

(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
2022年12月1日(01.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/250010 A1

(51) 国際特許分類:
D21F 1/24 (2006.01) D21H 13/50 (2006.01)
D21F 1/56 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/021094

(22) 国際出願日: 2022年5月23日(23.05.2022)

(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 2021-087588 2021年5月25日(25.05.2021) JP

(71) 出願人: 三菱ケミカル株式会社(MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 辻川 一輝 (TSUJIKAWA Kazuki);
〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 三菱ケミカル株式会社内 Tokyo (JP). 松井 純(MATSUI Jun); 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 三菱ケミカル株式会

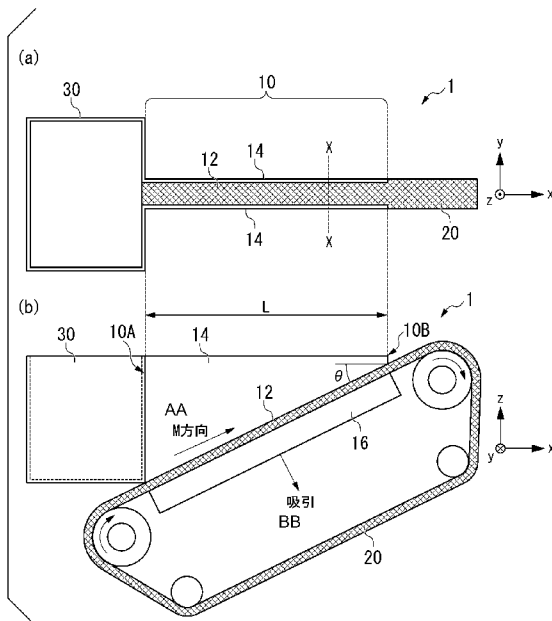
社内 Tokyo (JP). 池田 勝司(IKEDA Masashi);
〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 三菱ケミカル株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 田 ▲ 崎 ▼ 聡, 外 (TAZAKI Akira et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ORIENTED FIBER WEB PRODUCTION METHOD, FIBER WEB FORMING DEVICE, AND ORIENTED FIBER WEB PRODUCTION APPARATUS

(54) 発明の名称: 配向繊維ウェブの製造方法、繊維ウェブ形成装置および配向繊維ウェブ製造装置



AA M direction
BB Suction

(57) Abstract: The present invention provides an improvement relating to a technology of manufacturing, by a wet method, an oriented fiber web in which fibers are oriented in a specific direction. This oriented fiber web production method comprises: (i) preparing a dehydration flow path that is configured from a bottom surface being a surface of a papermaking screen and two lateral walls parallel to each other and that has an upstream end and a downstream end; and (ii) introducing a fiber-dispersing liquid in the dehydration flow path from the upstream end while causing the papermaking screen to run in a direction from the upstream end to the downstream end. The bottom surface of the dehydration flow path has an upslope in the direction from the upstream end to the downstream end. In the dehydration flow path, the fiber-dispersing liquid is dehydrated while flowing in the direction from the upstream end to the downstream end, whereby a fiber web is formed.

(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: 繊維が特定方向に配向した配向繊維ウェブを湿式法で製造する技術に関する改良を提供する。配向繊維ウェブ製造方法は、(i) 抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を準備すること、および、(ii) 前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させながら、繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入することを含む。脱水流路の底面は上流端から下流端に向かう方向に上り勾配を有する。脱水流路では繊維分散液が上流端から下流端に向かう方向に流れながら脱水されることにより繊維ウェブが形成される。

明 細 書

発明の名称：

配向繊維ウェブの製造方法、繊維ウェブ形成装置および配向繊維ウェブ製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、主として、配向繊維ウェブの製造方法、繊維ウェブ形成装置および配向繊維ウェブ製造装置に関する。

本願は、2021年5月25日に、日本に出願された特願2021-087588号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 配向繊維ウェブ、すなわち繊維が特定方向に配向した繊維ウェブを、湿式法（抄造法）で製造することを含む、繊維強化熱可塑性樹脂シート（熱可塑性プリプレグ）の製造方法が提案されている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9-41280号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 配向繊維ウェブを湿式法で製造する技術に関しては、改良の余地が残されている。

本発明の一態様は、湿式法を用いた配向繊維ウェブの製造効率の改善を目的としている。

本発明の他の一態様は、繊維が強く配向した配向繊維ウェブを製造するための技法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一実施形態によれば、繊維が特定方向に配向した繊維ウェブであ

る配向繊維ウェブの製造方法であって、(i) 抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を準備すること、および、(ii) 前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させながら、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入することを含み、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有し、前記脱水流路で前記繊維分散液が前記上流端から前記下流端に向かう方向に流れながら脱水されることにより繊維ウェブが形成される、製造方法が提供される。

[0006] 本発明の他の一実施形態によれば、抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を備え、前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させつつ、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入し、前記脱水流路内を前記上流端から前記下流端に向かう方向に流しながら脱水させることができ、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有している、繊維ウェブ形成装置が提供される。

[0007] 本発明の更に他の一実施形態によれば、繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の前に前記繊維ウェブを湿った状態のまま延伸させることとを含む製造方法が提供される。

[0008] 本発明の更に他の一実施形態によれば、繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の後に繊維ウェブを液体で再度湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを再度乾燥させることとを含む製造方法が提供される。

[0009] 本発明の更に他の一実施形態によれば、繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、乾燥した繊維ウェブを液体で湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記

繊維ウェブを乾燥させることを含む製造方法が提供される。

発明の効果

[0010] 好ましい実施形態によれば、配向繊維ウェブを湿式法で製造する技術に関する改良が提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、繊維ウェブ形成装置を示し、図1(a)は上面図、図1(b)は側面図である。

[図2]図2は、図1に示す繊維ウェブ形成装置が備える脱水流路の、図1(a)中のX-X線の位置における断面図である。

[図3]図3は、繊維ウェブ形成装置の側面図である。

[図4]図4は、脱水流路の断面図である。

[図5]図5は、脱水流路内に配置された垂直整流板を有する繊維ウェブ形成装置を示し、図5(a)は上面図、図5(b)は図5(a)のX-X線の位置における断面図である。

[図6]図6は、図5に示す繊維ウェブ形成装置の断面図である。

[図7]図7は、脱水流路の断面図である。

[図8]図8は、垂直整流板の断面図である。

[図9]図9は、垂直整流板の上面図である。

[図10]図10は、脱水流路内に配置された水平整流板を有する繊維ウェブ形成装置を示し、図10(a)は上面図、図10(b)は断面図である。

[図11]図11は、脱水流路の断面図である。

[図12]図12は、水平整流板の断面図である。

[図13]図13は、配向繊維ウェブ製造装置の構成例を示す。

[図14]図14は、配向繊維ウェブ製造装置の構成例を示す。

[図15]図15は、繊維ウェブ形成装置を示し、図15(a)は上面図、図15(b)は側面図である。

[図16]図16は、湿った繊維ウェブを延伸させるための曲げ伸ばし加工を説明する図面である。

[図17]図 1 7 は、X線回折測定におけるX線源、試料およびX線検出器の配置を示す。

発明を実施するための形態

[0012] 1. 配向繊維ウェブの製造方法

本発明の一実施形態は配向繊維ウェブの製造方法に関する。

実施形態に係る配向繊維ウェブ製造方法は、(i) 抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を準備すること、および、(ii) 前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させながら、繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入することを含む。

この方法で使用され得る繊維ウェブ形成装置の構成例を図1および図2に示す。図1(a)および図1(b)は、それぞれ、繊維ウェブ形成装置の上面図および側面図であり、図2は、繊維ウェブ形成装置が備える脱水流路の、図1(a)のX-X線の位置における断面図である。

[0013] 図1および図2を参照すると、繊維ウェブ形成装置1が備える脱水流路10は、底面12と2つの側壁14とから構成され、上流端10Aと下流端10Bを有している。底面12の裏側には吸引ボックス16が配置されている。

脱水流路10の底面12は、抄紙網20の表面である。抄紙網20は無端ベルトであり、吸引ボックス16上を通過する区間において、脱水流路10の底面12を構成している。この区間における抄紙網20の走行方向のことを以下ではM方向(Machine Direction)と呼ぶ。抄紙網20の幅方向であるT方向(Transverse Direction)は水平である。

M方向は、脱水流路10の上流端10Aから下流端10Bに向かう方向である。脱水流路10の2つの側壁14はいずれも、M方向に平行である。

脱水流路10の底面12は、上流端10Aから下流端10Bに向かう方向に上り勾配を有している。

脱水流路10は、天井板を設けることにより閉水路としてもよい。その場

合、天井板の下方に水面が形成されないように繊維分散液の水位が設定される。

[0014] 繊維ウェブ形成装置 1 は、更に、脱水流路 10 の上流端 10A に結合されたりザーバー 30 を有する。脱水流路 10 にリザーバー 30 を直接結合させることは必須ではなく、後述するように、脱水流路 10 とリザーバー 30 の結合は間接的であってもよい。

図 3 に示すように、リザーバー 30 に貯留された繊維分散液は、上流端 10A から脱水流路 10 に導入され、脱水流路 10 内を下流端 10B に向かって流れる。その間に、吸引ボックス 16 の働きにより脱水が行われ、抄紙網 20 上に繊維ウェブが形成される。

吸引ボックス 16 は、M 方向に沿って吸引量を変えることが可能であり、例えば、下流端 10B 側に向かって吸引量を多くしていくことにより、脱水流路 10 内での繊維分散液が上流端 10A 側に向かって逆流するのを防ぐことができる。

[0015] 脱水流路 10 内を繊維分散液が渦巻くことなく流れるとき、すなわち、層流をなして流れるとき、その流速は側壁 14 に近づくほど下がる。従って、繊維分散液中に分散された繊維にはせん断力が作用する。このせん断力の作用で、繊維は流動方向に沿って引き伸ばされるとともに、繊維方向が流動方向と一致するように配向する。

したがって、脱水流路 10 内を上流端 10A から下流端 10B に向かうように繊維分散液を流したときには、M 方向に繊維が配向した繊維ウェブが抄紙網 20 上に堆積する。

[0016] 繊維が M 方向に配向した繊維ウェブを安定的に抄紙網 20 上に堆積させるには、脱水流路 10 内で繊維分散液が安定した層流を形成するようにすればよい。つまり、レイノルズ数ができるだけ小さくなるように脱水流路 10 を設計すればよい。

レイノルズ数を下げるひとつの手段は、脱水流路 10 の流路幅 W、すなわち 2 つの側壁 14 間の間隔を狭くすることである。層流はレイノルズ数が 2

300以下のとき形成されることが知られているので、例えば繊維分散液の粘性係数が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、流速が 0.4 m/s の場合であれば、流路幅 W を 5 cm 以下とすることが好ましい。

脱水流路10内における繊維分散液の流速の目安として、上流端10Aにおける平均流速、すなわち、脱水流路10に導入される繊維分散液の体積流量を、上流端10Aにおける繊維分散液流の断面積で除算した値を用いてもよい。

[0017] 脱水流路10の流路幅 W を小さくしたとき、前述のメカニズムによって流動方向に引き伸ばされ、配向する繊維の割合が増加する。側壁14に近づくほど、繊維分散液の流速が側壁14までの距離に依存して大きく変化するからである。

得られる繊維ウェブの幅を広げるために脱水流路10の幅 W を広げる場合には、それに伴うレイノルズ数の増加が相殺されるように、繊維分散液の粘性係数と流速のいずれか一方または両方を変化させることが望ましい。繊維分散液の粘性係数を高くするほど、また、流速を低下させるほど、レイノルズ数は低下する。

[0018] 脱水流路10に一定の体積流量で繊維分散液を導入する場合、脱水流路10の上流端10Aにおける水深 D が大きいほど、脱水流路10内における繊維分散液の流速は低くなる。このことは、レイノルズ数の上昇を避けながら、繊維ウェブの製造効率を上げるうえで、脱水流路10の上流端Aにおける水深 D を大きくすることが有利であることを意味する。

例えば、脱水流路10の上流端10Aにおける水深 D と流路幅 W との比率(D/W)は、2以上、3以上、5以上、10以上、15以上、20以上、30以上などであり得る。

[0019] 脱水流路10の流路長 L を大きくし過ぎることなく上流端10Aにおける十分な水深 D を確保するために、脱水流路10の底面12の勾配角 θ は、好ましくは 5° 以上、より好ましくは 10° 以上、更に好ましくは 15° 以上であり、 20° 以上、更には 25° 以上であってもよい。

勾配角 θ が大き過ぎるとき、脱水流路10内の繊維分散液の流れを底面12の近傍において定常的にM方向と平行、つまり、上流端10A側から下流端10Bに向かう方向に保つことが難しくなる傾向がある。従って、脱水流路10の底面12の勾配角 θ は、例えば 45° 以下であり、 40° 以下、更には 35° 以下であってもよい。

[0020] 脱水流路10内における局所的な乱流の発生は可能な限り抑制すべきである。そのための手段として、例えば、図4に断面を示すように、底面12と隣接する部分において側壁14の内面を流路の内側に湾曲させることができる。

[0021] 脱水流路の流路幅を広げ、より幅広の繊維ウェブの形成を可能とするために、脱水流路内に整流板を設置することができる。

脱水流路内に整流板を設置した繊維ウェブ形成装置の一例を図5および図6に示す。

図5および図6を参照すると、脱水流路10内に垂直整流板17が設置されている。垂直整流板17は、主面（大面積表面）が垂直であり、主面の法線がT方向と平行である。T方向は前述の通り、水平であり、かつ、M方向に垂直である。

図5および図6では垂直整流板17の支持手段の図示を省略しているが、垂直整流板の適宜な方法で支持することができる。例えば、複数のロッドを2つの側壁14の間に架け渡し、その複数のロッドによって各垂直整流板17を支持することができる。垂直整流板17のばたつきを抑えるために、垂直整流板17同士をT方向に延びるロッドで互いに固定してもよい。

