

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年1月12日(12.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/006533 A1

- (51) 国際特許分類:
D04H 1/732 (2012.01) *B27N 3/12* (2006.01)
B27N 3/04 (2006.01) *D04H 1/60* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/003046
- (22) 国際出願日: 2016年6月24日(24.06.2016)
- (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 2015-134134 2015年7月3日(03.07.2015) JP
- (71) 出願人: セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1608801 東京都新宿区新宿四丁目1番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 上野 芳弘 (UENO, Yoshihiro); 〒3928502 長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 渡辺 和昭, 外 (WATANABE, Kazuaki et al.); 〒3998702 長野県松本市寿小赤2070セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内 Nagano (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

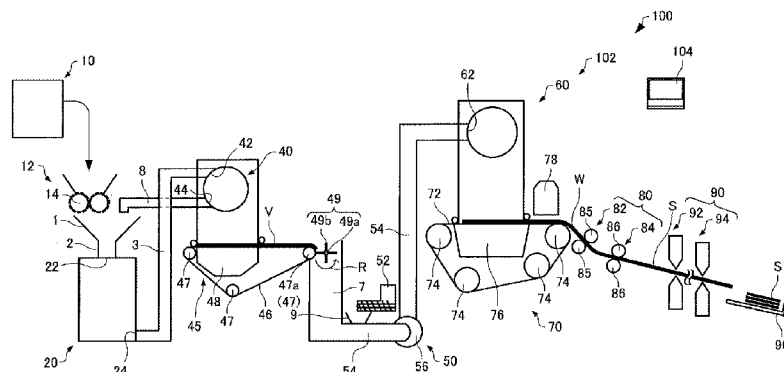
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

(54) Title: DEVICE FOR PRODUCING SHEET, PROCESS FOR PRODUCING SHEET, RESIN PARTICLES, AND SHEET

(54) 発明の名称: シート製造装置、シート製造方法、樹脂粉体及びシート



(57) Abstract: The device for producing a sheet according to the present invention is equipped with: a mixing part in which fibers are mixed with resin particles in a gas; and a sheet formation part in which the mixture obtained in the mixing part is accumulated and heated to form a sheet. The resin particles comprise a resin having a pulverizability index of 0.8 or less.

(57) 要約: 本発明に係るシート製造装置は、繊維と樹脂粉体とを、気中で混合する混合部と、混合部で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成部と、を備え、樹脂粉体に含まれる樹脂の粉砕性指数が、0.8以下である。

WO 2017/006533 A1

明 細 書

発明の名称：

シート製造装置、シート製造方法、樹脂粉体及びシート

技術分野

[0001] 本発明は、シート製造装置、シート製造方法及びこれらにより製造されるシート、並びに、これらに用いる樹脂粉体に関する。

背景技術

[0002] 繊維状の物質を堆積させ、堆積させた繊維の相互間に結合力を働かせてシート状あるいはフィルム状の成形体を得ることは古くから行われている。その典型例として、水を用いた抄造（抄紙）によって紙を製造することが挙げられる。現在でも紙を製造する方法の一つとして抄造法が広く用いられている。抄造法で製造される紙は、一般に、例えば木材等に由来するセルロースの繊維が互いに絡み合い、バインダー（紙力増強剤（デンプン糊、水溶性樹脂等））によって互いに部分的に結着されている構造を有するものが多い。

[0003] 抄造法は湿式であるため、大量の水を使用する必要がある、また、紙が形成された後、脱水・乾燥等の必要が生じ、そのために費やすエネルギーや時間が非常に大きい。また、使用した水は、排水として適切に処理する必要がある。したがって昨今の省エネルギー、環境保護等の要請に応えることは難しくなっている。また抄造法に用いる装置は、水、電力、排水設備等の大型のユーティリティーやインフラストラクチャーが必要となることが多く、小型化することは難しい。これらの観点から、抄造法に代る紙の製造方法として、乾式法と称する水を全く又はほとんど用いない方法が期待されている。

[0004] 特許文献1には、乾式で解繊した古紙パルプに水を添加して海綿状とした古紙パルプと、熱可塑性を有する繊維状又は粉体状の合成樹脂との混合物を、熱プレスにより加熱加圧して成形した古紙ボードが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平09-019907号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、乾式で製造したボードやシートは、製造の際に水をほとんど又は全く使用しないため、繊維と繊維との間に水素結合を生じさせにくく、また、澱粉等の水溶性の紙力増強剤を用いることが難しかった。そのため、用途によっては（特に紙器や紙箱等）、ボードやシートの強度（紙力）が不十分となる場合があった。

[0007] 乾式で製造されるボードやシートの機械的強度は、主として繊維を樹脂で接着（結着）することによって発現していると考えられる。このようなシートに変形を起こすような力が加わった場合には、繊維と繊維とを繋ぐ樹脂が破断（破壊）する、樹脂と繊維との接合部が剥離する、又は、繊維が破断することによりシートの破断が発生すると考えられる。

[0008] したがって、繊維と繊維とを繋ぐ樹脂の破壊を生じにくくすることは、シートの強度を高めるための有効な手段の一つと考えられる。発明者は、係る着想のもと、多種多様な樹脂にてシートを形成し、シートの強度と相関する樹脂の物性についての検討を行った。その結果、乾式シートの紙力（機械的強度）と、樹脂における特定の物性とが、相関していることを見出した。

[0009] 本発明の幾つかの態様に係る目的の一つは、機械的強度の良好なシートを乾式で製造することのできるシート製造装置及びシート製造方法、並びに、これらによって得られるシートを提供することにある。また、本発明の幾つかの態様に係る目的の一つは、機械的強度の良好なシートを乾式で製造することのできる樹脂粉体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決するために為されたものであり、以下の態様又は適用例として実現することができる。

