処理物の送入口および送出口の長辺方向と平行に、前記長辺の長さに渡って、均一に気体を噴出することが好ましい。通路断面の長辺方向1 m当たりの前記ノズルから噴出する気体の噴出量 V (m^3/h) と、その通路に接続されたシール室の圧力 P (Pa) とが、下記式

$$V \leq -30 \times P + 21$$

を満たすことが、ノズルから噴出す気体の噴出量を減らして、シール室への気体流入量を制御することができるので好ましい。なお、特に断りのない限り圧力はゲージ圧で表す。気体噴出量 V は、通路断面の長辺方向1 mあたりの噴出量であるため、厳密にはその単位は「 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ 」であるが、簡単のため「 m^3/h 」を用いている。

- [0047] なお前記シール室は負圧とし、通路断面の長辺方向1 m当たりのノズルから噴出す気体の噴出量 V (m^3/h) は $21 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上が好ましい。
- [0048] このようにノズルから気体を噴出すことで、熱処理装置外から熱処理装置内へ流入する外気流量を、通路の長辺方向において均一に制御することができる。
- [0049] また前記ノズルから噴出す気体の噴出速度 V_s は、 3 m/s 以上 30 m/s 以下が好ましい。噴出速度 V_s が、 3 m/s 以上であれば、熱処理装置の外部から内部へ流入する外気流量を、通路の長辺方向において均一に制御しやすい。噴出速度 V_s が、 30 m/s 以下であれば、被処理物がバタつき、被処理物同士の摩擦や装置間での摩擦により品質が低下することを低減しやすくなる。コスト低減の観点から噴出速度 V_s は 15 m/s 以下が好ましく、 10 m/s 以下がより好ましく、 5 m/s 以下がさらに好ましい。
- [0050] 前記通路からシール室4に導入される気体の流速は、 0.1 m/秒 以上 0.5 m/秒 以下であることが好ましい。導入される気体の流速が、 0.1 m/秒 以上であれば、熱処理装置の外部から内部へ流入する外気流量を、通路の長辺方向において均一に制御しやすくなり、 0.5 m/秒 以下であれば、

外気流入による排気ガスの増大を抑えやすくなる。

[0051] (エアーカーテン手段ノズル位置)

各通路において、一对のノズルの気体噴出口と、シール室と反対側に位置するその通路の開口（熱処理装置送入口または熱処理装置送出口）との間の距離 d とし、通路高さを D_n としたとき、 $2 \leq d < 0.75 D_n$ が満足されることが好ましい。 $2 \leq d < 0.75 D_n$ を満たすと、ノズルから噴出す気体の噴出量を少なくしても、シール室への気体流入量を制御することが容易である。具体的には、シール室内からのガス（例えば分解ガス）の漏出を防止する観点から、また、外部から流入する気体を抑制し、気体噴出口から噴出する気体の量を低減する観点から、上流側の一对のノズル $10a$ 、 $10b$ の気体噴出口と熱処理装置送入口 11 との距離、及び、下流側の一对のノズル $10a'$ 、 $10b'$ の気体噴出口と熱処理装置送出口 $11'$ との距離は、それぞれ、 2 mm 以上が好ましく、 7 mm 以上がより好ましく、 15 mm 以上が更に好ましい。また、 $d < 0.73 D_n$ がより好ましく、 $d < 0.70 D_n$ が更に好ましい。なおここでは、熱処理装置送入口 11 とノズル $10a$ の空気噴出口との間の距離と、熱処理装置送入口 11 とノズル $10b$ の空気噴出口との間の距離は、等しいものとする（これは好ましいが、これに限定はされない）。また、熱処理装置送出口 $11'$ とノズル $10a'$ の空気噴出口との間の距離と、熱処理装置送出口 $11'$ とノズル $10b'$ の空気噴出口との間の距離は、等しいものとする（これは好ましいが、これに限定はされない）。送入口側の距離と、送出口側の距離は、互いに独立して決めることができる。

[0052] また、前記通路の高さ D_n は、 20 mm 以上 78 mm 以下が好ましい。通路高さ D_n が 20 mm 以上であれば被処理物と通路とが接触しにくく、品質低下を低減しやすくなり、 78 mm 以下であれば、設備の大型化を抑制し、投資費用を抑制しやすくなり。

[0053] 前記ノズルの開口幅 W_n は 0.5 mm 以上 3 mm 以下が好ましい。開口幅 W_n が 0.5 mm 以上であればノズルクリアランスの確保ができ易くなり、

3 mm以下であればノズル噴出し流量を低減でき、噴出し風速制御がし易くなる。ここで、ノズル開口幅 W_n は、図4に示すように、ノズル内を流通する気体の流れ方向に垂直な面に、ノズルの開口を投影した場合の、投影された開口の幅（図4における紙面に平行な面における長さ）として定義される。

[0054] （ノズル構造）

図2において、加圧室9 a, 9 bは給気ダクト2 3から熱処理装置外の空気が供給されることで加圧される。また、エアーカーテン手段8の加圧室9 aに設けられたノズル1 0 aは上側通路部材（前部材）2 4と上側通路部材（後部材）2 5によって形成される。同様に加圧室9 bに設けられたノズル1 0 bは下側通路部材（前部材）2 4'と下側通路部材（後部材）2 5'によって形成される。

[0055] 熱処理装置送入口1 1から送入された被処理物が送通する通路は、上側通路部材と、下側通路部材と、側面部材とによって形成され、上側通路部材と下側通路部材によって挟まれる。上側および下側の通路部材のそれぞれが、図3に示すようにノズルを隔て、二つの部材（上側通路部材については前部材2 4および後部材2 5、下側通路部材については前部材2 4'および後部材2 5'）で形成される。同様に熱処理装置送出口1 1'から送出された被処理物が送通する通路も、上側通路部材と、下側通路部材と、側面部材とによって形成され、上側および下側の二つの通路部材によって挟まれる。前記二つの部材（前部材および後部材）を、両部材の間にノズル間隙を決めるスペーサー部材3 0を挟んで、図示しないボルト等の取り外し可能な係止具によって一体化する（固定する）ことができる。