[0022] 垂直整流板17の長さは、好ましくは、脱水流路10の流路長Lと略同じである。垂直整流板17の下端と脱水流路10の底面12との間には隙間が設けられる。この隙間は、M方向に沿って一定であることが好ましい。この隙間は、底面12上に堆積させるべき繊維ウェブの厚さ以下とならない範囲内において、狭い程好ましく、20mm以下、更には10mm以下、更には5mm以下、更には3mm以下であり得る。

垂直整流板 17 は、樹脂、金属、合金、ガラス、セラミックスまたはこれらの組合せからなり、整流板として必要な剛性が確保できるだけの厚さを有する。脱水流路 10 の容量や繊維分散液の流速に応じて、垂直整流板 17 に要求される剛性は異なる。必要な剛性が確保される限りにおいて、垂直整流板 17 の板厚は小さい方が望ましい。該板厚は、好ましくは 10 mm 以下、より好ましくは 5 mm 以下、更に好ましくは 3 mm 以下である。

[0023] 垂直整流板 17 の上端の位置は、脱水流路 10 を開水路とする場合には、水面と同じか水面より上であることが好ましい。言い換えれば、脱水流路 10 内における繊維分散液の流れは、底面 12 の近傍を除き、垂直整流板 17 によって複数に分割されることが好ましい。

一例では、図 7 に示すように天井板 18 を配置して脱水流路 10 を閉水路とすることができ、その場合には、垂直整流板 17 の上端を天井板 18 と隙間なくつなげることが好ましい。脱水流路 10 を閉水路とするときは、天井板 18 の下に水面が形成されないように、繊維分散液の水位が設定される。

[0024] 側壁 14 と垂直整流板 17 の間隔 S11、および、垂直整流板 17 同士の間隔 S12 は、層流が形成されるようにレイノルズ数を下げる観点から、例えば繊維分散液の粘性係数が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、流速が 0.4 m/s の場合であれば、5 cm 以下であることが好ましい。間隔 S11 と間隔 S12 は等しいことが好ましく、また、どの 2 つの隣り合う垂直整流板 17 の間においても間隔 S12 が同じであることが好ましい。

[0025] 側壁 14 と垂直整流板 17 の間の空間を繊維分散液が層流をなして流れるとき、その流速は側壁 14 または垂直整流板 17 に近づくほど下がるので、繊維分散液中に分散された繊維にはせん断力が作用する。このせん断力の作用で、繊維は流動方向に沿って引き伸ばされるとともに、繊維方向が流動方向と一致するように配向する。

垂直整流板 17 同士の間隔を繊維分散液が層流をなして流れるときも同様のことがいえる。

[0026] 繊維分散液の流速は、側壁 14 に近づくほど側壁 14 までの距離に依存し

て大きく変化し、また、垂直整流板 17 に近づくほど垂直整流板 17 までの距離に依存して大きく変化する。従って、間隔 S 11 および間隔 S 12 を小さくする程、より多くの繊維が上記メカニズムによって引き伸ばされ、流動方向に配向することになる。

このことから、間隔 S 11 および間隔 S 12 は小さい方が有利であり、4 cm 以下、更には 3 cm 以下、更には 2 cm 以下、更には 1 cm 以下とし得る。

[0027] 垂直整流板 17 には厚さがあるので、垂直整流板 17 の下端を基準として上流側と下流側とを比べると、上流側の方が脱水流路 10 の実効断面積が小さい。ここで、垂直整流板 17 の下端とは、脱水流路 10 の底面 12 と向かい合う末端のことをいう。

そのため、垂直整流板 17 の下端よりも下流側では、上流側に比べて、繊維分散液の流速が小さい。言い換えれば、垂直整流板 17 の下端のすぐ下流側には、繊維分散液の流速が低下する領域（以下では「流速低下領域」とも呼ぶ）が形成される。

[0028] 繊維分散液の流速が低下するとき、繊維が流動方向に配向した状態が乱される。そこで、流速低下領域における流速低下の度合を小さくするために、間隔 S 11 および間隔 S 12 は、それぞれ、垂直整流板 17 の厚さと同等以上とすることが好ましく、2 倍以上とすることがより好ましく、3 倍以上とすることが更に好ましい。垂直整流板 17 の厚さに対する間隔 S 11 の比率や間隔 S 12 の比率が大きい程、垂直整流板 17 の下端に対し上流側と下流側の、脱水流路 10 の実効断面積の差が小さいからである。

[0029] 好ましい例において、流速低下領域における流速の急激な低下を避けるために、図 8 に示すように、垂直整流板 17 の下端にテーパを付けてもよい。更に、乱流が発生し難くなるように、テーパが付いた部分の表面を曲面としてもよい。

その他、垂直整流板 17 は、上流側の末端に繊維が引っ掛かり難くなるように、図 9 に示すように上流側の末端の角を丸めてもよい。

[0030] 脱水流路内に整流板を設置した繊維ウェブ形成装置の他の一例を図 10 および図 11 に示す。

図 10 および図 11 を参照すると、脱水流路 10 には天井板 18 と水平整流板 19 が設置されている。天井板 18 と水平整流板 19 は主面（大面積表面）が水平であり、主面の法線が鉛直線である。

天井板 18 と水平整流板 19 は、いずれも、T 方向の端部を側壁 14 に固定することによって支持され得る。

天井板 18 を設ける場合には、閉水路が形成されるように、換言すれば天井板 18 の下に水面が形成されないように、繊維分散液の水位が設定される。天井板 18 の設置は省略することもできる。

[0031] 天井板 18 は、樹脂、金属、合金、ガラス、セラミックスまたはこれらの組合せからなり、水路壁として必要な剛性が確保できるだけの厚さを有する。

水平整流板 19 は、樹脂、金属、合金、またはこれらの組合せからなり、整流板として必要な剛性が確保できるだけの厚さを有する。脱水流路 10 の容量や繊維分散液の流速に応じて、天井板 18 と水平整流板 19 に要求される剛性は異なる。必要な剛性が確保される限りにおいて、水平整流板 19 の板厚は小さい方が望ましい。該板厚は、好ましくは 10 mm 以下、より好ましくは 5 mm 以下、更に好ましくは 3 mm 以下である。天井板 18 の厚さは水平整流板 19 と同じであり得るが、限定するものではない。

[0032] 天井板 18 および水平整流板 19 の上流側の末端は、脱水流路 10 の上流端 10A に位置する。

天井板 18 の下流側の末端と脱水流路 10 の底面 12 との間、および、水平整流板 19 の下流側の末端と脱水流路 10 の底面 12 との間には、隙間が設けられる。この隙間は、底面 12 上に堆積させるべき繊維ウェブの厚さ以下とならない範囲内において、狭い程好ましく、20 mm 以下、更には 10 mm 以下、更には 5 mm 以下、更には 3 mm 以下であり得る。要するに、脱水流路 10 内における繊維分散液の流れは、底面 12 の近傍を除き、垂直整

流板 17 によって複数に分割されることが好ましい。

[0033] 天井板 18 と水平整流板 19 の間隔 S21、および、水平整流板 19 同士の間隔 S22 は、層流が形成されるようにレイノルズ数を下げる観点から、例えば繊維分散液の粘性係数が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、流速が 0.4 m/s の場合であれば、 5 cm 以下であることが好ましい。間隔 S21 と間隔 S22 は等しいことが好ましく、また、どの 2 つの隣り合う水平整流板 19 の間においても間隔 S22 は同じであることが好ましい。

[0034] 天井板 18 と水平整流板 19 の間を繊維分散液が層流をなして流れるとき、その流速は天井板 18 または水平整流板 19 に近づくほど下がるので、繊維分散液中に分散された繊維にはせん断力が作用する。このせん断力の作用で、繊維は流動方向に沿って引き伸ばされるとともに、繊維方向が流動方向と一致するように配向する。

水平整流板 19 同士の間を繊維分散液が層流をなして流れるときも、同様のことがいえる。

[0035] 繊維分散液の流速は、天井板 18 に近づくほど天井板 18 までの距離に依存して大きく変化し、また、水平整流板 19 に近づくほど水平整流板 19 までの距離に依存して大きく変化する。従って、天井板 18 と水平整流板 19 の間の間隔 S21 および水平整流板 19 同士の間隔 S22 を小さくする程、より多くの繊維が上記メカニズムによって引き伸ばされ、流動方向に配向することになる。

このことから、間隔 S21 および間隔 S22 は小さい方が有利であり、 4 cm 以下、更には 3 cm 以下、更には 2 cm 以下、更には 1 cm 以下とし得る。

[0036] 脱水流路 10 の底面 12 の近傍では天井板 18 と水平整流板 19 が終端するので、脱水流路 10 の実効断面積が増加する。それによって形成される流速低下領域における流速低下の度合を小さくするために、間隔 S21 および間隔 S22 は、それぞれ、水平整流板 19 の厚さと同等以上とすることが好ましく、2 倍以上とすることがより好ましく、3 倍以上とすることが更に好

ましい。

[0037] 水平整流板 19 は、図 12 に示すように、上流側の末端に繊維が引っ掛かり難くするために、上流側の末端の角を丸めてもよく、また、流速低下領域における流速の急激な低下を避けるために、下流側の末端にテーパーを付けてもよい。下流側の末端については、乱流が発生し難くなるように、テーパーが付いた部分の表面を曲面としてもよい。

一例においては、前述の垂直整流板と水平整流板とを組み合わせ脱水流路 10 内を更に細分化し、層流の形成とそれによる繊維の配向を促進させることができる。

[0038] 繊維ウェブを形成するとき、脱水流路 10 の底面 12 を構成する抄紙網 20 の走行速度と、脱水流路 10 の上流端 10A における繊維分散液の平均流速との差を大きくし過ぎないことが、脱水流路 10 内における乱流の発生を防止するうえで有利である。

更に、抄紙網 20 の走行速度を繊維分散液の平均流速よりも僅かに速くすることが、抄紙網 20 上に形成される繊維ウェブ中の繊維を M 方向に沿って配向させるうえで有利である。

そのため、抄紙網 20 の走行速度は、好ましくは前記平均流速の 0.8 ~ 2.2 倍であり、より好ましくは 1.1 ~ 1.9 倍、更に好ましくは 1.4 ~ 1.6 倍である。

[0039] ここで、脱水流路 10 の上流端 10A における繊維分散液の平均流速とは、前述の通り、脱水流路 10 に導入される繊維分散液の体積流量を、上流端 10A における繊維分散液流の断面積で除算した値をいう。

生産効率の観点から、抄紙網 20 の走行速度は好ましくは 1 m/min 以上であり、繊維分散液が乱流とならない範囲内で、3 ~ 5 m/min、5 ~ 10 m/min、10 ~ 20 m/min、20 ~ 40 m/min、40 ~ 80 m/min などとしてもよい。

[0040] 繊維ウェブの材料に用い得る繊維の例は、炭素繊維、無機繊維、金属繊維およびアラミド繊維を含むが、これらに限定されない。

炭素繊維は、炭素繊維廃棄物または炭素繊維コンポジット廃棄物からリサイクルされたものを含んでもよい。

炭素繊維、無機繊維、金属繊維およびアラミド繊維から選ばれる繊維と、熱可塑性樹脂繊維とを併用してもよい。熱可塑性樹脂繊維の好適例はエンジニアリングプラスチックのような耐熱性熱可塑性樹脂からなる繊維であり、例えばポリカーボネート、ポリアミド、ポリエステル、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリエーテルエーテルケトンまたはポリフェニレンサルファイドからなる繊維である。

[0041] 繊維分散液は、水を分散媒に用いて繊維を分散させた分散液である。繊維分散液は、例えば、粘剤の水溶液に分散剤と繊維を加えて得られる原液を、水で希釈することにより調製することができる。ただし、繊維分散液の調製方法はこれに限定されない。

繊維分散液が含有する繊維の繊維長は、好ましくは100mm以下、より好ましくは75mm以下、更に好ましくは50mm以下である。加えて、繊維分散液が含有する繊維は、繊維長3mm以上の成分を含むことが好ましく、繊維長12mm以上の成分を含むことがより好ましく、その95wt%以上が繊維長を12～50mmの範囲内に有することが更に好ましい。

繊維長が12mm以上の短繊維は、前述の方法により配向させ易く、また、配向した状態が比較的安定である。ただし、繊維長が50mmを超える繊維の含有量が多くなると、繊維同士の絡まり合いが発生し易くなる。繊維同士の絡まり合いは繊維ウェブの外観と品質の少なくともいずれかを悪化させる。繊維同士の絡まり合いの程度によっては、繊維分散液をリザーバーに向けて送り出すポンプの詰まりが引き起こされることもある。

[0042] 粘剤には、ポリエチレンオキシド、ポリアクリルアミドなどの水溶性ポリマーを成分とする一般的な抄紙用粘剤を用いることができる。

粘剤の水溶液における粘剤濃度は、調製すべき繊維分散液の粘度に応じて決定すればよく、特に限定されないが、例えば0.3wt%程度とすること

ができる。

本発明者が炭素繊維を用いた実験で見出したところによれば、使用する粘剤によってはスネークポンプ内で炭素繊維分散液から細かい泡が多量に発生するために消泡剤の併用が必須であったが、ポリアクリルアミドを成分とする粘剤を用いた炭素繊維分散液には消泡剤を添加する必要がなかった。

スネークポンプ内で発生する細かい泡は消え難く、炭素繊維の表面に付着してその動きを邪魔するという、好ましくない働きをする。

[0043] 分散剤は例えば界面活性剤であり、繊維の水への分散性を改善するために用いられる。

一例では、原液における繊維含有量を約 0.1 wt % とし、これを希釈して繊維含有量 0.03 wt % の繊維分散液を得ることができる。

[0044] 図 1 に示す繊維ウェブ形成装置 1 を用いた配向繊維ウェブ製造装置の一例を図 1 3 に示す。

図 1 3 を参照すると、配向繊維ウェブ製造装置は、繊維ウェブ形成装置 1 と乾燥機 2 とを備えている。繊維ウェブ形成装置 1 で形成された繊維ウェブは、従来公知の手段でフェルト（図示せず）に転写された後、乾燥機 2 に送られて乾燥される。乾燥後の繊維ウェブは、例えば、ロール（図示せず）の上に巻き取られる。リザーバーに繊維分散液を供給するシステムの図示は省略している。