- [0011] 本発明に係るシート製造装置の一態様は、
繊維と樹脂粉体とを、気中で混合する混合部と、
前記混合部で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成部と、を備え、
前記樹脂粉体に含まれる樹脂の粉砕性指数が、0.8以下である。
- [0012] このようなシート製造装置によれば、粉砕性指数が0.8以下の樹脂を含む樹脂粉体を用いてシートを製造することができる。係る樹脂は外力によって砕けにくいため、製造されるシート中においても樹脂の破壊が生じにくい。これにより、機械的強度が良好なシートを製造することができる。
- [0013] 本発明に係るシート製造装置において、
前記樹脂は、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂であってもよい。
- [0014] このようなシート製造装置によれば、粉砕性指数を小さくしやすく、また、製造されるシートによる環境負荷を低減することができる。
- [0015] 本発明に係るシート製造装置において、
前記樹脂粉体の体積基準の平均粒子径は、20 μm 以下であってもよい。
- [0016] このようなシート製造装置によれば、シートにおける樹脂の分散状態が均一で、少なくとも強度のムラが低減されたシートを製造することができる。すなわち、樹脂粉体が繊維間に混合しやすくかつ分散しやすい。また、樹脂粉体の重量が軽いため、重力の影響を受けにくくなり、ウェブやシートからの脱離もしにくくなる。
- [0017] 本発明に係るシート製造方法の一態様は、
繊維と樹脂粉体とを気中で混合する混合工程と、
前記混合工程で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成工程と、を含み、
前記樹脂粉体に含まれる樹脂の粉砕性指数が、0.8以下である。
- [0018] このようなシート製造方法によれば、粉砕性指数が0.8以下の樹脂を含む樹脂粉体を用いてシートを製造できる。係る樹脂は外力によって砕けにくいため、製造されるシート中においても樹脂の破壊が生じにくい。これによ

り、機械的強度が良好なシートを製造することができる。

[0019] 本発明に係るシート製造方法において、

前記樹脂粉体の体積基準の平均粒子径は、 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0020] このようなシート製造装置によれば、樹脂粉体を繊維間に混合しやすくかつ分散させやすい。また、樹脂粉体の重量が軽いため、重力の影響を受けにくくなり、ウェブやシートからの脱離もしにくくなる。そのため、強度が良好で強度のムラの少ないシートを製造することができる。

[0021] 本発明に係る樹脂粉体の一態様は、

シート製造用の樹脂粉体であって、

非ビスフェノール系ポリエステル樹脂を含み、

粉砕性指数が、 0.8 以下である。

[0022] このような樹脂粉体によれば、繊維と混ぜてシートを形成することができ、形成されるシートの機械的強度が良好で、環境負荷の抑制されたシートを形成することができる。

[0023] 本発明に係る樹脂粉体において、

体積基準の平均粒子径が、 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0024] このような樹脂粉体によれば、機械的強度が均一なシートを形成することができる。

[0025] 本発明に係るシートの一態様は、

繊維と、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂と、を含み、

前記非ビスフェノール系ポリエステル樹脂の粉砕性指数が、 0.8 以下である。

[0026] このようなシートは、粉砕性指数が 0.8 以下の樹脂を含むので、同量の他の樹脂を含む場合に比較して機械的強度が良好である。また、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂を含むため、いわゆる環境負荷が小さい。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本実施形態に係るシート製造装置を模式的に示す図。

発明を実施するための形態

[0028] 以下に本発明の幾つかの実施形態について説明する。以下に説明する実施形態は、本発明の例を説明するものである。本発明は以下の実施形態になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲において実施される各種の変形形態も含む。なお以下で説明される構成の全てが本発明の必須の構成であるとは限らない。

[0029] 1. シート製造装置

本実施形態のシート製造装置は、繊維と樹脂粉体とを、気中で混合する混合部と、混合部で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成部と、を備え、樹脂粉体に含まれる樹脂の粉砕性指数が、0.8以下であることを特徴とする。

[0030] 1. 1. 構成

まず、本実施形態に係るシート製造装置について、図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態に係るシート製造装置100を模式的に示す図である。

[0031] シート製造装置100は、図1に示すように、供給部10と、製造部102と、制御部104と、を備える。製造部102は、シートを製造する。製造部102は、粗砕部12と、解繊部20と、選別部40と、第1ウェブ形成部45と、回転体49と、混合部50と、堆積部60と、第2ウェブ形成部70と、シート形成部80と、切断部90と、を有している。

[0032] 供給部10は、粗砕部12に原料を供給する。供給部10は、例えば、粗砕部12に原料を連続的に投入するための自動投入部である。供給部10によって供給される原料は、例えば、古紙やパルプシートなどの繊維を含むものである。

[0033] 粗砕部12は、供給部10によって供給された原料を、大気中（空气中）等の気中で裁断して細片にする。細片の形状や大きさは、例えば、数cm角の細片である。図示の例では、粗砕部12は、粗砕刃14を有し、粗砕刃14によって、投入された原料を裁断することができる。粗砕部12としては、例えば、シュレッダーを用いる。粗砕部12によって裁断された原料は、

ホッパー 1 で受けてから管 2 を介して、解繊部 20 に移送（搬送）される。

[0034] 解繊部 20 は、粗砕部 12 によって裁断された原料を解繊する。ここで、「解繊する」とは、複数の繊維が結着されてなる原料（被解繊物）を、繊維 1 本 1 本に解きほぐすことをいう。解繊部 20 は、原料に付着した樹脂粒やインク、トナー、にじみ防止剤等の物質を、繊維から分離させる機能をも有する。