[0056] このような組み立て構造にすることで、製作費を低減させることができる。またノズル部を分解することが可能となり、メンテナンス作業が行いやすくなる。

[0057] なお、前部材は、その位置を固定するために、被処理物に直角な方向（図2における紙面奥行き方向）に延在する板によって構成される前部材固定用

レール 26 によってエアーカーテン手段に固定される。後部材は、その位置を固定するために、被処理物に直角な方向（図 2 における紙面奥行き方向）に延在する二枚の平行に設置された板（後部材固定用レール 27）の二枚の板の間隙によってエアーカーテン手段に固定される。

[0058] 次に、この実施の形態の作用について説明する。

[0059] 図 1 に示すように、複数の前駆体繊維束 A が紙面に垂直方向に平行に揃えられた状態で熱処理装置 1 の図示左側のシール室 4 の最上段の熱処理装置送入口 11 から熱処理装置（特に送入側のエアーカーテン手段 8）に送入される。次いで、前駆体繊維束はシール室 4 の外壁 5 のシール室外壁送入口 7 及び熱処理室 2 の外壁 3 の送入口 6 を通過し、熱処理室 2 の対向する外壁 3 の送出口 6' から送出される。さらに、前駆体繊維束 A は熱処理室 2 に接続されたシール室 4 の外壁 5 の送出口 7' を通過し、エアーカーテン手段 8（送出側）を通過して熱処理装置 1 の外部に送出される。熱処理装置 1 の外部に送出された前駆体繊維束 A は熱処理装置の外部に設けられたロール 18 に巻き掛けられるようにして折り返され、送出された送出口 7' の一つ下の送入口から、再び熱処理装置 1 内部に送入される。

[0060] 再び熱処理装置 1 内部に送入された前駆体繊維束 A は、逆向きに同様の経路を経て熱処理装置 1 の外部に送出され、熱処理装置 1 外部のロール 18 に再び巻き掛けられ折り返される。このように、前駆体繊維束 A はロール 18 によって熱処理装置 1 の外部で繰り返し折り返されながら、熱処理装置 1 に繰り返し送入、送出され、蛇行するようにして熱処理装置 1 の内部を通過する。このとき、前駆体繊維束 A にはロール 18 の回転とロール 18 表面の摩擦によって動力が与えられ、図 1 の矢印 X 方向に連続的に送り出されている。

[0061] 一方、熱処理室 2 の内部には図示しない熱風循環装置によって熱風が循環し、例えば 200℃～300℃の温度に保たれている。したがって、熱処理室 2 内部に連続的に繰り返し送入された前駆体繊維束 A は、熱処理室 2 内で徐々に熱処理されていく。この際、前駆体繊維束 A の酸化反応によって熱処

理室 2 内にシアン化合物、アンモニア、及び一酸化炭素等の分解ガスが発生する。熱処理室内のガスは排気ファン 14 によって送出され、外部のガス回収処理装置によって回収され処理される。また、発生した分解ガスの、熱処理室 2 に設けられた排気口 20 からの排気量の調整は、例えばバルブ等の流量調節機構 13 により行うことができる。

[0062] また、シール室 4, 4 の内部は、排気ファン 17, 17 によって内部の気体を吸引することで負圧となっている。また、熱処理室 2 内部には加熱されることによって上部が高圧で下部が低圧となる上下方向の圧力分布が生じる。ここで、シール室 4, 4 の各区画 4 a, 4 b, 4 c 内の圧力を、熱処理室 2 内の上下方向の圧力分布に応じて、シール室 4, 4 内から熱処理室 2 内への気体の流入、または熱処理室 2 内からシール室 4, 4 内への気体の流出を最小限にし、かつシール室 4, 4 の送入口 7、送出口 7' から外部へのシール室 4, 4 内の気体の流出を防止することができる圧力に調整する。

[0063] また、負圧となったシール室 4, 4 内への外気の流入を抑制するために、熱処理装置 1 外部の空気をエアーカーテン手段 8 の上下の加圧室 9 a, 9 b に供給し、ノズル 10 a および 10 b, ノズル 10 a' および 10 b' からシール室 4, 4 の外側でかつ前駆体繊維束 A に向かって空気を噴出することによってエアーカーテンを形成する。このとき、ノズル 10 a および 10 b からは、送入口 11 に向かって空気を噴出する。また、ノズル 10 a' および 10 b' からは、送出口 11' に向かって空気を噴出する。

[0064] この際ノズル 10 a, 10 b と送入口 11 との距離及びノズル 10 a', 10 b' と送出口 11' との距離 d (mm) が $2 \leq d < 50$ が好ましく、 $15 \leq d \leq 30$ がより好ましい。距離 d を上記範囲にすると、シール室内からの分解ガスの漏出を確実に防止することができると共に、シール性を確保するためのノズル吹き出し空気量を削減することができる。なお、ここではノズル 10 a と送入口 11 との距離、ノズル 10 b と送入口 11 との距離、ノズル 10 a' と送出口 11' との距離、ノズル 10 b' と送出口 11' との距離はいずれも等しいものとする。

[0065] ノズル 10 a は上側通路部材（前部材）24 と上側通路部材（後部材）25 によって形成される。同様に加圧室 9 b に設けられたノズル 10 b は下側通路部材（前部材）24' と下側通路部材（後部材）25' によって形成される。

[0066] 図 3 に示すように上側および下側の通路部材のそれぞれが、ノズルを隔て、二つの部材で形成される。前記二つの部材を、両部材の間にノズル間隙を決めるスペーサー部材 30 を挟んで、図示しないボルト等の取り外し可能な係止具によって一体化する（固定する）ことができる。これは製作コストの低減を図ると同時にノズル部の清掃作業やメンテナンス作業を行いやすいからである。

[0067] 上下均一に分配された空気はノズル 10 a、10 b の先端の上下の噴出口から略等しい噴出速度 V_s で噴出され、前駆体繊維束 A に上下から衝突するエアーカーテンを形成する。ここで、各エアーカーテン手段 8 のノズル 10 a、10 b から噴出する空気の噴出速度 V_s を、シール室 4、4 の区画 4 a、4 b、4 c 内の圧力に応じ、シール室 4 から外部へ気体が流出しない噴出速度に調整する。ノズル 10 a'、10 b' に関しても、同様である。

[0068] 本発明によれば、シール性を確保するためのノズル吹き出し空気量を削減することができ、エアーカーテンシール装置への送風手段の負荷を低減することが可能である。