[0045] 実施形態に係る配向繊維ウェブ製造方法に用い得る配向繊維ウェブ製造装置の他の例を図 1 4 に示す。

図 1 4 に示す配向繊維ウェブ製造装置では、繊維分散液がリザーバー 3 0 から導入路 4 0 を介して脱水流路 1 0 に供給されるように繊維ウェブ形成装置 1 が構成されている。この点を除いて、図 1 4 に示す配向繊維ウェブ製造装置の基本的な構成は、図 1 3 に示すものと同じである。図 1 4 においても、リザーバーに繊維分散液を供給するシステムの図示は省略している。

導入路 4 0 は、脱水流路 1 0 の上流端 1 0 A に結合される流路であり、開水路であってもよいし閉水路であってもよい。脱水流路 1 0 が閉水路である

ときは、導入路40も閉水路であることが好ましいが、限定するものではない。

[0046] 脱水流路10と導入路40の境界（継目）において、脱水流路10と導入路40の水平幅および深さをそれぞれ同等とすることが、上流端10A近傍で脱水流路10内に乱流を発生し難くするうえで有利である。

具体的には、脱水流路10と導入路40の境界に隣接する部分における脱水流路10の水平幅および深さは、それぞれ、前記境界に隣接する部分における導入路40のその0.9～1.1倍であることが好ましく、0.9～1倍であることがより好ましく、0.95～1倍であることが更に好ましい。

[0047] 一例では、導入路40内においても繊維分散液中の繊維を流れ方向、すなわちリザーバー30から脱水流路10に向かう方向に配向させることができる。

導入路40内において繊維分散液中の繊維を流れ方向に配向させるには、導入路40の少なくとも前記脱水流路10との境界を含む部分、好ましくは導入路40の全域において、導入路40内の繊維分散液の流れを層流とする。繊維分散液が層流を形成するとき、流路壁に近づくほど流速が小さくなるので、繊維分散液に分散された繊維にせん断力が作用する。その結果、繊維が流動方向に引き伸ばされ、流動方向に配向する。

繊維分散液の流速を下げることは、レイノルズ数を小さくする方向に作用するので、層流の形成にとって有利である一方、繊維ウェブの生産性を低下させる方向にも働く。そのため、繊維分散液の流速を下げずに、層流の形成を促す工夫も求められる。

[0048] 前述の例のように、脱水流路10内に垂直整流板を設置する場合には、その垂直整流板の上流側の末端が導入路40内に位置するように、垂直整流板を導入路40内まで延長することが好ましい。

同様に、脱水流路10内に水平整流板を設置する場合には、その水平整流板の上流側の末端が導入路40内に位置するように、水平整流板を導入路4

0 内まで延長することが好ましい。

[0049] 乱流の発生を抑えるためには、流路壁の表面が平坦な方が有利である。従って、導入路40の内面の表面粗さ R_z は、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以下である。

導入路においても、脱水流路と同じく、底面と隣接する部分において側壁の内面を流路の内側に湾曲させることは、乱流の発生を防止するうえで有利である。

[0050] 上流側から下流側に向かって流速が減少する部分を導入路に形成しないことも、乱流の発生を防止するうえで望ましい。上流側から下流側に向かって流速が減少する部分とは、流路の断面積が増加する部分であり、具体的には、流路の幅と深さのいずれか一方または両方が増加する部分である。

反対に、上流側から下流側に向かって流速が増加する部分を導入路に設けることは、繊維分散液中の繊維の流動方向に沿った配向を促進するうえで有利である。かかる部分では繊維が流動方向に引っ張られるからである。

[0051] 好ましい一例においては、繊維ウェブ形成装置と乾燥機の間を搬送される湿った繊維ウェブを、フェルトから剥がしたうえでMD方向に延伸させてもよい。このように延伸させることで、繊維ウェブを構成する繊維をより強くMD方向に配向させることができる。

ここで繊維ウェブのMD方向とは、当該繊維ウェブが抄紙網上で形成された時点においてM方向と平行であった方向をいう。同様に、繊維ウェブが抄紙網上で形成された時点においてT方向と平行であった方向は、繊維ウェブのTD方向という。

繊維ウェブ形成装置と乾燥機の間を搬送される繊維ウェブにおいては、搬送方向がMD方向に等しい。

[0052] 湿った繊維ウェブは、乾燥後とは違って千切れにくく、長さが元の2倍以上となるまでMD方向に延伸させることが可能である。その理由は、水的作用によって、繊維間に毛細管引力が働くとともに、繊維間の摩擦が小さくなるためと推定される。

[0053] 変形実施形態においては、一旦乾燥した後の繊維ウェブを液体で再度湿ら

せてからMD方向に延伸させてもよい。

液体は、繊維間に毛細管引力を発生させ、かつ、繊維間の摩擦を小さくする作用を有していれば、どんなものでもよい。液体の具体例には、水、有機溶媒、および、水と有機溶媒の混合物が含まれる。液体には溶質が溶けていてもよいし、微粒子が懸濁していてもよく、あるいは、その両方であってもよい。例えば、繊維ウェブが炭素繊維からなる場合、液体は炭素繊維用のサイジング剤を分散させた懸濁液であってもよい。

延伸後に繊維ウェブは再び乾燥される。

[0054] 実施形態に係る製造方法で製造される配向繊維ウェブの用途に特段の限定はない。

強化材用の繊維を原料に用いて製造される配向繊維ウェブを、熱硬化性樹脂組成物で含浸させることにより、熱硬化性プリプレグを得ることができる。熱硬化性プリプレグはFRP（繊維強化プラスチック）製品を製造するときに中間材料として使用される。

強化材用の繊維を原料に用いて製造される配向繊維ウェブを、熱可塑性樹脂組成物で含浸させることにより熱可塑性プリプレグを得ることができる。熱可塑性プリプレグはFRTP（繊維強化熱可塑性プラスチック）製品を製造するときに中間材料として使用される。

[0055] 一例では、強化材用の繊維とマトリクス樹脂用の熱可塑性樹脂繊維とを原料に用いて、これらの繊維が混合された配向繊維ウェブを、実施形態に係る製造方法で製造することができる。この配向繊維ウェブは、加圧下で熱可塑性樹脂繊維が融解する温度まで加熱すると、熱可塑性樹脂繊維が融解し、熱可塑性樹脂からなるマトリクスと強化材用の繊維とからなるFRTPを与える。

[0056] 2. その他の実施形態

前記1.において、繊維ウェブを構成する繊維の配向を強めるための、下記（1）および（2）の技法について記した。

（1）湿式法で形成した繊維ウェブを、乾燥させる前に、湿った状態のまま

延伸させ、延伸後に乾燥させる技法。

(2) 乾燥した繊維ウェブを液体で湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させ、延伸の後で再び乾燥させる技法。

[0057] これら2つの技法は、前述の繊維ウェブ形成装置1を使用しないで形成した繊維ウェブに適用した場合であっても、該繊維ウェブを構成する繊維を配向させる効果、あるいは、該繊維ウェブを構成する繊維の配向を強める効果を奏し得る。

これら2つの技法を用いる場合、繊維ウェブが含有する繊維の繊維長は、好ましくは100mm以下、より好ましくは75mm以下、更に好ましくは50mm以下である。加えて、該繊維ウェブが含有する繊維は、繊維長3mm以上の成分を含むことが好ましく、繊維長12mm以上の成分を含むことがより好ましく、その95wt%以上が繊維長を12～50mmの範囲内に有することが更に好ましい。

[0058] 3. 実施形態のまとめ

本発明の好ましい実施形態には以下が含まれるが、限定するものではない。

[実施形態1] 繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、(i) 抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を準備すること、および、(ii) 前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させながら、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入することを含み、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有し、前記脱水流路で前記繊維分散液が前記上流端から前記下流端に向かう方向に流れながら脱水されることにより繊維ウェブが形成される、製造方法。

[実施形態2] 前記上り勾配が5°以上、10°以上、15°以上、20°以上、または25°以上である、実施形態1に係る製造方法。

[実施形態3] 前記上り勾配が45°以下、40°以下、または35°以下

である、実施形態 2 に係る製造方法。

〔実施形態 4〕前記脱水流路の上流端における水深 D と前記脱水流路の流路幅 W の比率 D/W が 2 以上、3 以上、5 以上、10 以上、15 以上、20 以上、または 30 以上である、実施形態 1～3 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 5〕前記脱水流路内に整流板を設置する、実施形態 1～3 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 6〕前記整流板は、上流側の末端の角が丸められている、実施形態 5 に係る製造方法。

〔実施形態 7〕前記整流板が垂直整流板である、実施形態 5 または 6 に係る製造方法。

〔実施形態 8〕前記垂直整流板の下端にテーパが付けられている、実施形態 7 に係る製造方法。

〔実施形態 9〕前記垂直整流板の下端と前記脱水流路の底面の間の隙間が 20 mm 以下、10 mm 以下、5 mm 以下、または 3 mm 以下である、実施形態 7 または 8 に係る製造方法。

〔実施形態 10〕複数の前記垂直整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記垂直整流板の厚さが互いに同じであり、かつ、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する 2 枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも前記垂直整流板の厚さと同等以上、2 倍以上、または 3 倍以上である、実施形態 7～9 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 11〕複数の前記垂直整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する 2 枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも、4 cm 以下、3 cm 以下、2 cm 以下、または 1 cm 以下である、実施形態 7～10 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 12〕前記整流板が水平整流板である、実施形態 5 または 6 に係る製造方法。

〔実施形態 1 3〕前記水平整流板の下流側の末端にテーパーが付けられている、実施形態 1 2 に係る製造方法。

〔実施形態 1 4〕前記水平整流板の下流側の末端と前記脱水流路の底面の間の隙間が 2 0 m m 以下、1 0 m m 以下、5 m m 以下、または 3 m m 以下である、実施形態 1 2 または 1 3 に係る製造方法。

〔実施形態 1 5〕複数の前記水平整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記水平整流板の厚さが互いに同じであり、かつ、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する 2 枚の間隔が前記水平整流板の厚さと同等以上、2 倍以上、または 3 倍以上である、実施形態 1 2 ～ 1 4 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 1 6〕複数の前記水平整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する 2 枚の間隔が、4 c m 以下、3 c m 以下、2 c m 以下、または 1 c m 以下である、実施形態 1 2 ～ 1 5 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 1 7〕前記脱水流路に天井板を設置する、実施形態 1 ～ 1 6 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 1 8〕前記脱水流路が閉水路となるように前記繊維分散液の水位が設定される、実施形態 1 7 に係る製造方法。

〔実施形態 1 9〕前記底面と隣接する部分において前記側壁の内面が内側に湾曲している、実施形態 1 ～ 1 8 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 2 0〕前記脱水流路における前記抄紙網の走行速度が、前記脱水流路の上流端における前記繊維分散液の平均流速の 0. 8 ～ 2. 2 倍であり、好ましくは 1. 1 ～ 1. 9 倍であり、より好ましくは 1. 4 ～ 1. 6 倍である、実施形態 1 ～ 1 9 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 2 1〕前記脱水流路の前記上流端に導入路が結合され、前記導入路を通して前記脱水流路に前記繊維分散液が供給される、実施形態 1 ～ 2 0 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 2 2〕前記脱水流路と前記導入路との境界に隣接する部分におけ

る前記脱水流路の水平幅および深さが、それぞれ、前記境界に隣接する部分における前記導入路のその0.9～1.1倍、好ましくは0.9～1倍、より好ましくは0.95～1倍である、実施形態21に係る製造方法。

〔実施形態23〕前記導入路内において前記繊維分散液中の繊維が流れ方向に配向する、実施形態21または22に係る製造方法。

〔実施形態24〕前記繊維分散液が含む繊維の繊維長が100mm以下、好ましくは75mm以下、より好ましくは50mm以下である、実施形態1～23のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態25〕前記繊維が、繊維長3mm以上の成分を含み、好ましくは繊維長12mm以上の成分を含む、実施形態24に係る製造方法。

〔実施形態26〕前記繊維の95wt%以上が繊維長を12～50mmの範囲内に有する、実施形態24に係る製造方法。

〔実施形態27〕前記繊維が、炭素繊維、無機繊維、金属繊維およびアラミド繊維から選ばれる1種以上の繊維を含む、実施形態24～26のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態28〕前記繊維が炭素繊維を含み、かつ、前記繊維分散液がポリアクリルアミドを含む、実施形態27に係る製造方法。

〔実施形態29〕前記繊維分散液が粘剤を含み、更に、必要に応じて界面活性剤を含む、実施形態1～27のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態30〕前記繊維が更に熱可塑性樹脂繊維を含む、実施形態27または28に係る製造方法。

〔実施形態31〕更に、前記繊維ウェブを乾燥させることを含む、実施形態1～30のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態32〕前記乾燥の前に、前記繊維ウェブを湿った状態のまま延伸させることを含む、実施形態31に係る製造方法。

〔実施形態33〕前記乾燥の後に前記繊維ウェブを液体で再度湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを再度乾燥させることと、を含む実施形態31に係る製造方法。

〔実施形態３４〕抄紙網の表面である底面と、互いに平行な２つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を備え、前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させつつ、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入し、前記脱水流路内を前記上流端から前記下流端に向かう方向に流しながら脱水させることができ、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有している、繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態３５〕前記上り勾配が 5° 以上、 10° 以上、 15° 以上、 20° 以上、または 25° 以上である、実施形態３４に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態３６〕前記上り勾配が 45° 以下、 40° 以下、または 35° 以下である、実施形態３５に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態３７〕前記脱水流路の上流端における水深 D と前記脱水流路の流路幅 W の比率 D/W が２以上、３以上、５以上、 10 以上、 15 以上、 20 以上、または 30 以上である、実施形態３４～３６のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態３８〕前記脱水流路内に設置された整流板を有する、実施形態３４～３６のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態３９〕前記整流板は、上流側の末端の角が丸められている、実施形態３８に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態４０〕前記整流板が垂直整流板である、実施形態３８または３９に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態４１〕前記垂直整流板の下端にテーパが付けられている、実施形態４０に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態４２〕前記垂直整流板の下端と前記脱水流路の底面の間の隙間が 20 mm 以下、 10 mm 以下、 5 mm 以下、または 3 mm 以下である、実施形態４０または４１に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態４３〕複数の前記垂直整流板を有し、その複数の前記垂直整流板