[0035] 解繊部 20 を通過したものを「解繊物」という。「解繊物」には、解きほぐされた解繊物繊維の他に、繊維を解きほぐす際に繊維から分離した樹脂（複数の繊維同士を結着させるための樹脂）粒や、インク、トナーなどの色剤や、にじみ防止材、紙力増強剤等の添加剤を含んでいる場合もある。解きほぐされた解繊物の形状は、ひも（string）状や平ひも（ribbon）状である。解きほぐされた解繊物は、他の解きほぐされた繊維と絡み合っていない状態（独立した状態）で存在してもよいし、他の解きほぐされた解繊物と絡み合って塊状となった状態（いわゆる「ダマ」を形成している状態）で存在してもよい。

[0036] 解繊部 20 は、大気中（空气中）等の気中において乾式で解繊を行う。具体的には、解繊部 20 としては、インペラーミルを用いる。解繊部 20 は、原料を吸引し、解繊物を排出するような気流を発生させる機能を有している。これにより、解繊部 20 は、自ら発生する気流によって、導入口 22 から原料を気流と共に吸引し、解繊処理して、解繊物を排出口 24 へと搬送することができる。解繊部 20 を通過した解繊物は、管 3 を介して、選別部 40 に移送される。なお、解繊部 20 から選別部 40 に解繊物を搬送させるための気流は、解繊部 20 が発生させる気流を利用してもよいし、ブロアー等の気流発生装置を設け、その気流を利用してもよい。

[0037] 選別部 40 は、解繊部 20 により解繊された解繊物を導入口 42 から導入し、繊維の長さによって選別する。選別部 40 としては、例えば、篩（ふるい）を用いる。選別部 40 は、網（フィルター、スクリーン）を有し、網の目開きの大きさより小さい繊維または粒子（網を通過するもの、第 1 選別物

）と、網の目開きの大きさより大きい繊維や未解繊片やダマ（網を通過しないもの、第2選別物）と、を分けることができる。例えば、第1選別物は、管7を介して、混合部50に移送される。第2選別物は、排出口44から管8を介して、解繊部20に戻される。具体的には、選別部40は、モーターによって回転駆動される円筒の篩である。選別部40の網としては、例えば、金網、切れ目が入った金属板を引き延ばしたエキスパンドメタル、金属板にプレス機等で穴を形成したパンチングメタルを用いる。

[0038] 第1ウェブ形成部45は、選別部40を通過した第1選別物を、混合部50に搬送する。第1ウェブ形成部45は、メッシュベルト46と、張架ローラー47と、吸引部（サクシオン機構）48と、を含む。

[0039] 吸引部48は、選別部40の開口（網の開口）を通過して大気中（空気中）等の気中に分散された第1選別物をメッシュベルト46上に吸引することができる。第1選別物は、移動するメッシュベルト46上に堆積し、ウェブVを形成する。メッシュベルト46、張架ローラー47および吸引部48の基本的な構成は、後述する第2ウェブ形成部70のメッシュベルト72、張架ローラー74およびサクシオン機構76と同様である。

[0040] ウェブVは、選別部40および第1ウェブ形成部45を経ることにより、空気を多く含み柔らかくふくらんだ状態に形成される。メッシュベルト46に堆積されたウェブVは、管7へ投入され、混合部50へと搬送される。

[0041] 回転体49は、ウェブVが混合部50に搬送される前に、ウェブVを切断することができる。図示の例では、回転体49は、基部49aと、基部49aから突出している突部49bを有している。突部49bは、例えば、板状の形状を有している。図示の例では、突部49bは4つ設けられ、4つの突部49bが等間隔に設けられている。基部49aが方向Rに回転することにより、突部49bは、基部49aを軸として回転することができる。回転体49によってウェブVを切断することにより、例えば、堆積部60に供給される単位時間当たりの解繊物の量の変動を小さくすることができる。

[0042] 回転体49は、第1ウェブ形成部45の近傍に設けられている。図示の例

では、回転体 49 は、ウェブ V の経路において下流側に位置する張架ローラー 47 a の近傍に（張架ローラー 47 a の横に）設けられている。回転体 49 は、突部 49 b がウェブ V と接触可能な位置であって、ウェブ V が堆積されるメッシュベルト 46 と接触しない位置に設けられている。これにより、メッシュベルト 46 が突部 49 b によって磨耗する（破損する）ことを抑制することができる。突部 49 b とメッシュベルト 46 との間の最短距離は、例えば、0.05 mm 以上 0.5 mm 以下である。

[0043] 混合部 50 は、選別部 40 を通過した第 1 選別物（第 1 ウェブ形成部 45 により搬送された第 1 選別物）と、樹脂を含む添加物と、を混合する。混合部 50 は、添加物を供給する添加物供給部 52 と、第 1 選別物と添加物とを搬送する管 54 と、ブローア 56 と、を有している。図示の例では、添加物は、添加物供給部 52 からホッパー 9 を介して管 54 に供給される。管 54 は、管 7 と連続している。

[0044] 混合部 50 では、ブローア 56 によって気流を発生させ、管 54 中において、第 1 選別物と添加物とを混合させながら、搬送することができる。なお、第 1 選別物と添加物とを混合させる機構は、特に限定されず、高速回転する羽根により攪拌するものであってもよいし、V 型ミキサーのように容器の回転を利用するものであってもよい。

[0045] 添加物供給部 52 としては、図 1 に示すようなスクリーフィーダーや、図示せぬディスクフィーダーなどを用いる。添加物供給部 52 から供給される添加物は、複数の繊維を結着させるための樹脂を含む。樹脂が供給された時点では、複数の繊維は結着されていない。樹脂は、シート形成部 80 を通過する際に溶融して、複数の繊維を結着させる。

[0046] 添加物供給部 52 から供給される樹脂は、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂であり、例えば、AS 樹脂、ABS 樹脂、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンエーテル、ポリブチレンテレフタレート、ナイロン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリアセタール、ポリフェ

ニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、などである。これらの樹脂は、単独または適宜混合して用いてもよい。添加物供給部 52 から供給される添加物は、繊維状であってもよく、粉末状であってもよい。

[0047] なお、添加物供給部 52 から供給される添加物には、繊維を結着させる樹脂の他、製造されるシートの種類に応じて、繊維を着色するための着色剤や、繊維の凝集を防止するための凝集抑制剤、繊維等を燃えにくくするための難燃剤が含まれていてもよい。混合部 50 を通過した混合物（第 1 選別物と添加物との混合物）は、管 54 を介して、堆積部 60 に移送される。

[0048] 堆積部 60 は、混合部 50 を通過した混合物を導入口 62 から導入し、絡み合った解繊物（繊維）をほぐして、大気中（空気中）等の気中で分散させながら降らせる。さらに、堆積部 60 は、添加物供給部 52 から供給される添加物の樹脂が繊維状である場合、絡み合った樹脂をほぐす。これにより、堆積部 60 は、第 2 ウェブ形成部 70 に、混合物を均一性よく堆積させることができる。

[0049] 堆積部 60 としては、回転する円筒の篩を用いる。堆積部 60 は、網を有し、混合部 50 を通過した混合物に含まれる、網の目開きの大きさより小さい繊維または粒子（網を通過するもの）を降らせる。堆積部 60 の構成は、例えば、選別部 40 の構成と同じである。

[0050] なお、堆積部 60 の「篩」は、特定の対象物を選別する機能を有していなくてもよい。すなわち、堆積部 60 として用いられる「篩」とは、網を備えたもの、という意味であり、堆積部 60 は、堆積部 60 に導入された混合物の全てを降らしてもよい。

[0051] 第 2 ウェブ形成部 70 は、堆積部 60 を通過した通過物を堆積して、ウェブ W を形成する。第 2 ウェブ形成部 70 は、例えば、メッシュベルト 72 と、張架ローラー 74 と、サクシオン機構 76 と、を有している。

[0052] メッシュベルト 72 は、移動しながら、堆積部 60 の開口（網の開口）を通過した通過物を堆積する。メッシュベルト 72 は、張架ローラー 74 によって張架され、通過物を通しにくく空気を通す構成となっている。メッシュ

ベルト 72 は、張架ローラー 74 が自転することによって移動する。メッシュベルト 72 が連続的に移動しながら、堆積部 60 を通過した通過物が連続的に降り積もることにより、メッシュベルト 72 上にウェブ W が形成される。メッシュベルト 72 は、例えば、金属製、樹脂製、布製、あるいは不織布等である。

[0053] サクション機構 76 は、メッシュベルト 72 の下方（堆積部 60 側とは反対側）に設けられている。サクション機構 76 は、下方に向く気流（堆積部 60 からメッシュベルト 72 に向く気流）を発生させることができる。サクション機構 76 によって、堆積部 60 により大気中（空气中）等の気中に分散された混合物をメッシュベルト 72 上に吸引することができる。これにより、堆積部 60 からの排出速度を大きくすることができる。さらに、サクション機構 76 によって、混合物の落下経路にダウフローを形成することができ、落下中に解繊物や添加物が絡み合うことを防ぐことができる。

[0054] 以上のように、堆積部 60 および第 2 ウェブ形成部 70（ウェブ形成工程）を経ることにより、空気を多く含み柔らかくふくらんだ状態のウェブ W が形成される。メッシュベルト 72 に堆積されたウェブ W は、シート形成部 80 へと搬送される。

[0055] なお、図示の例では、ウェブ W を調湿する調湿部 78 が設けられている。調湿部 78 は、ウェブ W に対して水や水蒸気を添加して、ウェブ W と水との量比を調節することができる。

[0056] シート形成部 80 は、メッシュベルト 72 に堆積したウェブ W を加圧加熱してシート S を成形する。シート形成部 80 では、ウェブ W において混ぜ合された解繊物および添加物の混合物に、熱を加えることにより、混合物中の複数の繊維を、互いに添加物（樹脂）を介して結着することができる。

[0057] シート形成部 80 は、ウェブ W を加圧する加圧部 82 と、加圧部 82 により加圧されたウェブ W を加熱する加熱部 84 と、を備えている。加圧部 82 は、一対のカレンダーローラー 85 で構成され、ウェブ W に対して圧力を加える。ウェブ W は、加圧されることによりその厚さが小さくなり、ウェブ W

の密度が高められる。加熱部84としては、例えば、加熱ローラー（ヒーターローラー）、熱プレス成形機、ホットプレート、温風ブロー、赤外線加熱器、フラッシュ定着器を用いる。図示の例では、加熱部84は、一対の加熱ローラー86を備えている。加熱部84を加熱ローラー86として構成することにより、加熱部84を板状のプレス装置（平板プレス装置）として構成する場合に比べて、ウェブWを連続的に搬送しながらシートSを成形することができる。ここで、カレンダーローラー85（加圧部82）は、加熱ローラー86（加熱部84）によってウェブWに印加される圧力よりも高い圧力をウェブWに印加することができる。なお、カレンダーローラー85や加熱ローラー86の数は、特に限定されない。

[0058] 切断部90は、シート形成部80によって成形されたシートSを切断する。図示の例では、切断部90は、シートSの搬送方向と交差する方向にシートSを切断する第1切断部92と、シートSの搬送方向と平行な方向にシートSを切断する第2切断部94と、を有している。第2切断部94は、例えば、第1切断部92を通過した（第1切断部92により切断された）シートSを切断する。