[0069] 炭素繊維前駆体繊維束を上述の横型熱処理装置で熱処理して、耐炎化繊維束を製造することができる。

[0070] また、このような耐炎化繊維束の製造方法によって耐炎化繊維束を製造し、得られた耐炎化繊維束を炭素化することによって、炭素繊維束を製造することができる。

実施例

[0071] 以下、本発明の実施例について説明するが、本発明はこれによって限定されるものではない。

[0072] ここでは、解析ソフトを用いて様々な条件でシミュレーションを行い最適

なエアーカーテンの構造を導き出した。

[0073] まずは大気からシール室内までガスの流れに着目し、エアーカーテン装置を設けたモデルについてシミュレーションを行った。解析手法は数値流体解析(CFD法)を用い、解析ソフトとしてはGAMBIT(商品名。アンシス・ジャパン株式会社。メッシュおよび形状作成用)及びFLUENT(商品名。アンシス・ジャパン株式会社。解析用)を用いた。

[0074] またメッシュ数を約150万メッシュとし、約3時間/CASEの計算時間でシミュレーションを行った。

[0075] 図7は、ここで用いたモデルを説明するための図である。このモデルでは、シール室(シール室を模擬する箱)101に、エアーカーテンの通路(エアーカーテンの通路を模擬する流路)102が接続され、この通路は熱処理装置の外部(外部を模擬する領域)104に開口する。通路102の上部および下部にそれぞれエアーカーテンのノズル(ノズルを模擬する流路)103aおよび103bが設けられる。ノズルの水平面に対する角度 θ はそれぞれ 30° とした。シール室101の、通路102とは反対側には、熱処理室入口105が設けられる。

[0076] シミュレーションの条件としては、気体は空気とし、基準圧力を、絶対圧で 101325 Pa (大気圧)とし、空気温度は 25°C とし、熱処理装置外部への流出条件は自由流出とした。

[0077] 熱処理装置送入口11とノズル10aおよび10bの気体噴出口との距離(モデルでは、通路102の熱処理装置外部への開口と、ノズル103aおよびbの気体噴出口との間の距離) d を $2\sim 70\text{ mm}$ 、通路高さ(モデルでは、通路102の高さ) D_n を $10\sim 80\text{ mm}$ 、ノズルの開口幅(モデルではノズル103aおよびbの開口幅) W_n を $0.5\sim 5\text{ mm}$ の範囲で変化させて計算を実施した。

[0078] [実施例1]

距離 d を 10 mm とし、通路高さ D_n を 20 mm とし、ノズル開口幅 W_n を 1.1 mm とし、シール室内圧力 P を -0.5 Pa 、ノズルの気体噴出口

からの気体噴き出し風速 V_s を 3 m/s とし、シール室内への気体流入速度 V_o を計算した。各条件およびシール室内流入速度を表 1 に示す。なお、表 1、2 および 4 においては、前記距離 d は「送入口 11 とノズルとの距離」と表示され、前記通路高さ D_n は「開口高さ」と表示されている。

[0079] [実施例 2]

距離 d を 20 mm とし、通路高さ D_n を 30 mm とした以外は実施例 1 と同様にして計算した。

[0080] [実施例 3]

距離 d を 25 mm とし、通路高さ D_n を 40 mm とした以外は実施例 1 と同様にして計算した。

[0081] [実施例 4]

距離 d を 50 mm とし、通路高さ D_n を 70 mm とした以外は実施例 1 と同様にして計算した。

[0082] [実施例 5]

ノズル噴き出し風速 V_s を 4.5 m/s とした以外は実施例 4 と同様にして計算した。

[0083] [比較例 1]

距離 d を 15 mm とし、通路高さ D_n を 20 mm とした以外は実施例 1 と同様にして計算した。この時、シール室内への空気流入速度を 0.1 m/s 以上に制御できない、またはシール室内から熱処理装置外部への気体吹き出しが確認された。実施例ではこのような吹き出しは無かった。

[0084] [比較例 2]

距離 d を 25 mm とし、通路高さ D_n を 30 mm とした以外は実施例 1 と同様にして計算した。比較例 1 同様、シール室内への空気流入速度を 0.1 m/s 以上に制御できない、または吹き出しが確認された。

[0085] [比較例 3]

距離 d を 30 mm とし、通路高さ D_n を 40 mm とした以外は実施例 1 と同様にして計算した。比較例 1 同様、シール室内への空気流入速度を 0.1

m/s 以上に制御できない、または吹き出しが確認された。

[0086] [表1]

表1

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3
送入口11とノズルとの距離d(mm)	10	20	25	50	50	15	25	30
開口高さDn(mm)	20	30	40	70	70	20	30	40
開口幅Wn(mm)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
シール室内圧力(Pa)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
ノズル噴き出し風速Vs(m/s)	3	3	3	3	3			
シール室内流入速度Vo(m/s)	0.104	0.108	0.12	0.753	0.153			
単位長さ当たりの流量V(m ³ /h)	23.8	23.8	23.8	23.8	35.6			
						調整不可		

[0087] [実施例6]

距離dを20mmとし、通路高さDnを30mmとし、ノズル開口幅Wn

を1.1 mmとし、シール室内の圧力Pをそれぞれ-2、-5、-10 Paとした時、シール室内への気体流入速度 V_o が0.2 m/sとなり、通路から熱処理装置の外部に気体が噴出さないようにノズルの気体噴出口からの気体噴き出し速度 V_s (m/s)と、被処理物の幅方向1 m当たりのノズルからの気体噴き出し流量 V (m³/h)を計算した。

[0088] [実施例7]

通路高さ D_n を40 mmとした以外は実施例6と同様にして計算した。

[0089] [実施例8]

通路高さ D_n を70 mmとした以外は実施例6と同様にして計算した。

[0090] [実施例9]

通路高さ D_n を80 mmとした以外は実施例6と同様にして計算した。

[0091] [実施例10]

ノズル開口幅 W_n を0.5 mmとした以外は実施例7と同様にして計算した。

[0092] [実施例11]

ノズル開口幅 W_n を2 mmとした以外は実施例7と同様にして計算した。

[0093] [実施例12]

ノズル開口幅 W_n を3 mmとした以外は実施例7と同様にして計算した。

[0094] [実施例13]

ノズル開口幅 W_n を4 mmとした以外は実施例7と同様にして計算した。

[0095] [実施例14]