の厚さが互いに同じであり、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも前記垂直整流板の厚さと同等以上、2倍以上、または3倍以上である、実施形態40～42のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態44〕複数の前記垂直整流板を有し、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも、4cm以下、3cm以下、2cm以下、または1cm以下である、実施形態40～43のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態45〕前記整流板が水平整流板である、実施形態38または39に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態46〕前記水平整流板の下流側の末端にテーパーが付けられている、実施形態45に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態47〕前記水平整流板の下流側の末端と前記脱水流路の底面の間の隙間が20mm以下、10mm以下、5mm以下、または3mm以下である、実施形態45または46に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態48〕複数の前記水平整流板を有し、その複数の前記水平整流板の厚さが互いに同じであり、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔が、前記水平整流板の厚さと同等以上、2倍以上、または3倍以上である、実施形態45～47のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態49〕複数の前記水平整流板を有し、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔が、4cm以下、3cm以下、2cm以下、または1cm以下である、実施形態45～47のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態50〕前記脱水流路に設置された天井板を有する、実施形態34～49のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態51〕前記底面と隣接する部分において前記側壁の内面が内側に湾曲している、実施形態34～50のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態 5 2〕前記脱水流路の前記上流端に結合された導入路を更に有し、前記導入路を通して前記脱水流路に前記繊維分散液を供給するようにした、実施形態 3 4～5 1 のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態 5 3〕前記脱水流路と前記導入路との境界に隣接する部分における前記脱水流路の水平幅および深さが、それぞれ、前記境界に隣接する部分における前記導入路のその 0.9～1.1 倍、好ましくは 0.9～1 倍、より好ましくは 0.95～1 倍である、実施形態 5 2 に係る繊維ウェブ形成装置。

〔実施形態 5 4〕実施形態 3 4～5 3 のいずれかに係る繊維ウェブ形成装置と、前記繊維ウェブ形成装置で形成される繊維ウェブを乾燥させるための乾燥機と、を有する配向繊維ウェブ製造装置。

〔実施形態 5 5〕繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の前に前記繊維ウェブを湿った状態のまま延伸させることとを含む製造方法。

〔実施形態 5 6〕繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の後に繊維ウェブを液体で再度湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを再度乾燥させることとを含む製造方法。

〔実施形態 5 7〕繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、乾燥した繊維ウェブを液体で湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを乾燥させることとを含む製造方法。

〔実施形態 5 8〕前記配向繊維ウェブが含む繊維の繊維長が 100 mm 以下、好ましくは 75 mm 以下、より好ましくは 50 mm 以下である、実施形態 5 5～5 7 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 5 9〕前記配向繊維ウェブが含む繊維が、繊維長 3 mm 以上の成

分を含み、好ましくは繊維長 12 mm 以上の成分を含む、実施形態 58 に係る製造方法。

〔実施形態 60〕 前記配向繊維ウェブが含む繊維の 95 wt % 以上が繊維長を 12～50 mm の範囲内に有する、実施形態 59 に係る製造方法。

〔実施形態 61〕 前記配向繊維ウェブが、炭素繊維、無機繊維、金属繊維およびアラミド繊維から選ばれる 1 種以上の繊維を含む、実施形態 55～60 のいずれかに係る製造方法。

〔実施形態 62〕 前記配向繊維ウェブが更に熱可塑性樹脂繊維を含む、実施形態 61 に係る製造方法。

〔実施形態 63〕 実施形態 1～33 および 55～62 のいずれかに係る製造方法で配向繊維ウェブを製造することと、前記配向繊維ウェブを熱硬化性樹脂組成物または熱可塑性樹脂組成物で含浸させることと、を含むプリプレグの製造方法。

[0059] 4. 実験結果

以下に、本発明者等が行った実験の結果を記す。

[0060] 4. 1. 実験 1

長さ 25 mm にカットしたフィラメント数 15000 の炭素繊維束（三菱ケミカル社製 TR50S15L）からなる繊維マットを、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂およびスチレンを含む熱硬化性樹脂組成物で含浸させてなるシートモルディングコンパウンド（SMC）を準備した。この SMC を、電気炉を用いて、最初は酸素を含まない雰囲気下、次いで酸素を含む雰囲気下で加熱し、樹脂成分を分解除去することによって、綿状の再生炭素繊維を得た。

[0061] 分散剤と粘剤をそれぞれ水 1 L に対して 9 g および 3 g の割合で含有する水溶液に、該水溶液 1012 g に対して 9 g の割合で再生炭素繊維を投入し、超音波照射しながら攪拌した。このようにして得た原液に水を加えて 3 倍に希釈することにより、繊維分散液を調製した。

分散剤には明成化学社製メイカサーフ BP-25（エチレンオキサイド系

化合物とポリオキシアルキレンモノフェニルエーテルの水溶液)を使用した。粘剤には三菱ケミカル社製アクリプライマーGA1055L(アクリルアミド・アクリル酸共重合物のナトリウム塩)を使用した。

B型回転粘度計(ブルックフィールド製LVDV-1 Pri)を用いて、回転速度:100rpm、スピンドル:S61という条件で繊維分散液の粘性係数を測定したところ、 $0.02\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であった。

[0062] 図15に示す繊維ウェブ形成装置を用い、リザーバーに上方から前記繊維分散液を $9.3\text{ L}/\text{min}$ で供給しながら、 $3\text{ m}/\text{min}$ で走行する抄紙網の上に幅 2 cm の炭素繊維ウェブを連続的に堆積させた。繊維ウェブ形成装置において、脱水流路の流路幅は 2 cm 、脱水流路の底面の上り勾配角は 20° であった。繊維分散液を上記流量で供給したときの、脱水流路の上流端における繊維分散液の水深は 250 mm であった。従って、該上流端における繊維分散液の平均流速は、計算すると $1.9\text{ m}/\text{min}$ であった。

自然乾燥させた後で測定した炭素繊維ウェブの幅(TD方向の寸法)は 2 cm 、目付は $33\text{ g}/\text{m}^2$ であった。直径 5 mm のフラット測定子を取り付けたダイヤルゲージ(ミットヨ製ABSデジマチックインジケータID-CX)を用いて荷重 $500\text{ g}/\text{cm}^2$ で測定した厚さは 0.19 mm であり、この厚さと上記目付から嵩密度を計算すると $0.17\text{ g}/\text{cm}^3$ であった。

[0063] 4. 2. 実験2

実験1で作製した炭素繊維ウェブから切り出した、長さ 12 cm 、幅 2 cm の炭素繊維ウェブ細長片に、当該細長片と同重量の水を浸み込ませた後、該細長片を長さ方向(MD方向)に延伸させた。

図16に示すように、まず幅方向(TD方向)の一方側を伸ばしながら他方側に折り曲げ、次いで、該他方側を伸ばしながら真直ぐに戻すと、炭素繊維ウェブ細長片は千切れずに延伸した。延伸した部分はくびれて幅が狭くなった。

[0064] 長さ方向の両端付近を除く全ての部分で幅が約 5 mm となるように、上記の曲げ伸ばしを複数箇所で行ったところ、炭素繊維ウェブ細長片の長さは元

の約2倍となった。

自然乾燥させた後、炭素繊維ウェブ細長片の延伸した部分における目付と厚さを、実験1と同様の方法で測定したところ、目付が 58 g/m^2 、厚さが 0.13 mm であり、これらの値から嵩密度を計算すると 0.43 g/cm^3 であった。

[0065] 4. 3. 実験3

炭素繊維ウェブ細長片に浸み込ませる水の量を変化させたこと以外は実験2と同様にして、該細長片の延伸を試みたところ、次のような結果であった。

水の量を細長片の重量の4倍まで増加させても、実験2と同程度の容易さで延伸させることができた。

水の量が細長片の重量の8倍のときは、かなり柔らかくなり、曲げ伸ばしを丁寧に行わないと千切れる場合があったが、延伸させることは可能であった。

炭素繊維ウェブ細長片の上に、その重量の10倍の水を滴下したときは、その全量が浸み込まずに、むしろ、細長片が水に浸かったような状態となった。この状態で曲げ伸ばしをすると細長片が千切れてしまい、延伸は不可能であった。

[0066] 水の量が細長片の重量の半分のときは、あまり柔らかくならず、曲げ伸ばしを丁寧に行わないと千切れる場合があったが、延伸させることは可能であった。

水を全く浸み込ませないときは、曲げ伸ばしをすると細長片が千切れてしまい、延伸が不可能であった。

これらの結果は、水的作用によって炭素繊維間に毛細管引力が働くことと、水が繊維間の摩擦を小さくする潤滑剤として働くことを示している。炭素繊維ウェブ細長片に浸み込ませる水の量が多過ぎるときは、炭素繊維間に毛細管引力が働かなくなったために、曲げ伸ばしをしたときに、くびれずに千切れたと考えられる。

[0067] 4. 4. 実験4

実験1で作製した炭素繊維ウェブ（試料1）、実験2でMD方向に約2倍に延伸した延伸炭素繊維ウェブ（試料2）、および、フィラメント数15000のバージン炭素繊維束（三菱ケミカル社製TR50S15L；試料3）の、それぞれにおける炭素繊維の配向度をX線回折測定により評価した。

X線回折測定では、図17に示すように試料の一方面側にX線源、他方面側にX線検出器を配置し、試料を自身の厚さ方向に平行な回転軸を中心に回転させながら、試料が回転軸と交わる部位にX線を照射して、下記の測定条件にてグラファイト002回折線の強度を測定した。

[0068] （測定条件）

装置：EMPYREAN（Malvern Panalytical社製）

X線源：CuK α

X線出力：40mA、45kV

フォーカス：ポイントフォーカス

スリット：上流 縦2.0mm、横2.0mm

下流 縦2.0mm、横2.0mm

オートサンプラー使用

start angle 0°

end angle 359.6°

step size 0.4°

time per step 1秒

2 θ = 25.4°

[0069] X線回折測定の結果に基づいて、下記式（1）および（2）から各試料の配向度 f_a を算出した（Hermansの手法）。下記式（1）において、 $I(\phi)$ は試料の回転角度が ϕ のときのグラファイト002回折線の強度である。

[0070]

[数1]

$$a = \frac{\int_0^{2\pi} I(\phi) \cos^2 \phi d\phi}{\int_0^{2\pi} I(\phi) d\phi} \quad \dots (式1)$$

$$f_a = 2a - 1 \quad \dots (式2)$$

[0071] 配向度 f_a の算出にあたり、試料1と試料2についてはX線源、試料の回転軸およびX線検出器を含む平面が試料のMD方向に垂直なときの ϕ を 0° とし、試料3については同じ平面が試料の繊維方向に垂直なときの ϕ を 0° とした。配向度 f_a が取り得る値は -1 から 1 の範囲内であり、 ϕ が 0° のとき上記平面に直交する方向に繊維配向が偏っていると 1 に近づき、 ϕ が 0° のとき上記平面に平行な方向に繊維配向が偏っていると -1 に近づく。繊維配向のランダム性が高くなるにつれて配向度 f_a は 0 に近づく。

結果を下記表1にまとめて示す。

[0072] [表1]

	配向度 f_a
試料1	0.19
試料2	0.46
試料3	0.56

[0073] 試料3において、炭素繊維が試料の繊維方向と平行に配向していることは既知である。試料1および試料2における炭素繊維の配向度 f_a が試料3と同じく正であったことから、試料1および試料2において炭素繊維がMD方向に配向していることが確認された。

[0074] 試料3においては、炭素繊維が完全に一方向に配向しているといってもよい。それにも拘わらず試料3の配向度 f_a が 1 ではなく 0.56 となった理由は、よく知られているように、炭素繊維中におけるグラファイトの配向が完全ではないことによる。試料1および試料2における配向度 f_a を評価するに

あたっては、このことを考慮する必要がある。

試料3における配向度0.56を100%としたとき、試料1における配向度0.19は34%、試料2における配向度4.6は82%であり、どちらも十分に高いことが分かる。

[0075] 以上、本発明を具体的な実施形態に即して説明したが、各実施形態は例として提示されたものであり、本発明の範囲を限定するものではない。本明細書に記載された各実施形態は、発明の効果が奏される範囲内で、様々に変形することができ、かつ、実施可能な範囲内で、他の実施形態により説明された特徴と組み合わせることができる。

符号の説明

- [0076] 1 繊維ウェブ形成装置
- 2 乾燥機
- 10 脱水流路
- 10A 上流端
- 10B 下流端
- 12 底面
- 14 側壁
- 16 吸引ボックス
- 17 垂直整流板
- 18 天井板
- 19 水平整流板
- 20 抄紙網
- 30 リザーバー
- 40 導入路

請求の範囲

- [請求項1] 繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、(i) 抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を準備すること、および、(ii) 前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させながら、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入することを含み、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有し、前記脱水流路で前記繊維分散液が前記上流端から前記下流端に向かう方向に流れながら脱水されることにより繊維ウェブが形成される、製造方法。
- [請求項2] 前記上り勾配が 5° 以上、 10° 以上、 15° 以上、 20° 以上、または 25° 以上である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項3] 前記上り勾配が 45° 以下、 40° 以下、または 35° 以下である、請求項2に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記脱水流路の上流端における水深Dと前記脱水流路の流路幅Wの比率 D/W が2以上、3以上、5以上、10以上、15以上、20以上、または30以上である、請求項1～3のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項5] 前記脱水流路内に整流板を設置する、請求項1～3のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項6] 前記整流板は、上流側の末端の角が丸められている、請求項5に記載の製造方法。
- [請求項7] 前記整流板が垂直整流板である、請求項5または6に記載の製造方法。
- [請求項8] 前記垂直整流板の下端にテーパが付けられている、請求項7に記載の製造方法。
- [請求項9] 前記垂直整流板の下端と前記脱水流路の底面の間の隙間が20mm