[0059] 以上により、所定のサイズの単票のシートSが成形される。切断された単票のシートSは、排出部96へと排出される。

[0060] 1. 2. 繊維

本実施形態のシート製造装置100において、原料としては、特に限定されず、広範な繊維材料を用いることができる。繊維としては、天然繊維（動物繊維、植物繊維）、化学繊維（有機繊維、無機繊維、有機無機複合繊維）などが挙げられ、更に詳しくは、セルロース、絹、羊毛、綿、大麻、ケナフ、亜麻、ラミー、黄麻、マニラ麻、サイザル麻、針葉樹、広葉樹等からなる繊維や、レーヨン、リヨセル、キュプラ、ビニロン、アクリル、ナイロン、アラミド、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリイミド、炭素、ガラス、金属からなる繊維が挙げられ、これらを単独で用いてもよいし、適宜混合して用いてもよいし、精製などを行った再生繊維

として用いてもよい。原料としては、例えば、古紙、古布等が挙げられるが、これらの繊維の少なくとも1種を含んでいればよい。また、繊維は、乾燥されていてもよいし、水、有機溶剤等の液体が含有又は含浸されていてもよい。また、各種の表面処理がされていてもよい。また、繊維の材質は、純物質であってもよいし、不純物、添加物及びその他の成分など、複数の成分を含む材質であってもよい。

[0061] 本実施形態で使用される繊維は、独立した1本の繊維としたときに、その平均的な直径（断面が円でない場合には長手方向に垂直な方向の長さのうち、最大のもの、又は、断面の面積と等しい面積を有する円を仮定したときの当該円の直径（円相当径））が、平均で、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $1000\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $2\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $3\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0062] 本実施形態のシート製造装置100で使用する繊維の長さは、特に限定されないが、独立した1本の繊維で、その繊維の長手方向に沿った長さは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \text{mm}$ 以下、好ましくは $2\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \text{mm}$ 以下、より好ましくは $3\ \mu\text{m}$ 以上 $2\ \text{mm}$ 以下である。繊維の長さが短い場合は、樹脂粉体と結着しにくいため、シートの強度が不足する場合があるが、上記範囲であれば十分な強度のシートを得ることができる。また、繊維の平均の長さは、長さ加重平均繊維長として、 $20\ \mu\text{m}$ 以上 $3600\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $200\ \mu\text{m}$ 以上 $2700\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $300\ \mu\text{m}$ 以上 $2300\ \mu\text{m}$ 以下である。さらに、繊維の長さは、ばらつき（分布）を有してもよく、独立した1本の繊維の長さについて、100以上のn数で得られる分布において、正規分布を仮定した場合に、 σ が $1\ \mu\text{m}$ 以上 $1100\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上 $900\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上 $600\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0063] 繊維の太さ、長さは、各種の光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡（SEM）、透過型電子顕微鏡、ファイバーテスター等により測定することができる。

[0064] 本実施形態のシート製造装置100では、繊維の原料は、解繊部20によ

って解繊され、選別部40を経て第1選別物として混合部50へと搬送される。

[0065] 1. 3. 添加物

1. 3. 1. 樹脂粉体

添加物供給部52から供給される添加物は、複数の繊維を結着させるための樹脂を含む。樹脂は、粉体として添加物中に配合される。樹脂が供給された時点では、複数の繊維は結着されていない。樹脂は、シート形成部80を通過する際に溶融して、複数の繊維を結着させる。本実施形態では、添加物供給部52から供給される添加物は、樹脂粉体を含む。添加物は、樹脂粉体単独又は適宜他の物質と混合して形成されてもよい。

[0066] 本実施形態の樹脂粉体は、添加物供給部52から供給され、混合部50、堆積部60を通過する際に、繊維に付着するとともに、繊維とともにメッシュベルト72に堆積され、ウェブWとなった状態においても繊維に付着することができる。

[0067] 本実施形態の樹脂粉体は、粉碎性指数が0.8以下、好ましくは0.75以下、より好ましくは0.71以下、さらに好ましくは0.7以下の樹脂を含む。樹脂粉体が含有する樹脂の粉碎性指数の下限值は特に限定されないが、樹脂粉体を製造する条件において粉碎されにくすぎると製造コストの増加につながる場合があるため、0.001以上、好ましくは0.01以上である。なお、本発明における樹脂の粉碎性指数の値は、特定の条件における、粉碎されやすさ、粉碎されにくさの指標であり、製造時の粉碎条件における粉碎性とは必ずしも相関しない値である。

[0068] 係る樹脂の粉碎性指数は、例えば、以下のように測定される。(1)塊状の樹脂3kgをハンマーにより砕いて約5mmの塊とする。(2)砕かれた樹脂をフェザーミルFM-1S(ホソカワミクロン株式会社製)に投入し、標準ハンマー(16本)と孔径φ10mmのスクリーンを装着し、回転数900rpmの条件で粉碎処理を行って、8メッシュ(目開き2.36mm)全パスの樹脂粒を得る。(3)樹脂粒の150gを、ステンレス容器(CA

C33型)とカッター(SS1100型)を取付けたワーリングブレンダー7012S(大阪ケミカル株式会社製)に投入し、13000rpmのカッター回転速度で60秒間処理する。(4)この樹脂処理物を12メッシュ(目開き1.4mm)の篩にかけて、篩をパスしたものを70g計量してハイスピードミル(シニオン株式会社製HS-10)に投入し、標準粉砕刃を装着して回転数30000rpmで、30秒間粉砕処理して180秒停止するサイクルを3回連続で繰り返す処理を行う。(5)処理後の樹脂のM(g)を計量し32メッシュの篩(ϕ 200mm)(JIS標準)に投入し、電磁式ふるい振とう機AS200(アズワン社製)に取り付けて振幅2mmとして20分間の篩分けを行う。(6)32メッシュ(目開き500 μ m)の篩残(篩に残った分)の質量R(g)を測定し、 $D = (M - R) / M$ を計算し、粉砕性指数Dを算出する。