ノズル開口幅 W_n を5 mmとした以外は実施例7と同様にして計算した。

[0096] [比較例4]

通路高さ D_n を10 mmとした以外は実施例6と同様にして計算した。シール室内圧力-2、-5、-10 Paではノズルの気体噴出口からの気体噴き出し速度 V_s (m/s)を調整し、シール室内への気体流入速度 V_o が0.2 m/sと通路から熱処理装置の外部に気体が噴出さないようにできたが、シール室内圧力-0.5 Paと圧力を更に小さくした場合は熱処理装置の

外部に気体が噴出することが想定される。

[0097] [比較例5]

通路高さ D_n を 20 mm とした以外は実施例 6 と同様にして計算した。シール室内圧力 -2 、 -5 、 -10 Pa ではノズルの気体噴出口からの気体噴き出し速度 V_s (m/s) を調整し、シール室内への気体流入速度 V_o が 0.2 m/s と通路から熱処理装置の外部に気体が噴出さないようにできたが、シール室内圧力 -0.5 Pa と圧力を更に小さくした場合は熱処理装置の外部に気体が噴出することが想定される。

[0098]

- [0099] 以下の実験では図1に示す実際の熱処理炉1に替えて、図4に示す熱処理室2を有さない模式的な構造の試験装置100を用いて、気体噴出速度（ノズル10aおよび10bから空気が噴出する速さ） V_s 、ノズル10a、10bの気体噴出口と熱処理装置送入口11との距離 d 、およびシール室外壁送入口7からのシール室への気体流入速度 V_o の測定を行った。送入口6、シール室4のシール室外壁送入口7はそれぞれ、開口長さ2000mm（図面奥行き方向の長さ）、開口高さを40mmとした（したがって $D_n = 40$ mm）。ノズル10a、10bの開口部は開口長さ2000mm（図面奥行き方向の長さ）、開口幅 W_n を1.1mmとした。ノズル10a、10bの水平面に対する角度 θ はそれぞれ 30° とした。
- [0100] また、シール室外壁送入口7からシール室4に気体が流入するか、あるいはシール室から送入口7を経て気体が流出するかについては、ガステック社製スモークテスターを用い、煙の流れる方向を観察して確認した。また、ノズル噴出速度 V_s はカノマックス社製アネモマスター6071風速計（商品名）を用いて測定した。
- [0101] また、気体流入速度 V_o は、直接測定することが困難なので、カノマックス社製アネモマスター6071風速計（商品名）を用いて、排気ファン17による排気量及び送入口6からの流入量を測定し、その差より算出した。シール室4内の圧力は山本電気製作所社製マノスターゲージ微差圧計を用いて測定した。
- [0102] エアーカーテン手段8のノズル10a、10bの気体噴出口から噴出される空気は、図示しない給気ファンから供給される。エアーカーテン手段8の各ノズル噴出速度 V_s において、排気ファン17にてシール室内を負圧にし、紙面手前側と紙面奥側の二箇所に設置したマノスターゲージにてシール室4の内圧を測定した。この時、シール室外壁送入口7においてスモークテスターを用い、煙の流れる方向を観察し、炉幅方向（紙面手前側から紙面奥側）まで全幅においてシール室4からの気体の流出がないよう、ノズル10a、10bの気体噴出口からのノズル噴出速度を調整した。各シール室内圧に適切

なノズル噴出速度 V_s との関係の一例を下記の表3および図5に示す。なお、シール室内圧（単位Pa）はゲージ圧で表す。表3に示す例を求めた際の、ノズル10a、10bの気体噴出口と熱処理装置送入口11との距離 d は20mmであった。

[0103] [表3]

表3

ノズル噴出速度 V_s (m/s)	14.8	10.0	5.2	0
シール室内圧 (Pa)	-11.7	-4.45	-0.95	0

[0104] 表3および図5よりシール室4の内圧が低いほど、ノズル噴出速度 V_s を大きくする必要があることが分かる。

[0105] ここで、さらにノズル10a、10bの気体噴出口から噴出する空気の噴出速度 V_s に応じて、ノズル10a、10bの気体噴出口と熱処理装置送入口11との距離 d を調整する。

[0106] [実施例15]

前述の実験と同様、本実験では、図4に示す模式的な構造の試験装置100を用いた。ノズル10aの気体噴出口と熱処理装置送入口11との距離、ノズル10bの気体噴出口と熱処理装置送入口11との距離をいずれも2mmとし（ $d=2\text{mm}$ ）、ノズルへの給気量を変えることによりノズル噴出風速 V_s を5.2、9.96、14.8m/sの3条件に設定した。各ノズル噴出風速条件で、シール室外壁送入口7においてスモークテスターを用い、煙の流れる方向を観察し、炉幅方向（紙面手前側から紙面奥側）まで全幅においてシール室4からの気体の流出がないよう、排気ファン17を調整し、シール室4の内圧をマンスタージェージにて測定した。前述の実験と同様に、 D_n は40mm、 W_n は1.1mm、熱処理室外壁送入口6、シール室外壁送入口7の開口長さは2000mm、ノズル開口部の開口長さも2000mm、ノズルの水平面に対する角度 θ はいずれも 30° とした。

[0107] [実施例 16]

ノズル 10a, 10b の気体噴出口と熱処理装置送入口 11 との距離 d を 5 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。

[0108] [実施例 17]

距離 d を 10 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。

[0109] [実施例 18]

距離 d を 15 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。

[0110] [実施例 19]

距離 d を 20 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。

[0111] [実施例 20]

距離 d を 25 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。

[0112] [実施例 21]

D_n を 30 mm、距離 d を 20 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。

[0113] [比較例 6]

距離 d を 0 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。この時、ノズルを製作する際、距離 d を 0 mm の位置にノズルの噴き出し口を設ける場合は加工が難しく、このため距離 d を 2 mm 以上に設定する。

[0114] [比較例 7]

距離 d を 30 mm とした以外は実施例 15 と同様にして測定した。この時、ノズル吹き出し風速 (V_s) 5.2 m/s においてシール室内圧 -1.35 Pa、シール室内への気体流入速度 (V_o) を 0.2 m/s に設定したところ、送入口 7 の一部から吹き出しが確認された。実施例ではこのような吹き出しは無かった。この例は、 $d < 0.75 D_n$ が満たされない場合（この例では $d = 0.75 D_n$ である）、被処理物の移送方向に直角な方向にて炉内ガスの吹き出しが確認される箇所が生じ、シール室 4 の気体が送入口 7 から熱処理装置 1 の外部へ漏出することを示している。