以下、10 mm以下、5 mm以下、または3 mm以下である、請求項7または8に記載の製造方法。

[請求項10] 複数の前記垂直整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記垂直整流板の厚さが互いに同じであり、かつ、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも前記垂直整流板の厚さと同等以上、2倍以上、または3倍以上である、請求項7～9のいずれかに記載の製造方法。

[請求項11] 複数の前記垂直整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも、4 cm以下、3 cm以下、2 cm以下、または1 cm以下である、請求項7～10のいずれかに記載の製造方法。

[請求項12] 前記整流板が水平整流板である、請求項5または6に記載の製造方法。

[請求項13] 前記水平整流板の下流側の末端にテーパが付けられている、請求項12に記載の製造方法。

[請求項14] 前記水平整流板の下流側の末端と前記脱水流路の底面の間隙が20 mm以下、10 mm以下、5 mm以下、または3 mm以下である、請求項12または13に記載の製造方法。

[請求項15] 複数の前記水平整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記水平整流板の厚さが互いに同じであり、かつ、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔が前記水平整流板の厚さと同等以上、2倍以上、または3倍以上である、請求項12～14のいずれかに記載の製造方法。

[請求項16] 複数の前記水平整流板を前記脱水流路内に設置するものであり、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔が、4 cm以下、3 cm以下、2 cm以下、または1 cm以下である、請求項1

2～15のいずれかに記載の製造方法。

- [請求項17] 前記脱水流路に天井板を設置する、請求項1～16のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項18] 前記脱水流路が閉水路となるように前記繊維分散液の水位が設定される、請求項17に記載の製造方法。
- [請求項19] 前記底面と隣接する部分において前記側壁の内面が内側に湾曲している、請求項1～18のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項20] 前記脱水流路における前記抄紙網の走行速度が、前記脱水流路の上流端における前記繊維分散液の平均流速の0.8～2.2倍である、請求項1～19のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項21] 前記脱水流路の前記上流端に導入路が結合され、前記導入路を通して前記脱水流路に前記繊維分散液が供給される、請求項1～20のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項22] 前記脱水流路と前記導入路との境界に隣接する部分における前記脱水流路の水平幅および深さが、それぞれ、前記境界に隣接する部分における前記導入路のその0.9～1.1倍である、請求項21に記載の製造方法。
- [請求項23] 前記導入路内において前記繊維分散液中の繊維が流れ方向に配向する、請求項21または22に記載の製造方法。
- [請求項24] 前記繊維分散液が含む繊維の繊維長が100mm以下である、請求項1～23のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項25] 前記繊維が、繊維長3mm以上の成分を含む、請求項24に記載の製造方法。
- [請求項26] 前記繊維の95wt%以上が繊維長を12～50mmの範囲内に有する、請求項24に記載の製造方法。
- [請求項27] 前記繊維が、炭素繊維、無機繊維、金属繊維およびアラミド繊維から選ばれる1種以上の繊維を含む、請求項24～26のいずれかに記載の製造方法。

- [請求項28] 前記繊維が炭素繊維を含み、かつ、前記繊維分散液がポリアクリルアミドを含む、請求項27に記載の製造方法。
- [請求項29] 前記繊維分散液が粘剤を含み、更に、必要に応じて界面活性剤を含む、請求項1～27のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項30] 前記繊維が更に熱可塑性樹脂繊維を含む、請求項27または28に係る製造方法。
- [請求項31] 更に、前記繊維ウェブを乾燥させることを含む、請求項1～30のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項32] 前記乾燥の前に、前記繊維ウェブを湿った状態のまま延伸させることを含む、請求項31に記載の製造方法。
- [請求項33] 前記乾燥の後に前記繊維ウェブを液体で再度湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを再度乾燥させることと、を含む請求項31に記載の製造方法。
- [請求項34] 抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を備え、前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させつつ、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入し、前記脱水流路内を前記上流端から前記下流端に向かう方向に流しながら脱水させることができ、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有している、繊維ウェブ形成装置。
- [請求項35] 前記上り勾配が 5° 以上、 10° 以上、 15° 以上、 20° 以上、または 25° 以上である、請求項34に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項36] 前記上り勾配が 45° 以下、 40° 以下、または 35° 以下である、請求項35に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項37] 前記脱水流路の上流端における水深Dと前記脱水流路の流路幅Wの比率 D/W が2以上、3以上、5以上、10以上、15以上、20以上、または30以上である、請求項34～36のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。

- [請求項38] 前記脱水流路内に設置された整流板を有する、請求項34～36のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項39] 前記整流板は、上流側の末端の角が丸められている、請求項38に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項40] 前記整流板が垂直整流板である、請求項38または39に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項41] 前記垂直整流板の下端にテーパーが付けられている、請求項40に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項42] 前記垂直整流板の下端と前記脱水流路の底面の間の隙間が20mm以下、10mm以下、5mm以下、または3mm以下である、請求項40または41に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項43] 複数の前記垂直整流板を有し、その複数の前記垂直整流板の厚さが互いに同じであり、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも前記垂直整流板の厚さと同等以上、2倍以上、または3倍以上である、請求項40～42のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項44] 複数の前記垂直整流板を有し、その複数の前記垂直整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔、および、前記側壁とそれに最も近い前記垂直整流板の間隔が、いずれも、4cm以下、3cm以下、2cm以下、または1cm以下である、請求項40～43のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項45] 前記整流板が水平整流板である、請求項38または39に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項46] 前記水平整流板の下流側の末端にテーパーが付けられている、請求項45に記載の繊維ウェブ形成装置。
- [請求項47] 前記水平整流板の下流側の末端と前記脱水流路の底面の間の隙間が20mm以下、10mm以下、5mm以下、または3mm以下である

、請求項45または46に記載の繊維ウェブ形成装置。

[請求項48] 複数の前記水平整流板を有し、その複数の前記水平整流板の厚さが互いに同じであり、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔が、前記水平整流板の厚さと同等以上、2倍以上、または3倍以上である、請求項45～47のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。

[請求項49] 複数の前記水平整流板を有し、その複数の前記水平整流板のうち任意の隣接する2枚の間隔が、4cm以下、3cm以下、2cm以下、または1cm以下である、請求項45～47のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。

[請求項50] 前記脱水流路に設置された天井板を有する、請求項34～49のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。

[請求項51] 前記底面と隣接する部分において前記側壁の内面が内側に湾曲している、請求項34～50のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。

[請求項52] 前記脱水流路の前記上流端に結合された導入路を更に有し、前記導入路を通して前記脱水流路に前記繊維分散液を供給するようにした、請求項34～51のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置。

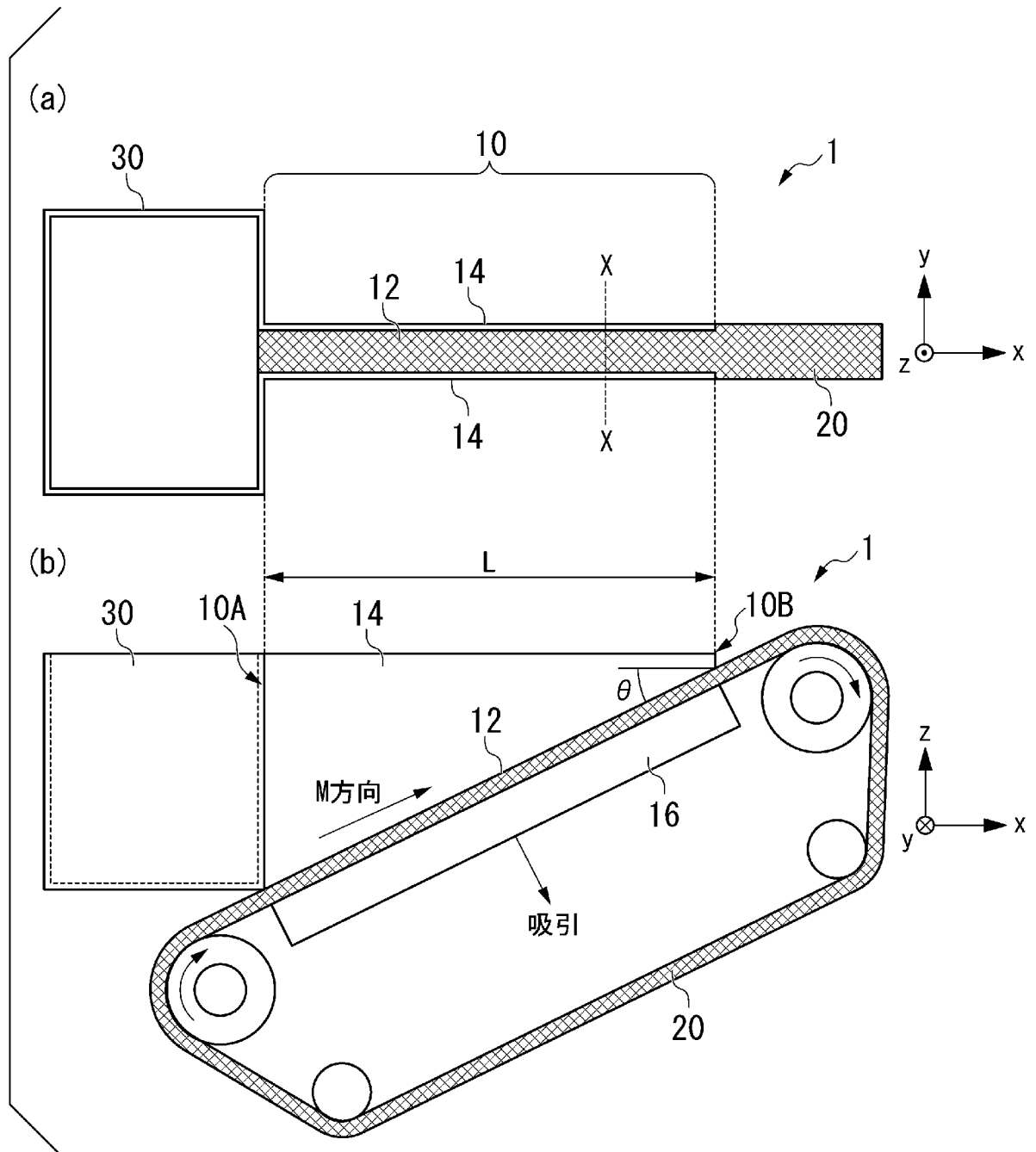
[請求項53] 前記脱水流路と前記導入路との境界に隣接する部分における前記脱水流路の水平幅および深さが、それぞれ、前記境界に隣接する部分における前記導入路のその0.9～1.1倍である、請求項52に記載の繊維ウェブ形成装置。

[請求項54] 請求項34～53のいずれかに記載の繊維ウェブ形成装置と、前記繊維ウェブ形成装置で形成される繊維ウェブを乾燥させるための乾燥機と、を有する配向繊維ウェブ製造装置。

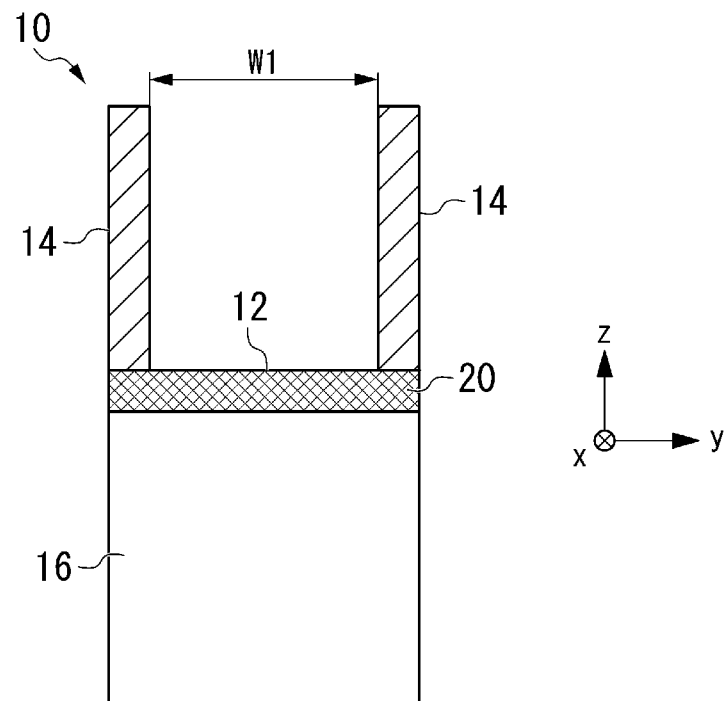
[請求項55] 繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の前に前記繊維ウェブを湿った状態のまま延伸させることとを含む製造方法。

- [請求項56] 繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の後に繊維ウェブを液体で再度湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを再度乾燥させることとを含む製造方法。
- [請求項57] 繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、乾燥した繊維ウェブを液体で湿らせたうえ、湿った状態のまま延伸させることと、前記延伸の後に前記繊維ウェブを乾燥させることとを含む製造方法。
- [請求項58] 前記配向繊維ウェブが含む繊維の繊維長が100mm以下である、請求項55～57のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項59] 前記配向繊維ウェブが含む繊維が、繊維長3mm以上の成分を含む、請求項58に記載の製造方法。
- [請求項60] 前記配向繊維ウェブが含む繊維の95wt%以上が繊維長を12～50mmの範囲内に有する、請求項59に記載の製造方法。
- [請求項61] 前記配向繊維ウェブが、炭素繊維、無機繊維、金属繊維およびアラミド繊維から選ばれる1種以上の繊維を含む、請求項55～60のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項62] 前記配向繊維ウェブが更に熱可塑性樹脂繊維を含む、請求項61に記載の製造方法。
- [請求項63] 請求項1～33および55～62のいずれかに記載の製造方法で配向繊維ウェブを製造することと、前記配向繊維ウェブを熱硬化性樹脂組成物または熱可塑性樹脂組成物で含浸させることと、を含むブリブレグの製造方法。