[0069] 粉砕性指数Dは、 $0 \leq D \leq 1$ の範囲となり、Dが大きいほど粉砕性が高いことを示す。Mについては適宜選択できるが、10(g)以上50(g)以下の範囲が良く、例えば、30(g)とする。(7)上記の操作を繰り返し、3回行い、平均の粉砕性指数Dを得る。

[0070] ここで、篩残Rの測定は、篩側に残留している樹脂の質量Rを正確に量るため、篩分け前後の系全体の質量変化を計量することが好ましい。また、篩分け後の系の質量計量に先立ち、篩の下側に静電気で付着している樹脂を、静電気除去ブラシを用いて静かに払い落とすことで、より正確な測定が可能である。なお、篩をパスした樹脂の質量を計量して、粉砕性指数を算出しても良い。この場合には、篩下側の面についての樹脂質量を正確に計量することが困難な場合があるため通常は篩残を用いて求める。

[0071] 樹脂の粉砕性指数Dの値が0.8以下であることにより、樹脂が熔融して繊維と繊維とを結着したシートとなった際に、樹脂の破断(破壊)が生じにくく、機械的強度の高いシートとすることができる。

[0072] 粉砕性指数Dは、上記のようにして測定(算出)されるが、シート製造装置100において使用される樹脂粉体(添加物)を製造する際に粉砕を行う

場合の粉砕の条件と、粉砕性指数Dの測定のための粉砕の条件とは通常は異なる。本実施形態の樹脂粉体は、次項以下に説明する構造、材質、製法等により実現される。

[0073] 樹脂粉体は、例えば、市販の粉体状の樹脂（樹脂パウダー）をそのまま用いてもよい。また、樹脂粉体は、市販の樹脂ペレットを破砕（粉砕）して用いてもよい。さらに、樹脂粉体は、各種の樹脂を混練（ブレンド）したものを粉砕して製造してもよいし、さらに造粒して粉砕して用いてもよい。さらに、粉砕後、分級して用いてもよい。

[0074] 樹脂粉体を粉砕する手法は特に限定されず、公知のものが使用でき、FMミキサー、ヘンシェルミキサー、スーパーミキサー、ターボミル、ローラーミル、ジェットミル、ハンマーミル、ピンミルなどを用いて行うことができる。また、粉砕処理は、冷却しながら行われてもよい。さらに、樹脂の粉砕（樹脂粉体の製造）においては、他の物質との混合を兼ねてもよく、添加物を製造する工程と兼ねてもよい。

[0075] 樹脂粉体の粒子の粒径（体積基準の平均粒子径）は、 $50\mu\text{m}$ 以下が好ましく、より好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $25\mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下である。平均粒子径が小さいと、樹脂粉体に働く重力が小さくなるため自重による繊維間からの脱離を抑制することができ、また、空気抵抗が小さくなるため、サクシオン機構76等によって生じる空気流（風）による繊維間からの脱離や、機械的振動による脱離を抑制することができる。また、樹脂粉体が上記の粒径範囲であれば、十分に繊維から脱離しにくく、繊維と繊維とを結着することができる。

[0076] なお、メッシュベルト72の目開きは適宜設定し得るが、樹脂粉体が繊維に付着しているため、樹脂粉体の粒子径がメッシュベルト72の目開き（物体が通過する孔の大きさ）よりも小さい場合でも、メッシュベルト72を通過することが抑制される。すなわち、本実施形態の樹脂粉体は、樹脂粉体の粒子径がメッシュベルト72の目開きよりも小さくてもよい。

[0077] なお、樹脂粉体の粒子の平均粒子径の下限は、特に限定されず、例えば、

10 μm であり、粉碎等の手法で粉体化できる範囲で任意である。また、樹脂粉体の粒子の平均粒子径は、分布を有してもよい。また、樹脂粉体の粒子径分布が広い場合には、粗大粒子や微細粒子を分級して除去して使用してもよい。また、樹脂粉体の微粉は凝集しやすい場合があるため、そのような樹脂粉を含む場合には、凝集抑制剤（酸化チタン微粒子等）を併用したり、樹脂粉を分級によって除去したりすることが好ましい。

[0078] 樹脂粉体の粒子の体積平均粒子径は、例えば、レーザー回折散乱法を測定原理とする粒度分布測定装置により測定することができる。粒度分布測定装置としては、例えば、動的光散乱法を測定原理とする粒度分布計（例えば、「マイクロトラックUPA」日機装株式会社製）が挙げられる。

[0079] 1. 3. 2. 樹脂粉体の材質

本実施形態のシート製造装置で用いる樹脂粉体に含まれる樹脂の材質としては、粉碎性指数Dが0.8以下である限り、特に限定されない。粉碎性指数Dは、粉体力学的、あるいは機械的（巨視的）な特性であり、樹脂の分子構造に直接由来する（直接的に説明できる）ような性質ではなく、少なくとも樹脂の種類（分子構造）、分子量、組成、相分離構造等に依存する複雑で総合的な値である。そのため、例えば、樹脂の種類によって異なる値となり得るし、同一の種類樹脂でも、異なる値となることもある。さらに複数の樹脂のブレンド物である場合においては、いずれかの樹脂の性質だけが、粉碎性指数を決定することは稀であるため、通常は実測により求められる。

[0080] 樹脂粉体の成分である樹脂（樹脂粒子の成分）の種類としては、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂であり、例えば、AS樹脂、ABS樹脂、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンエーテル、ポリブチレンテレフタレート、ナイロン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリアセタール、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、などである。これらの樹脂は、単独または適宜混合して用いてもよい。