[0115] 実施例 15 ~ 21 および比較例 6、7 の結果を表 4 に示す。また実施例 1

5～20および比較例6の結果を図6に示す。

[0116] 図6は、ノズル噴出風速 V_s を5.2、9.96、14.8 m/sの3条件に設定し、ノズル10a、10bの気体噴出口と熱処理装置送入口11との距離 d を調節するための部材31を交換することにより距離 d を下記の表4に示すように変化させたときに、気体流入速度 $V_o = 0.2$ m/sの目標ライン（被処理物の移送方向に直角な方向にて炉内ガスの吹き出しがない状態を確保するために必要な限界の気体流入速度）を達成することができるシール室内圧と距離 d との関係を表している。グラフ中、菱形の点はノズル吹き出し風速 $V_s = 5.2$ m/sとしたときのデータを、四角形の点はノズル吹き出し風速 $V_s = 9.96$ m/sとしたときのデータを、三角形の点はノズル吹き出し風速 $V_s = 14.8$ m/sとしたときのデータを表している。

[0117] 図6に示すように同ノズル噴出風速において、略0.2 m/sの目標気体流入速度に調整した時のシール室内圧は、 d を長くすることによって低下している。これは、同じシール室内圧であれば、より d を長くすることによって、より小さいノズル噴出風速で外気流入速度の調整が可能であることを示している。特に $d = 0$ の条件では気体流入速度を調整するために必要なノズル噴出風速が大きくなる。表4および図6より同ノズル噴出風速において、0.2 m/sの目標気体流入速度に調整した時のシール圧は、 d が2 mm以上の範囲で長くなるにつれて、より低下し、 d が15 mm以上の範囲でその傾向がより顕著にみられる。

[0118]

[表4]

表4

	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	比較例6	比較例7
送入口11とノズルとの距離d(mm)	2	5	10	15	20	25	20	0	30
開口高さDn(mm)	40	40	40	40	40	40	30	40	40
開口幅Wn(mm)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
シール室内 圧力P(Pa)	-1	-1	-1.05	-1.3	-1.3	-1.35	-1.2	-0.95	調整不可
	-4.1	-4.15	-4.45	-4.65	-4.95	-5.2	-4.9	-4	
	-11.3	-11.3	-11.4	-11.6	-11.7	-11.8	-12.9	-11.2	

[0119] 尚、この発明は上述した実施の形態に限られるものではない。例えば、状況に応じて前駆体繊維束を上下方向一段～数十段で移送させることができる

。

符号の説明

- [0120] 1 : 横型熱処理装置
2 : 熱処理室
3 : 熱処理室外壁
4 : シール室
5 : シール室の外壁
6 : 熱処理室外壁の送入口
6' : 熱処理室外壁の送出口
7 : シール室外壁送入口
7' : シール室外壁送出口
8 : エアーカーテン手段
9 a、9 b : 加圧室（上側および下側）
10 a、10 b : 送入側エアーカーテン用ノズル（上側および下側）
10 a'、10 b' : 送出側エアーカーテン用ノズル（上側および下側）
11 : 熱処理装置送入口
11' : 熱処理装置送出口
12 : 仕切り板
13 : 流量調節機構
14 : 排気ファン
15 : 排気口
16 : 流量調節機構
17 : 排気ファン
18 : ロール
19 : 送入側エアーカーテン手段の通路
19' : 送出側エアーカーテン手段の通路
20 : 排気孔
21 : 排気路

- 2 2 : 排気路
- 2 3 : 給気ダクト
- 2 4 : 上側通路部材 (前部材)
- 2 5 : 上側通路部材 (後部材)
- 2 4' : 下側通路部材 (前部材)
- 2 5' : 下側通路部材 (後部材)
- 2 6 : 前部材固定用レール
- 2 7 : 後部材固定用レール
- 3 0 : スペーサー部材
- 3 1 : 実施例で用いた距離 d 調節用部材
- 1 0 0 : 実施例で用いた試験装置
- 1 0 1 : シール室
- 1 0 2 : エアーカーテンの通路
- 1 0 3 : エアーカーテンのノズル
- 1 0 4 : 熱処理装置外部
- 1 0 5 : 熱処理室入口
- P : シール室内圧力
- V_s : ノズルからの気体噴き出し風速
- V_o : シール室内への気体流入速度
- A : 前駆体繊維束 (束)
- X : 前駆体繊維束の移送方向
- d : ノズル 1 0 a、1 0 b と送入口 1 1 の距離
- D_n : エアーカーテン手段の通路の開口高さ
- W_n : ノズルの開口幅
- θ : ノズルの水平面に対する傾斜角度

請求の範囲

[請求項1]

連続した扁平状の被処理物を熱処理室内で水平方向に移送させながら連続的に熱処理する横型熱処理装置であって、

熱処理室の被処理物送入口と送出口とに、それぞれ、排気ファンが接続されたシール室が接続され、前記シール室は、被処理物がシール室を水平方向に通過可能に構成され、

各シール室の被処理物送入口および送出口のうちの熱処理室と反対側に位置する開口に、断面が矩形状である通路が接続され、前記通路は、被処理物が通路を水平方向に通過可能に構成され、

シール室被処理物送入口に接続された通路の被処理物送入口が、前記熱処理装置の被処理物送入口であり、かつ、シール室被処理物送出口に接続された通路の被処理物送出口が、前記熱処理装置の被処理物送出口であり、

各通路の上下の位置に、気体を噴出する一対のノズルが設けられ、各ノズルの気体噴出口は矩形状であり、

各通路において、この通路に設けられた一対のノズルは、この通路の上下方向の中心に向かって、かつ、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口に向かって気体を噴出し、

各通路において、この通路に設けられた各ノズルの気体噴出口は、この通路の被処理物の送入口および送出口の長辺方向と平行であり、かつ、前記長辺の長さと同じ長さを有し、かつ、

各通路において、この通路に設けられた一対のノズルの気体噴出口と、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口との間の距離 d と、この通路の高さ D_n とが

$$2 \leq d < 0.75 D_n$$

を満たす

横型熱処理装置。

[請求項2]