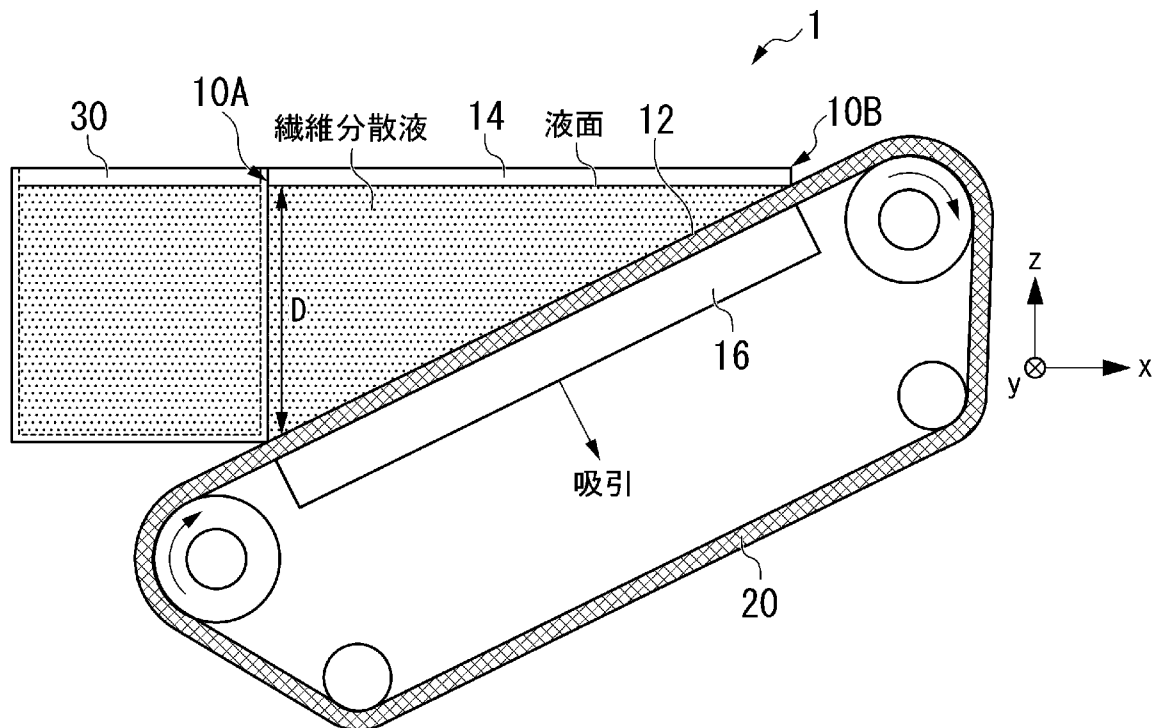
[図1]



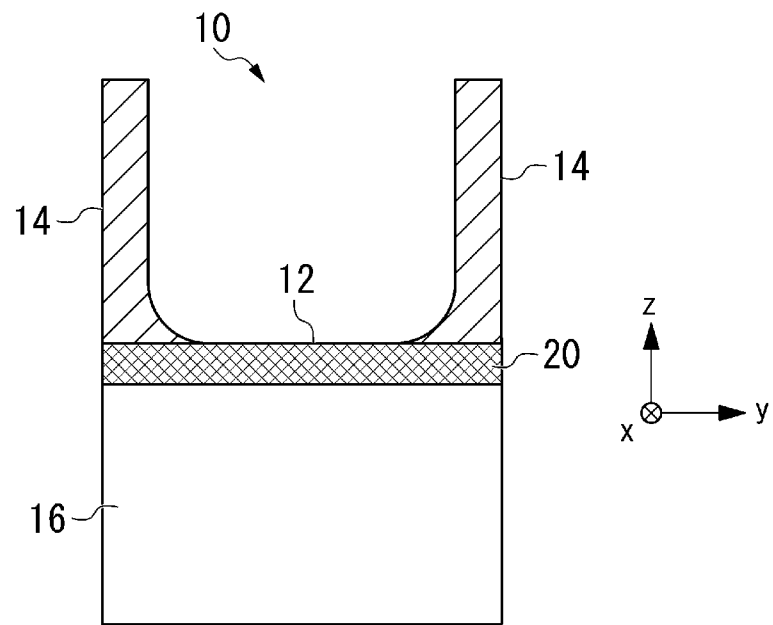
[図2]



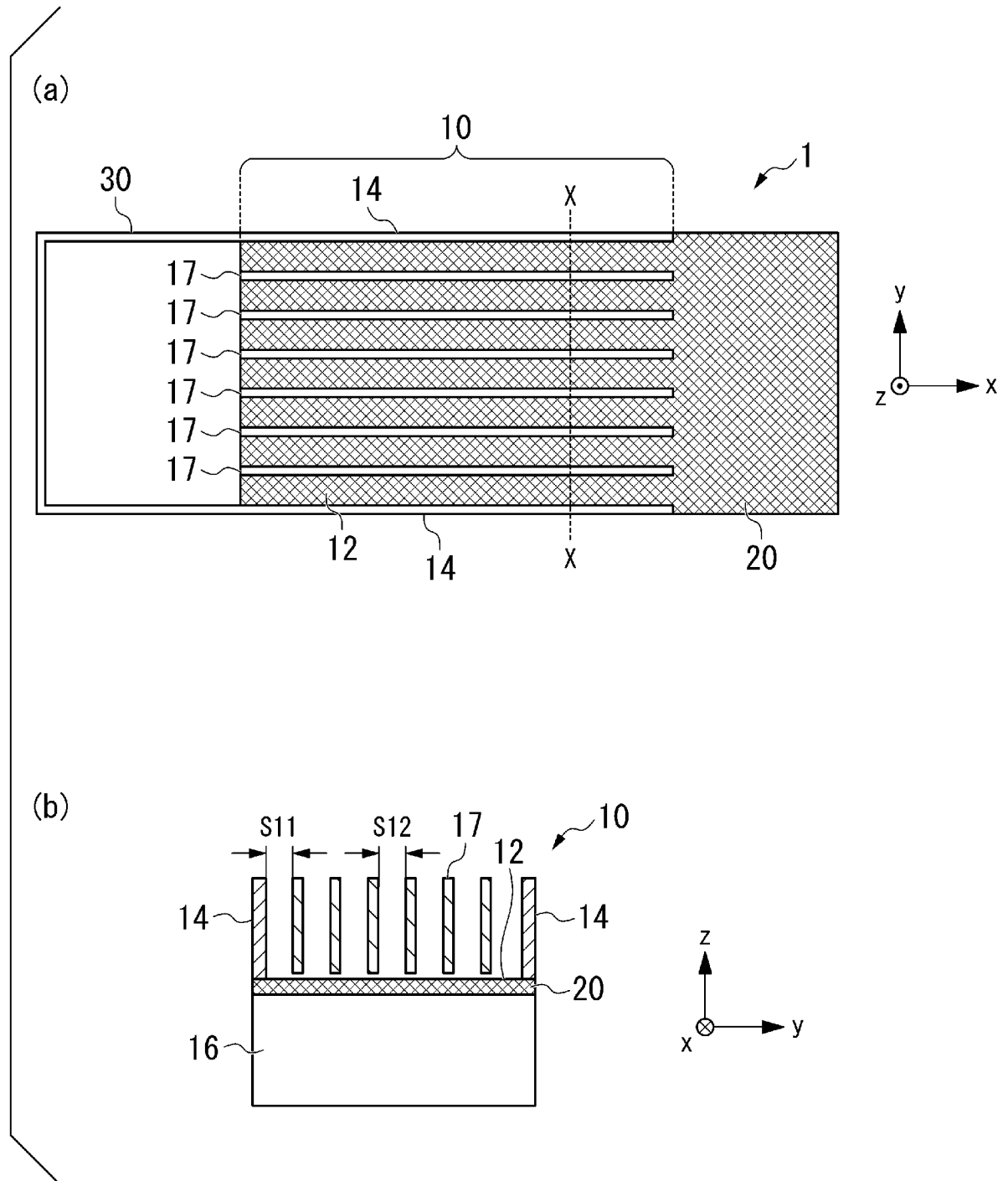
[図3]



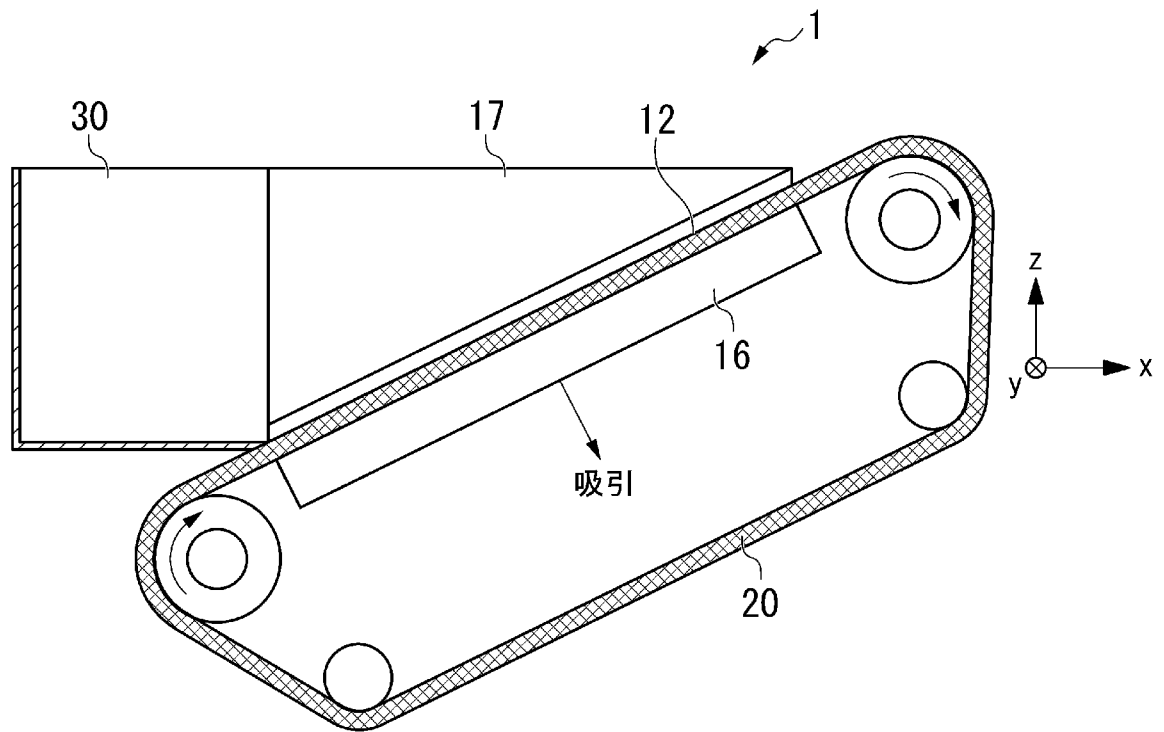
[図4]



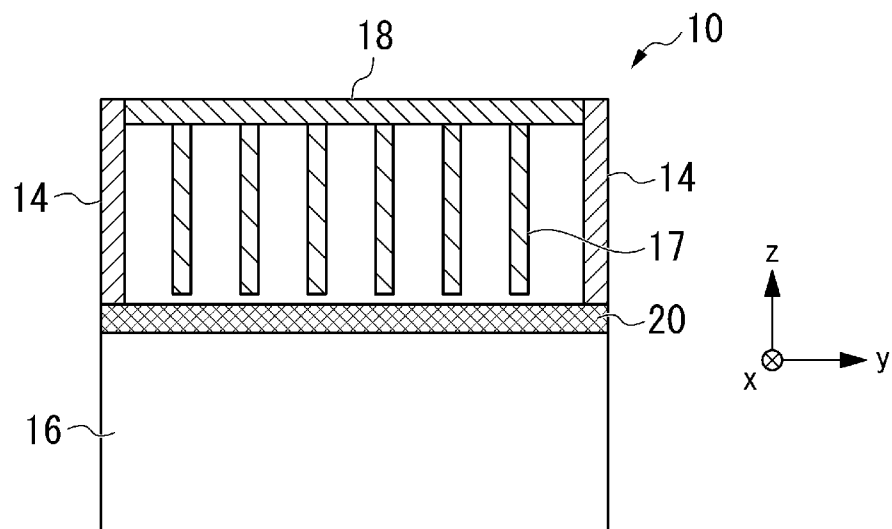
[図5]



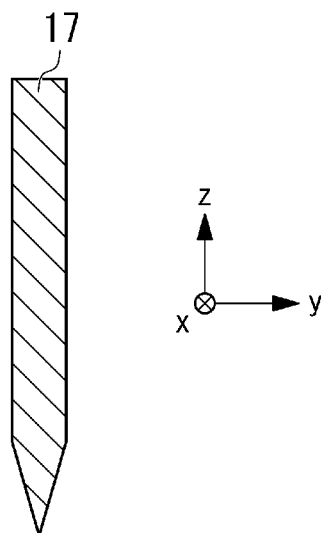
[図6]



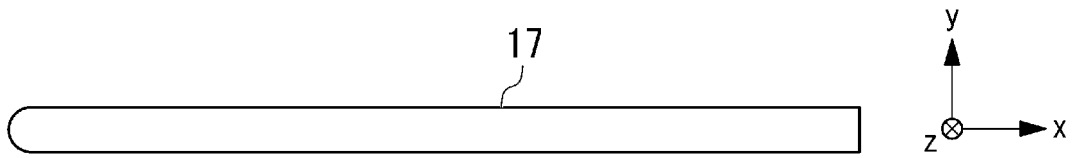
[図7]