[0081] より詳しくは、樹脂粉体の成分である樹脂（樹脂粒子の成分）の種類とし

ては、天然樹脂、合成樹脂のいずれでもよく、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれでもよい。本実施形態のシート製造装置100においては、樹脂粉末を構成する樹脂は、常温で固体であることが好ましく、シート形成部80における熱によって繊維を結着すること、及び製造されるシートのリサイクル等を鑑みれば熱可塑性樹脂がより好ましい。

[0082] 天然樹脂としては、ロジン、ダンマル、マスチック、コーパル、琥珀、シェラック、麒麟血、サンダラック、コロホニウムなどが挙げられ、これらを単独又は適宜混合したものが挙げられ、また、これらは適宜変性されていてもよい。

[0083] 合成樹脂のうち熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、ポリウレタン、熱硬化性ポリイミド樹脂などの熱硬化性樹脂が挙げられる。

[0084] また、合成樹脂のうち熱可塑性樹脂としては、AS樹脂、ABS樹脂、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンエーテル、ポリブチレンテレフタレート、ナイロン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリアセタール、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、などが挙げられる。

[0085] また、共重合体化や変性を行ってもよく、このような樹脂の系統としては、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂、スチレンーアクリル系共重合樹脂、オレフィン系樹脂、塩化ビニル系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリビニルアルコール系樹脂、ビニルエーテル系樹脂、Nービニル系樹脂、スチレンーブタジエン系樹脂等が挙げられる。

[0086] 樹脂の材質としては、上記のようなものが挙げられるが、ビスフェノールA（BPA）等のビスフェノール類及びその反応物を含有しないことが好ましい。そのようなビスフェノール系の化合物の反応物としては、例えば、ビスフェノールAアルキレンオキサイド付加物等が挙げられ、このようなモノマーを含まないことが好ましい。樹脂がビスフェノール類を含有しないこと

により、劣化等による環境ホルモンの発生を抑制することができる。また、ホルマリンやフェノール等の発生も抑制することができる。また、ビスフェノール系化合物を含有しないようにすれば、粉砕性指数Dを低く抑えることができる傾向がある。

[0087] さらに、樹脂の材質としては、非ビスフェノール系のポリエステルがより好ましい。非ビスフェノール系のポリエステル樹脂としては、例えば、酸成分として、イソフタル酸、テレフタル酸、マレイン酸、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、セバシン酸等のジカルボン酸、トリメリット酸等の多価カルボン酸、及びそれらの無水物、並びにそれらの混合物等を用いたものが挙げられる。また、その場合のアルコール成分としては、エチレングリコール、1,4-ブタンジオール等のアルキレンジオール類、グリセリン、ペンタエリトリール等の多価アルコール類、アルキレンオキシドジオール等のオリゴアルコール類などを用いたものが挙げられる。非ビスフェノール系のポリエステルは、環境負荷が小さく、かつ、熱可塑性を有するため、シートのリサイクル等も容易化することができる。

[0088] また、非ビスフェノール系のポリエステルは、展性に富み、粉砕性指数Dを小さくすることができる。このような粉砕性指数Dが小さい非ビスフェノール系のポリエステルは、粉体の状態で、負荷が加わった際に、すぐには破断（破壊）しにくく、ある程度延伸したあとに破断する傾向がある。そのため、シートの強度を向上させる効果がさらに優れている。

[0089] 本実施形態では、樹脂粉体に含有される樹脂の粉砕性指数が0.8以下であるため、外力によって碎けにくい。そのため、製造されるシートS中においても樹脂の破壊が生じにくい。これにより、機械的強度が良好なシートSを製造することができる。

[0090] 1. 3. 3. その他の成分

樹脂粉体（添加物）には、繊維を着色するための着色剤や、繊維等を燃えにくくするための難燃剤が含まれていてもよいと述べたが、これらの少なくとも一種を含む場合には、樹脂にこれらを溶融混練により配合することで、

より容易に得ることができる。また、無機微粒子は、このような樹脂の粉体を形成した後に、樹脂の粉体と無機微粒子の粉体とを高速ミキサー等により混合することにより配合することができる。

[0091] さらに、樹脂粉体（添加物）は、その他の成分を含有してもよい。その他の成分としては、例えば、色材、凝集抑制剤、帯電抑制剤、帯電調節剤、有機溶剤、界面活性剤、防黴剤・防腐剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、酸素吸収剤等が挙げられる。これらの他の成分は、樹脂粉体と一体的に配合されてもよいし、別体として添加物に配合されてもよい。

[0092] また、混合部50において、上述の繊維と樹脂粉体とが混ぜ合されるが、それらの混合比率は、製造されるシートSの強度、用途等により適宜調節されることができる。繊維に対する樹脂粉体の割合は、5質量%以上70質量%以下であり、混合部50において良好な混合を得る観点、及び混合物をシート状に成形した場合に、重力によって樹脂粉体がさらに脱離しにくくする観点からは、5質量%以上50質量%以下が好ましい。

[0093] 1. 4. 混合部

本実施形態のシート製造装置100に備えられる混合部50は、繊維と、添加物と、を混ぜ合わせる機能を有する。混合部50では、少なくとも繊維及び樹脂粉体が混ぜ合される。混合部50においては、繊維及び樹脂粉体以外の成分が混ぜ合されてもよい。本明細書において「繊維と樹脂粉体（添加物）とを混ぜ合わせる」とは、一定容積の空間（系）内で、繊維と繊維との間に樹脂粉体（添加物）を位置させることとする。