各通路において、前記距離 d が、1.5 mm以上である請求項1に記載

載の横型熱処理装置。

[請求項3] 各通路において、前記ノズルの開口幅 W_n が0.5 mm以上3 mm以下であり、前記通路の高さ D_n が20 mm以上78 mm以下である請求項1または2に記載の横型熱処理装置。

[請求項4] 鉛直方向の複数の位置においてそれぞれ被処理物を水平方向に移送可能なように、鉛直方向の複数の位置にそれぞれ前記通路が設けられ、
前記シール室は、各通路に対応して区画されている請求項1～3のいずれか一項に記載の横型熱処理装置。

[請求項5] 前記ノズル毎に気体の噴出し量が調節可能な気体流量調節機構を有する請求項1～4のいずれか一項に記載の横型熱処理装置。

[請求項6] 前記通路が、上側の通路部材と下側の通路部材と側面部材によって形成され、
上側および下側の通路部材のそれぞれが、ノズルを隔てて、二つの部材を有し、
前記二つの部材が、これら二つの部材の間にノズル間隙を決めるスペーサー部材を挟んで一体化された請求項1～5のいずれか一項に記載の横型熱処理装置。

[請求項7] 前記二つの部材および前記スペーサー部材が着脱自在な請求項1～6のいずれかに記載の横型熱処理装置。

[請求項8] 炭素繊維前駆体繊維束を熱処理する熱処理炉である請求項1～7のいずれかに記載の横型熱処理装置。

[請求項9] 炭素繊維前駆体繊維束を横型熱処理装置で熱処理して、耐炎化繊維束を製造する、耐炎化繊維束の製造方法であって、
前記横型熱処理装置が、連続した扁平状の被処理物を熱処理室内で水平方向に移送させながら連続的に熱処理する横型熱処理装置であり、
熱処理室の被処理物送入口と送出口とに、それぞれ、排気ファンが

接続されたシール室が接続され、前記シール室は、被処理物がシール室を水平方向に通過可能に構成され、

各シール室の被処理物送入口および送出口のうちの熱処理室と反対側に位置する開口に、断面が矩形状である通路が接続され、前記通路は、被処理物が通路を水平方向に通過可能に構成され、

シール室被処理物送入口に接続された通路の被処理物送入口が、前記熱処理装置の被処理物送入口であり、かつ、シール室被処理物送出口に接続された通路の被処理物送出口が、前記熱処理装置の被処理物送出口であり、

各通路の上下の位置に、気体を噴出する一对のノズルが設けられ、各ノズルの気体噴出口は矩形状であり、

各通路において、この通路に設けられた一对のノズルは、この通路の上下方向の中心に向かって、かつ、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口に向かって気体を噴出し、

各通路において、この通路に設けられた各ノズルの気体噴出口は、この通路の被処理物の送入口および送出口の長辺方向と平行であり、かつ、前記長辺の長さと同じ長さを持つ、かつ、

各通路において、この通路に設けられた一对のノズルの気体噴出口と、この通路が有する熱処理装置の被処理物送入口もしくは被処理物送出口との間の距離 d と、この通路の高さ D とが

$$2 \leq d < 0.75 D$$

を満たす

横型熱処理装置であり；かつ、

- 前記排気ファンを用いて各シール室を負圧にすること、
- 各通路において、この通路に設けられた各ノズルの、この通路の被処理物の送入口および送出口の長辺 1 m 当たりの気体噴出量を V (m^3/h) と表し、この通路に接続されたシール室内のゲージ圧を P (Pa) と表したとき、

$$V \leq -30 \times P + 21$$

が満たされるように、各ノズルから気体を噴出させること、を含む、耐炎化繊維束の製造方法。

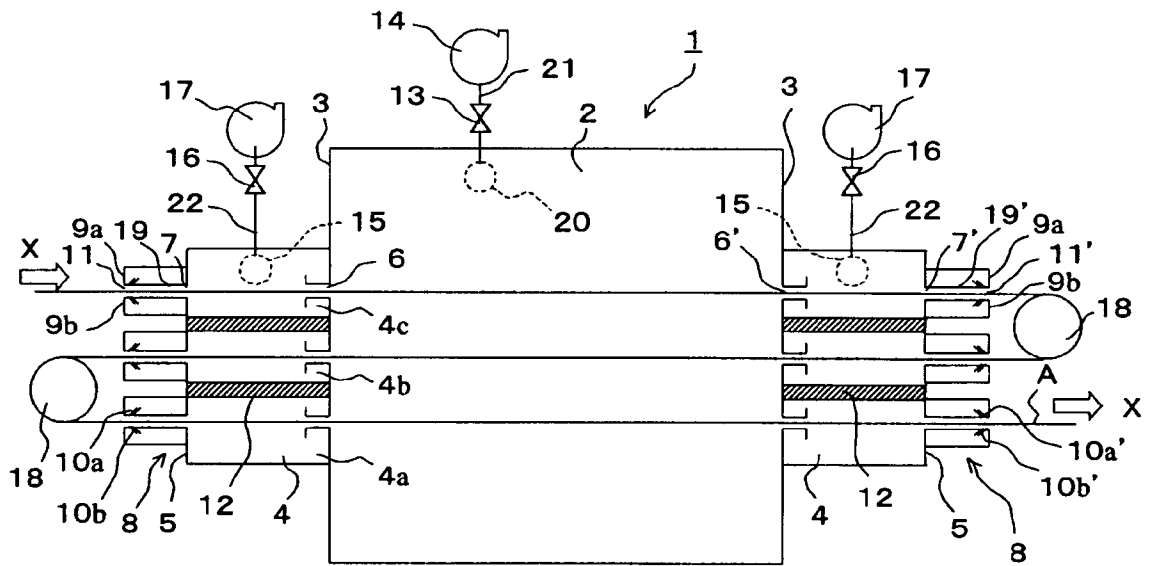
[請求項10] 各通路からシール室に流入する気体の流速 V_o を、 0.1 m/秒 以上 0.5 m/秒 以下にする請求項9に記載の耐炎化繊維束の製造方法。