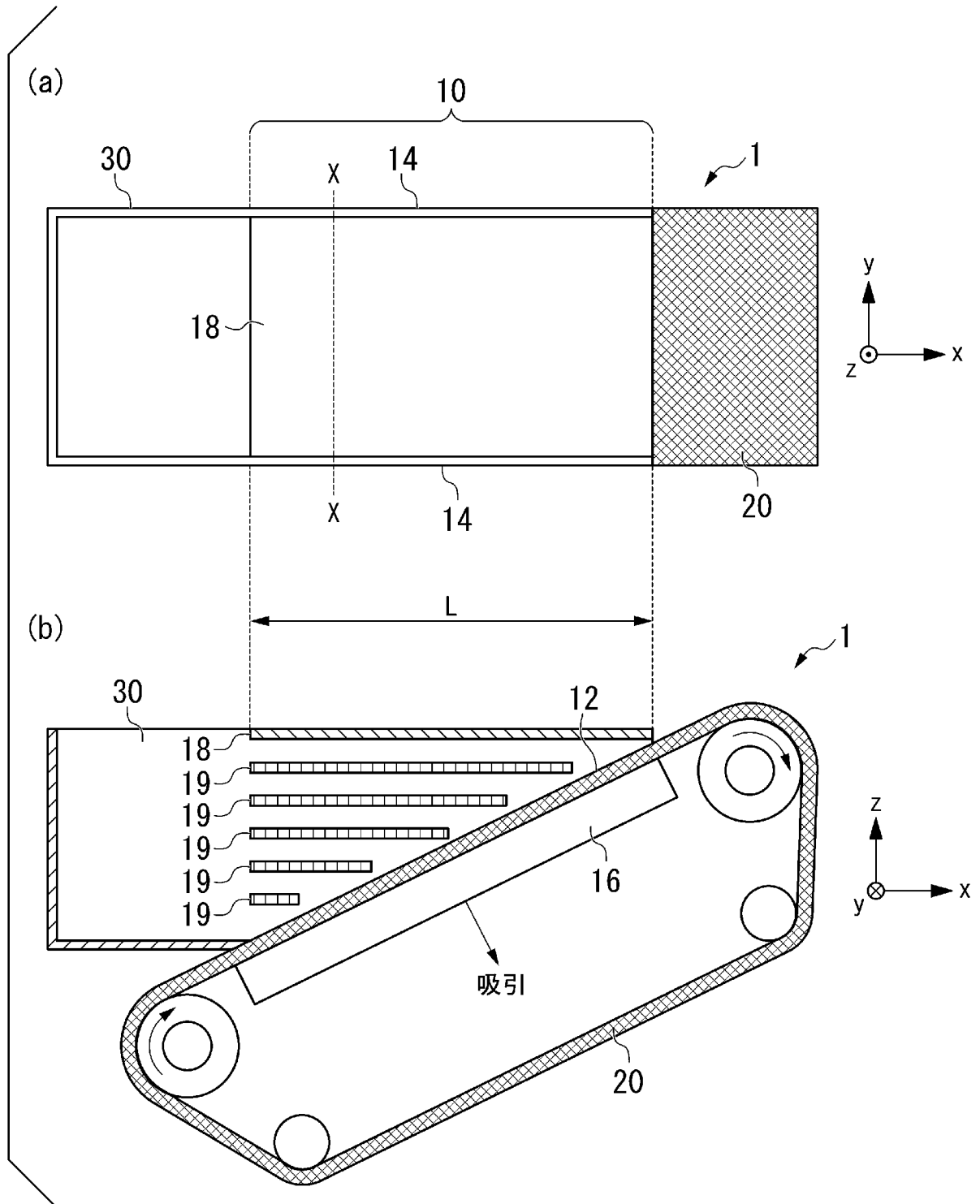
[図8]



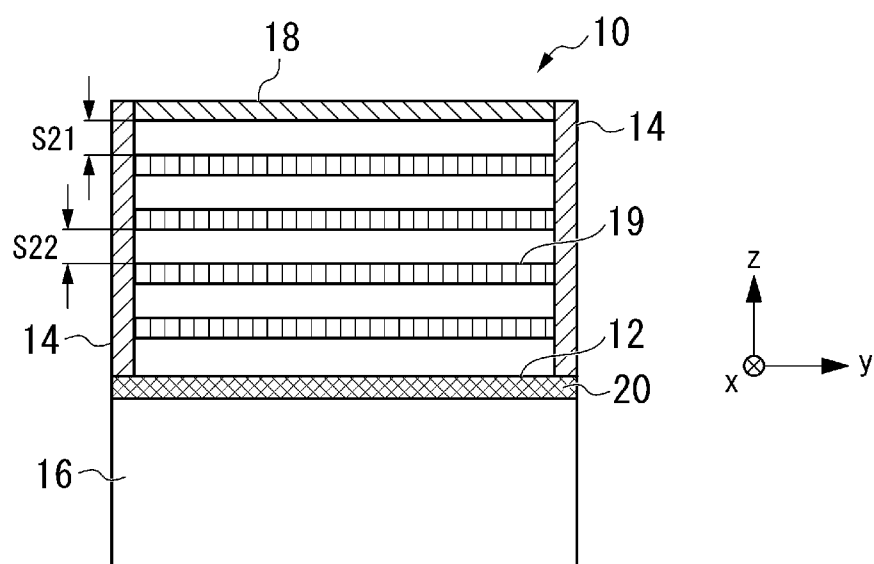
[図9]



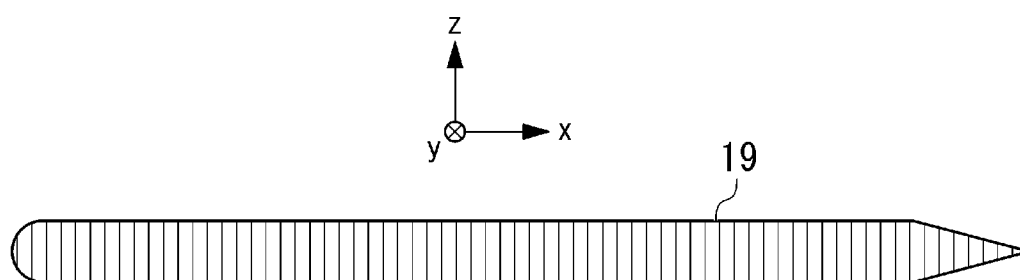
[図10]



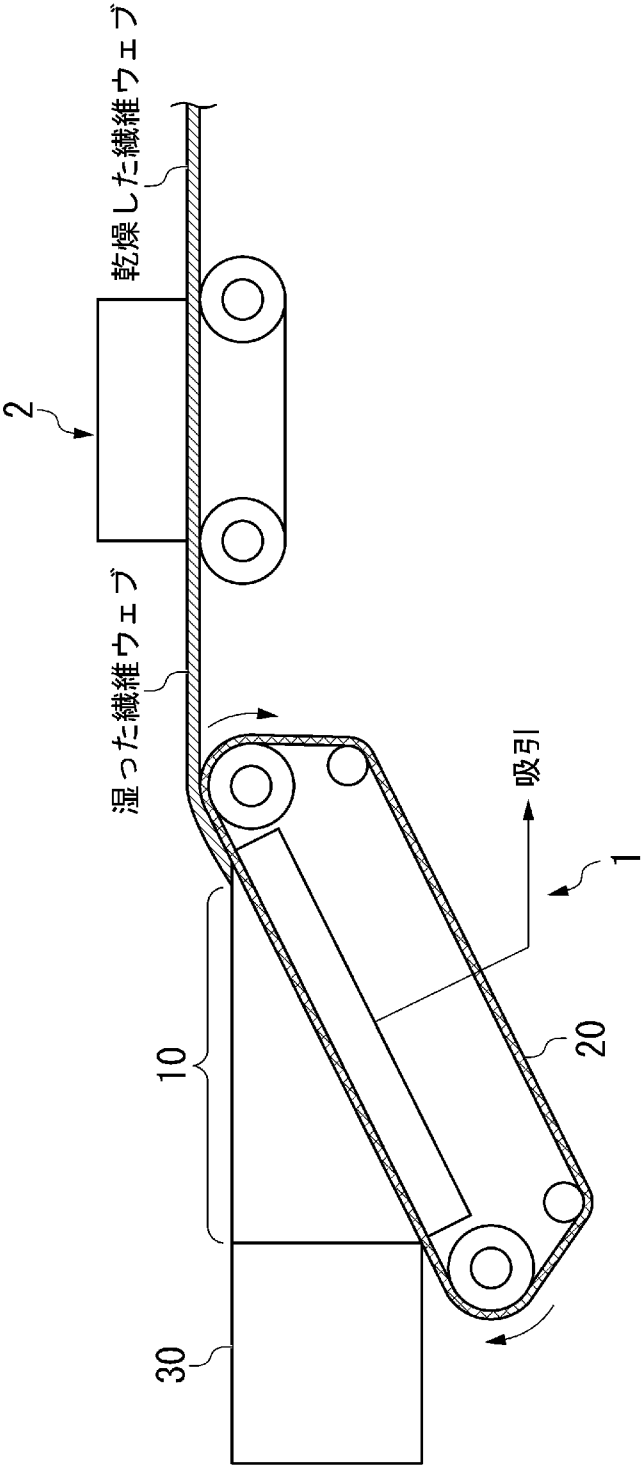
[図11]



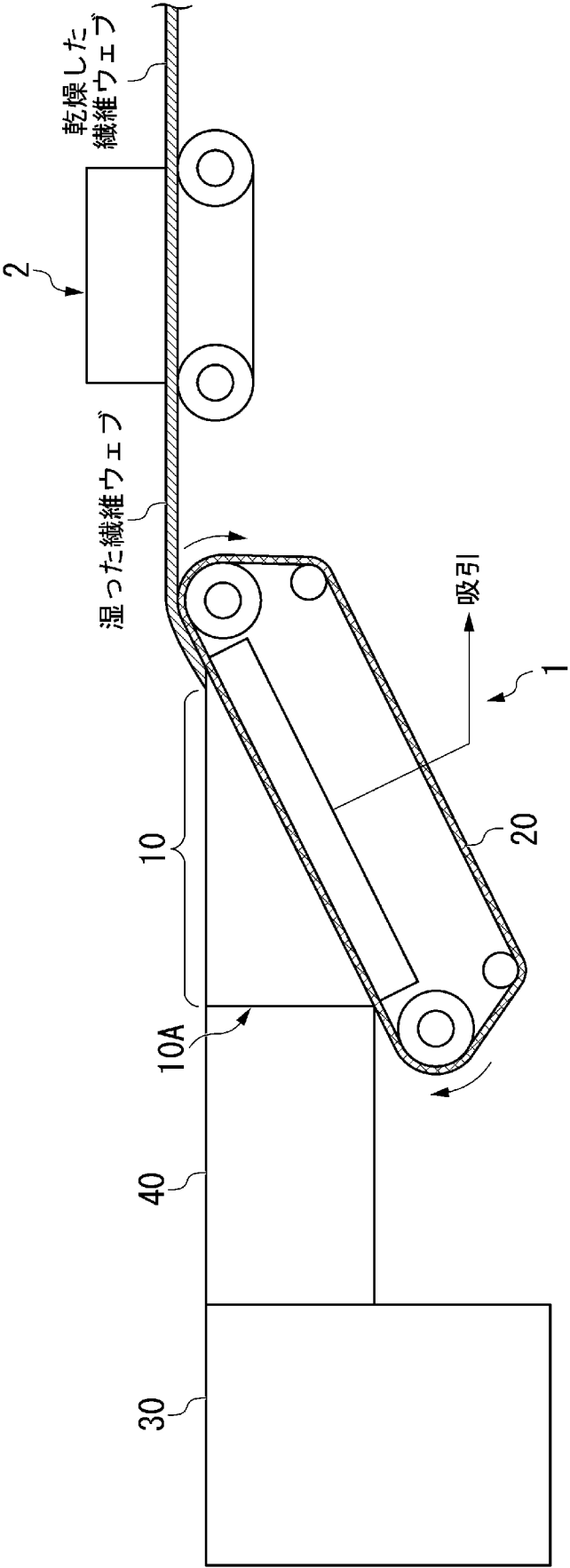
[図12]



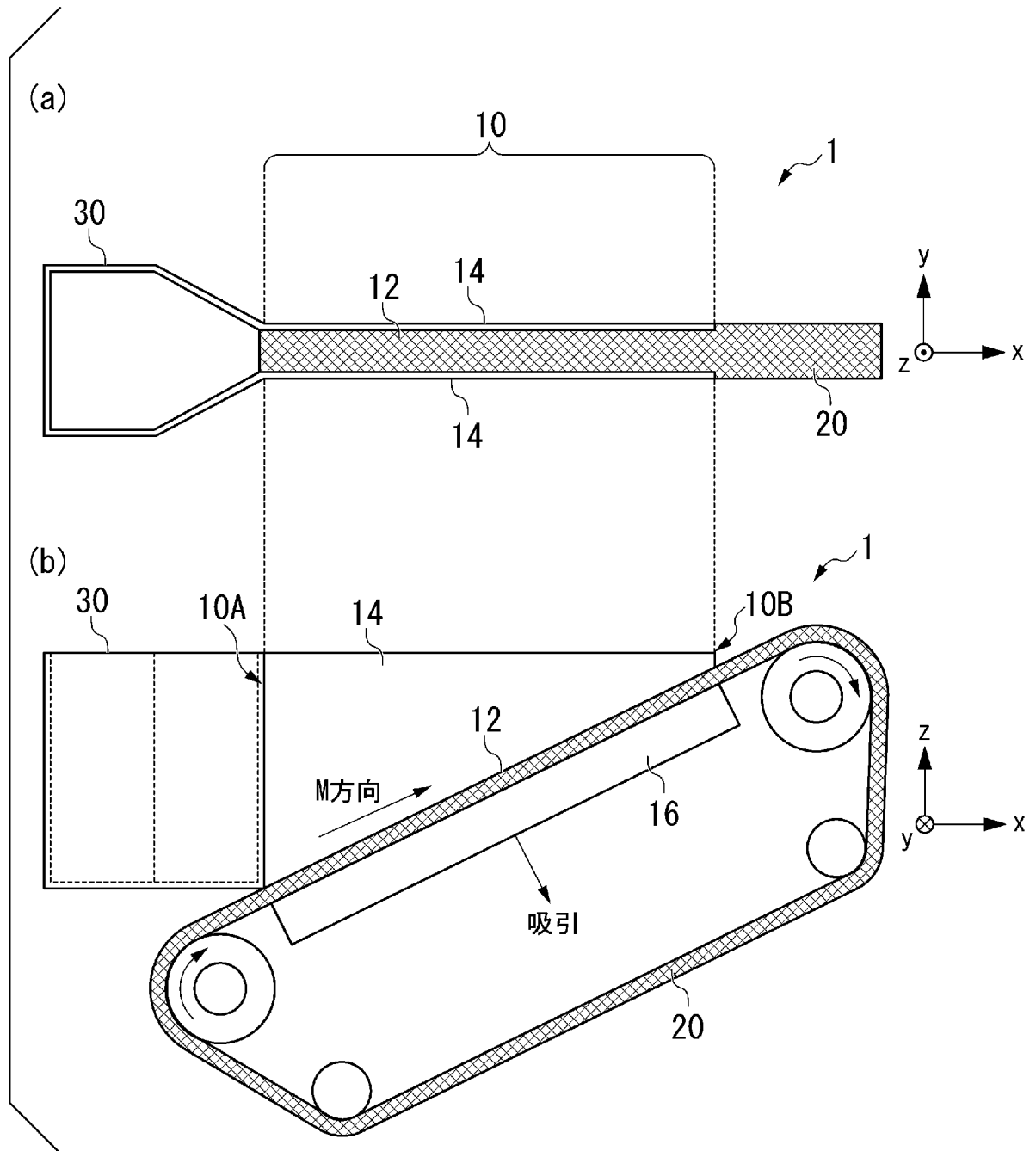
[図13]