[請求項11] 各ノズルから噴出する気体の噴出速度 V_s を、 3 m/s 以上 30 m/s 以下にする請求項9または10に記載の耐炎化繊維束の製造方法。

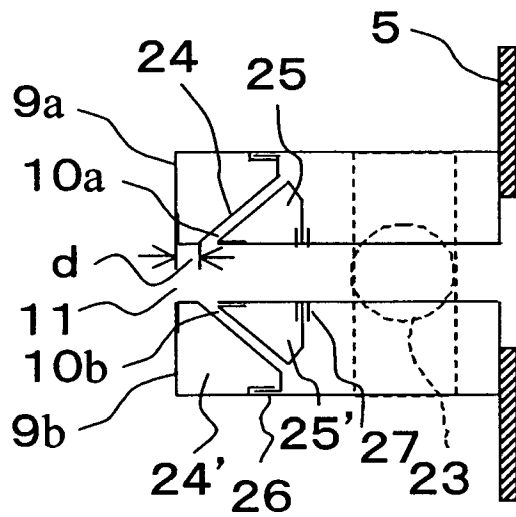
[請求項12] 請求項9～11のいずれか一項に記載の耐炎化繊維束の製造方法によって耐炎化繊維束を製造する工程、および、前記耐炎化繊維束を炭素化する工程、を有する炭素繊維束の製造方法。

[請求項13] 請求項1～8のいずれか一項に記載の横型熱処理装置を用いて、連続した扁平状の被処理物を連続的に熱処理する熱処理方法。

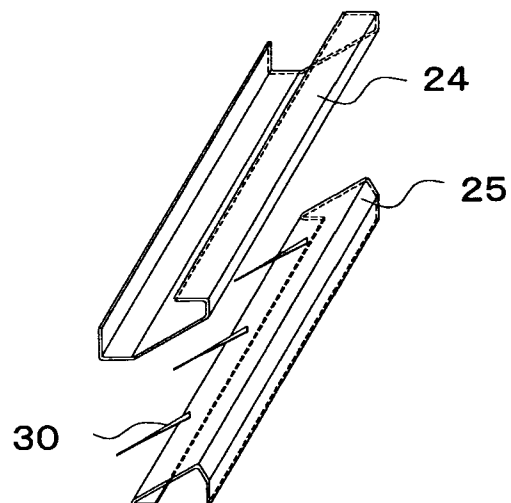
[図1]



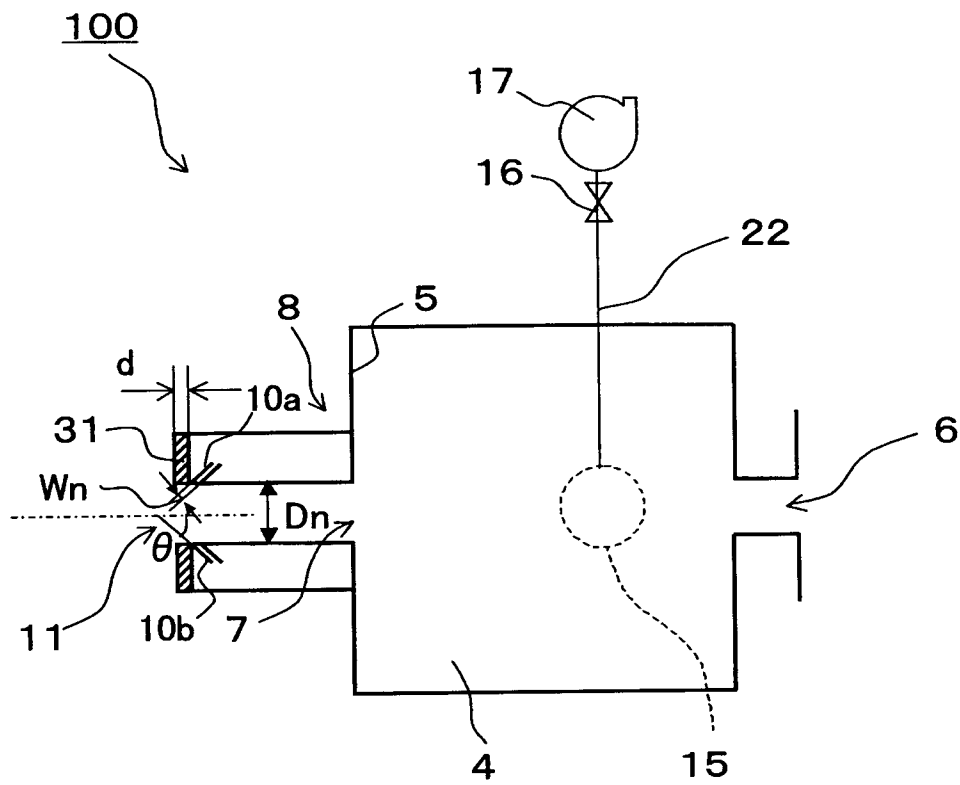
[図2]



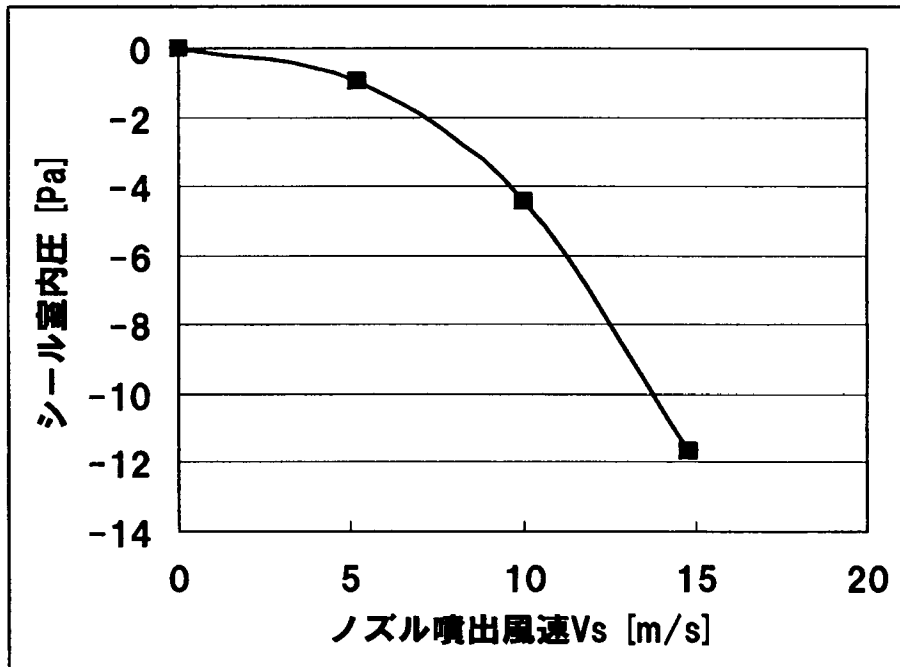
[図3]



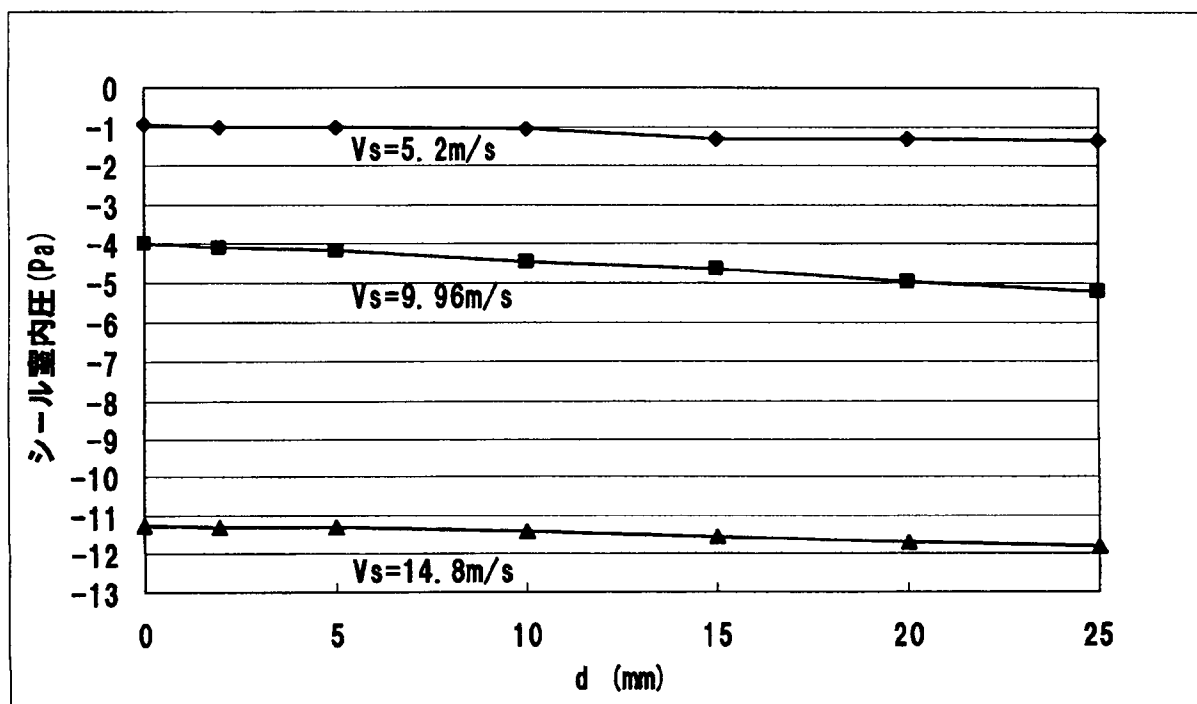
[図4]



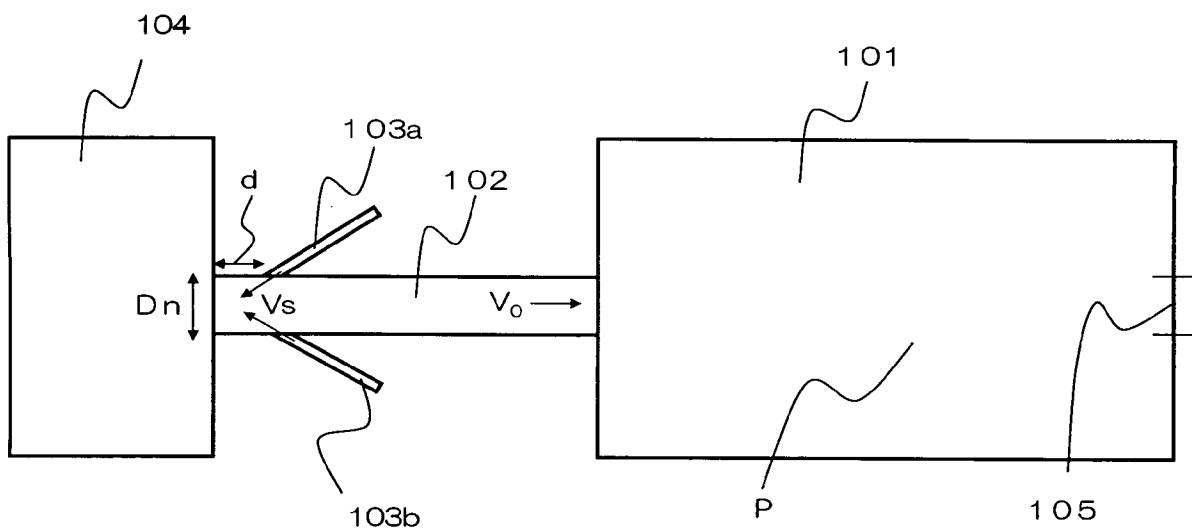
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

D01F9/32(2006.01) i, F27D7/06(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)

D01F9/08-9/32, F27B9/00-9/40, F27D7/00-7/06

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2008-81859 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0007] to [0016]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-13
A	JP 2007-224432 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 06 September 2007 (06.09.2007), claims; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2008-156790 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 10 July 2008 (10.07.2008), claims; drawings (Family: none)	1-13



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
02 April, 2013 (02.04.13)Date of mailing of the international search report
09 April, 2013 (09.04.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. D01F9/32(2006.01)i, F27D7/06(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. D01F9/08-9/32, F27B9/00-9/40, F27D7/00-7/06

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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 2008-81859 A (三菱レイヨン株式会社) 2008.04.10, 【0007】-【0016】, 図1-4 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2007-224432 A (三菱レイヨン株式会社) 2007.09.06, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2008-156790 A (三菱レイヨン株式会社) 2008.07.10, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-13

☐ 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

02.04.2013

国際調査報告の発送日

09.04.2013

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)

斎藤 克也

電話番号 03-3581-1101 内線 3474

4S

9344