[図14]

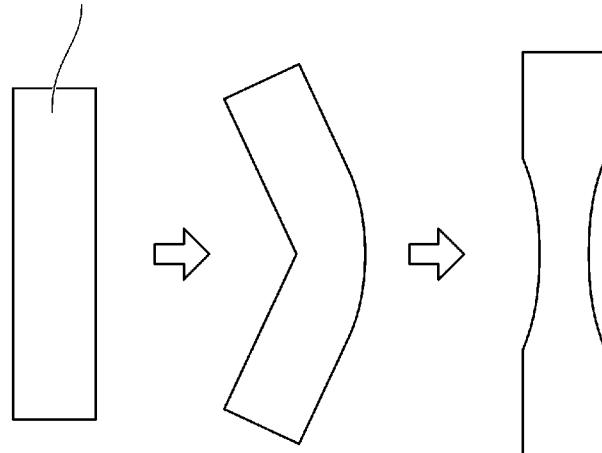


[図15]

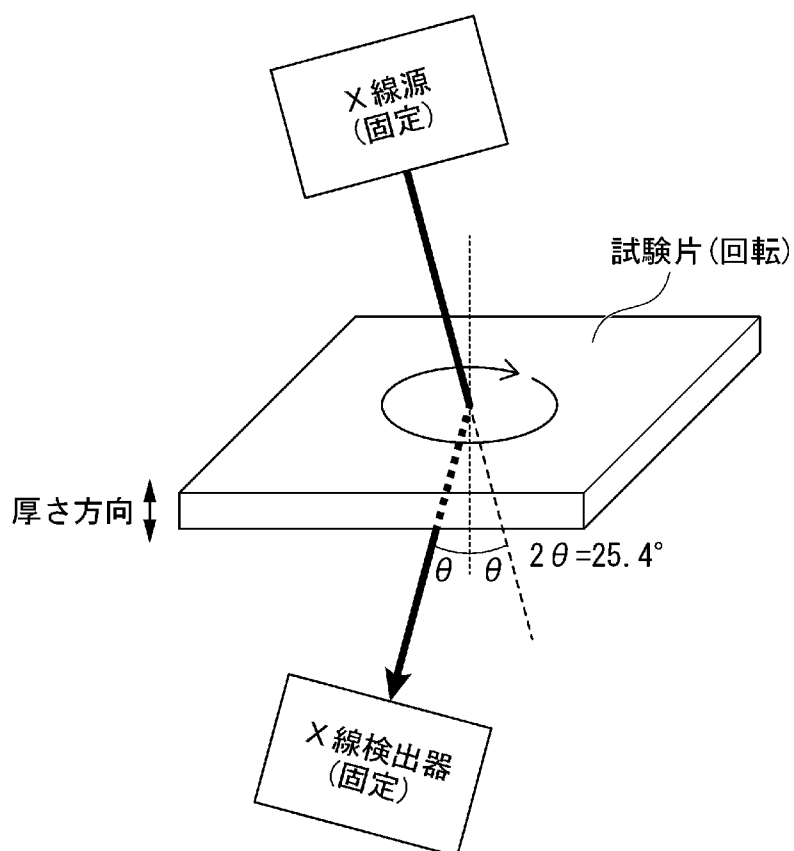


[図16]

炭素繊維ウェブ細長片



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/021094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**D21F 1/24**(2006.01)i; **D21F 1/56**(2006.01)i; **D21H 13/50**(2006.01)i

FI: D21F1/24; D21F1/56; D21H13/50

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)

D21F1/24; D21F1/56; D21H13/50

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	US 6066235 A (E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY) 23 May 2000 (2000-05-23) claims, fig. 1, 2, columns 2-4	1-3, 21, 24-31, 34-36, 52, 54, 63
A	claims, fig. 1, 2, columns 2-4	4-20, 22, 23, 32, 33, 37-51, 53
X	JP 2016-210960 A (OJI HOLDINGS CORP) 15 December 2016 (2016-12-15) claims 20, 21, paragraphs [0089]-[0092], examples	1-3, 20, 21, 24-31, 34-36, 52, 54, 63
A	claims 20, 21, paragraphs [0089]-[0092], examples	4-19, 22, 23, 32, 33, 37-51, 53
A	US 6488810 B1 (VOITH SULZER PAPIERTECHNIK PATENT GMBH) 03 December 2002 (2002-12-03) abstract	32, 33, 56, 57, 61, 62
X	abstract	55, 58-60



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

26 July 2022

Date of mailing of the international search report

09 August 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/021094**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-40358 A (CHUETSU PULP IND) 02 March 2015 (2015-03-02)	55, 58
A	paragraphs [0011]-[0014]	56, 57, 59-63
X	HOUSINE, S. et al. Cellulose Nanofiber Orientation in Nanopaper and Nanocomposites by Cold Drawing. Appl. Mater. Interfaces. 2012, 4, 1043-1049	55, 58
A	abstract	56, 57, 59-63
X	JP 57-77360 A (LUTRAVIL SPINNVILIES GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG & CO.) 14 May 1982 (1982-05-14)	57-60
A	claims	55, 56, 61-63
P, X	JP 2022-49541 A (MITSUBISHI CHEM CORP) 29 March 2022 (2022-03-29)	1-4, 19-29, 31, 34-37, 51-54, 63
P, A	claims, fig. 1-10	5-18, 30, 32, 33, 38-50

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(Invention 1) Claims 1-54 and parts referring to claims 1-33 in claim 63

Claims 1-54 and parts referring to claims 1-33 in claim 63 have the special technical feature of a “method for manufacturing an oriented fiber web that is a fiber web in which fibers are oriented in specific directions, the method comprising: (i) preparing a dehydration flow path which includes a bottom surface, which is a surface of a paper-making screen, and two side walls parallel to each other and has an upstream end and a downstream end; and (ii) introducing a fiber dispersion liquid, in which water acts as a dispersion medium, from the upstream end to the inside of the dehydration flow path while causing the paper-making screen to travel in the direction from the upstream end toward the downstream end, wherein the bottom surface of the dehydration flow path has an upward gradient in the direction from the upstream end toward the downstream end, and the fiber web is formed as the fiber dispersion liquid is dehydrated in the dehydration flow path while flowing in the direction from the upstream end toward the downstream end,” and are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 55-62 and parts referring to claims 55-62 in claim 63

Claims 55-62 and parts referring to claims 55-62 in claim 63 share, with claim 1 classified as invention 1, the common technical feature of a “method for manufacturing an oriented fiber web that is a fiber web in which fibers are oriented in specific directions.” However, said technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the disclosure of document 1, and thus cannot be said to be a special technical feature. Also, there are no other same or corresponding special technical features between these inventions.

In addition, claims 55-62 and parts referring to claims 55-62 in claim 63 are not dependent on claim 1. Furthermore, claims 55-62 and parts referring to claims 55-62 in claim 63 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Thus, claims 55-62 and parts referring to claims 55-62 in claim 63 cannot be classified as invention 1.

Also, claims 55-62 and parts referring to claims 55-62 in claim 63 have the special technical feature of a “method for manufacturing an oriented fiber web that is a fiber web in which fibers are oriented in specific directions, the method comprising: forming the fiber web through a wet process; and drying the fiber web, wherein before dried, the fiber web is elongated in a wet state,” and are thus classified as invention 2.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/021094

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	6066235	A	23 May 2000	(Family: none)	
JP	2016-210960	A	15 December 2016	(Family: none)	
US	6488810	B1	03 December 2002	EP 1072720 A2 abstract	
				DE 19935481 A1	
JP	2015-40358	A	02 March 2015	(Family: none)	
JP	57-77360	A	14 May 1982	GB 1487488 A claims	
				DE 2406059 A1	
				FR 2260649 A1	
				BE 825310 A	
				NL 7501503 A	
				SE 7501215 A	
				IT 1031458 B	
				SE 406942 B	
JP	2022-49541	A	29 March 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） D21F 1/24(2006.01)i; D21F 1/56(2006.01)i; D21H 13/50(2006.01)i FI: D21F1/24; D21F1/56; D21H13/50										
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）） D21F1/24; D21F1/56; D21H13/50										
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>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022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	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年									
日本国登録実用新案公報	1994-2022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								
X	US 6066235 A (E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY) 23.05.2000 (2000 - 05 - 23) 特許請求の範囲、図1, 2、第2-4欄	1-3, 21, 24-31, 34-36, 52, 54, 63								
A	特許請求の範囲、図1, 2、第2-4欄	4-20, 22, 23, 32, 33, 37-51, 53								
X	JP 2016-210960 A (王子ホールディングス株式会社) 15.12.2016 (2016 - 12 - 15) 請求項20, 21、[0089]-[0092]、実施例	1-3, 20, 21, 24-31, 34-36, 52, 54, 63								
A	請求項20, 21、[0089]-[0092]、実施例	4-19, 22, 23, 32, 33, 37-51, 53								
A	US 6488810 B1 (VOITH SULZER PAPIERTECHNIK PATENT GMBH) 03.12.2002 (2002 - 12 - 03) 要約	32, 33, 56, 57, 61, 62								
X	要約	55, 58-60								
X	JP 2015-40358 A (中越パルプ工業株式会社) 02.03.2015 (2015 - 03 - 02) [0011]-[0014]	55, 58								
A	[0011]-[0014]	56, 57, 59-63								
☒ 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、一般的な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 “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 26.07.2022		国際調査報告の発送日 09.08.2022								
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） 川口 裕美子 4S 9829 電話番号 03-3581-1101 内線 3474								

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
X	HOUSSINE S., et al., Cellulose Nanofiber Orientation in Nanopaper and Nanocomposites by Cold Drawing, Appl. Mater. Interfaces, 2012, 4, 1043-1049	55, 58
A	要約	56, 57, 59-63
X	JP 57-77360 A (ルトラヒル・スピンドリース・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング) 14.05.1982 (1982 - 05 - 14)	57-60
A	特許請求の範囲	55, 56, 61-63
P, X	JP 2022-49541 A (三菱ケミカル株式会社) 29.03.2022 (2022 - 03 - 29)	1-4, 19-29, 31, 34-37, 51-54, 63
P, A	特許請求の範囲、図 1 - 1 0	5-18, 30, 32, 33, 38-50

第III欄

発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

（発明1）請求項1～54，請求項63のうち請求項1～33を引用する部分

請求項1～54，請求項63のうち請求項1～33を引用する部分は、[繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、（i）抄紙網の表面である底面と、互いに平行な2つの側壁とからなり、上流端および下流端を有する脱水流路を準備すること、および、（ii）前記抄紙網を前記上流端から前記下流端に向かう方向に走行させながら、水を分散媒とする繊維分散液を前記上流端から前記脱水流路内に導入することを含み、前記脱水流路の前記底面は前記上流端から前記下流端に向かう方向に上り勾配を有し、前記脱水流路で前記繊維分散液が前記上流端から前記下流端に向かう方向に流れながら脱水されることにより繊維ウェブが形成される、製造方法。]という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項55～62，請求項63のうち請求項55～62を引用する部分

請求項55～62，請求項63のうち請求項55～62を引用する部分は、発明1に区分された請求項1と、[繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法]という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項55～62，請求項63のうち請求項55～62を引用する部分は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項55～62，請求項63のうち請求項55～62を引用する部分は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項55～62，請求項63のうち請求項55～62を引用する部分は発明1に区分できない。

そして、請求項55～62，請求項63のうち請求項55～62を引用する部分は、[繊維が特定方向に配向した繊維ウェブである配向繊維ウェブの製造方法であって、湿式法で繊維ウェブを形成することと、前記繊維ウェブを乾燥させることと、前記乾燥の前に前記繊維ウェブを湿った状態のまま延伸させることとを含む製造方法。]という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2022/021094

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
US	6066235	A	23.05.2000	(ファミリーなし)	
JP	2016-210960	A	15.12.2016	(ファミリーなし)	
US	6488810	B1	03.12.2002	EP	1072720 A2
				要約	
				DE	19935481 A1
JP	2015-40358	A	02.03.2015	(ファミリーなし)	
JP	57-77360	A	14.05.1982	GB	1487488 A
				特許請求の範囲	
				DE	2406059 A1
				FR	2260649 A1
				BE	825310 A
				NL	7501503 A
				SE	7501215 A
				IT	1031458 B
				SE	406942 B
JP	2022-49541	A	29.03.2022	(ファミリーなし)	