[0094] 本実施形態の混合部50における混ぜ合せの処理は、気流中に繊維及び樹脂粉体を導入して気流中で相互に拡散させる方法（乾式）であり、流体力学的な混合処理となっている。混合における「乾式」とは、水中ではなく大気中（空气中）等の気中で混合させる状態をいう。すなわち、混合部50は、乾燥状態で機能してもよいし、不純物として存在する液体又は意図的に添加される液体が存在する状態で機能してもよい。液体を意図的に添加する場合には、後の工程において、係る液体を加熱等により除去するためのエネルギー

一や時間が大きくなりすぎない程度に添加することが好ましい。なお、係る方法の場合には、管 5 4 等の中の気流は、乱流であるほうが混ぜ合せの効率がよくなることがあるためより好ましい。

[0095] 混合部 5 0 の処理能力は、繊維（繊維材）及び樹脂粉体を混ぜ合せることができる限り、特に限定されず、シート製造装置 1 0 0 の製造能力（スループット）に応じて適宜設計、調節することができる。混合部 5 0 の処理能力の調節は、管 5 4 内の繊維及び樹脂粉体を移送するための気体の流量や、材料の導入量、移送量等を変化させることにより行うことができる。

[0096] 混合部 5 0 によって混ぜ合された混合物は、堆積部 6 0 等、他の構成によってさらに混ぜ合されてもよい。また、図 1 の例では、混合部 5 0 は、管 5 4 に設けられたブロアー 5 6 を有しているが、さらに図示せぬブロアーを有してもよい。

[0097] ブロアーは、繊維と樹脂粉体とを混合させる機構であり、回転する羽根を有する回転部を有している。係る羽根が回転することにより、繊維及び／又は樹脂粉体が羽根によって摩擦されたり羽根に衝突したりする。また、係る羽根が回転することにより、羽根によって形成される気流によって、繊維と繊維、繊維と樹脂粉体、及び／又は、樹脂粉体と樹脂粉体が衝突したり相互に摩擦されたりする。

[0098] このような衝突や摩擦により、少なくとも樹脂粉体が帯電し（静電気を帯び）、樹脂粉体が繊維に付着するための付着力（静電気力）が生じると考えられる。このような付着力の強さは、繊維及び樹脂粉体の性状や、ブロアーの構造（回転する羽根の形状等）にも依存する。図 1 に示すようにブロアー 5 6 が一つ設けられた場合でも、十分な付着力を得ることができるが、さらに他のブロアーを添加物供給部 5 2 の下流側に設けることにより、より強い付着力を得ることができる場合がある。増設するブロアーの数は、特に限定されない。また、複数のブロアーを設ける場合には、より送風力の大きいブロアーと、より攪拌力（帯電させる能力）の大きいブロアーとを設けるなど、ブロアーごとに主たる機能を分担させるようにしてもよい。このようにす

れば、繊維への樹脂粉体の付着力をより高めることができる場合があり、ウェブWを成形する際に繊維間からの樹脂粉体の脱離をさらに抑制することができる。

[0099] 1. 5. 作用効果

本実施形態のシート製造装置100は、粉砕性指数が0.8以下の樹脂を含む樹脂粉体を用いてシートSを製造する。係る樹脂は外力によって碎けにくいいため、製造されるシートS中においても樹脂の破壊が生じにくい。これにより、機械的強度が良好なシートSを製造することができる。

[0100] 2. シート製造方法

本実施形態のシート製造方法は、繊維と樹脂粉体とを気中で混合する混合工程と、混合工程で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成工程と、を含み、樹脂粉体に含まれる樹脂の粉砕性指数が、0.8以下である。繊維、及び樹脂粉体（添加物）は、上述のシート製造装置の項で述べたと同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0101] 本実施形態のシート製造方法は、原料としてのパルプシートや古紙などを気中で切断する工程、原料を気中で繊維状に解きほぐす解繊工程、解繊された解繊物から不純物（トナーや紙力増強剤）や解繊によって短くなった繊維（短繊維）を気中で分級する分級工程、解繊物から長い繊維（長繊維）や十分に解繊されなかった未解繊片を気中で選別する選別工程、混合物を気中で分散させながら降らせる分散工程、降ってきた混合物を気中で堆積してウェブの形状等に成形する成形工程、必要に応じてシートを乾燥させる乾燥工程、形成されたシートをロール状に巻取る巻取工程、形成されたシートを裁断する裁断工程、及び製造されたシートを包装する包装工程からなる群より選択される少なくとも1つの工程を含んでもよい。これらの工程の詳細は上述のシート製造装置の項で述べたと同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0102] このようなシート製造方法によれば、粉砕性指数が0.8以下の樹脂を含む樹脂粉体を用いてシートSを製造できる。係る樹脂は外力によって碎けにくいいため、製造されるシートS中においても樹脂の破壊が生じにくい。これ

により、機械的強度が良好なシートを製造することができる。

[0103] 3. シート

本実施形態のシート製造装置100、又はシート製造方法によって製造されるシートSは、少なくとも上述の繊維を原料とし、シート状にしたものを指す。しかしシート状ものに限定されず、ボード状、ウェブ状、又は凹凸を有する形状であってもよい。本明細書におけるシートとは、紙と不織布に分類できる。紙は、例えば、パルプや古紙を原料としシート状に成形した態様などを含み、筆記や印刷を目的とした記録紙や、壁紙、包装紙、色紙、画用紙、ケント紙、紙器や紙箱に用いられる厚紙などを含む。不織布は、紙より厚いものや低強度のものであり、一般的な不織布、繊維ボード、ティッシュペーパー、キッチンペーパー、クリーナー、フィルター、液体吸収材、吸音体、緩衝材、マットなどを含む。なお、不織布の場合には、繊維と繊維との間の間隔が広い（シートの密度が小さい）。これに対して紙は、繊維と繊維との間の間隔が狭い（シートの密度が大きい）。そのため、本実施形態のシート製造装置100、又はシート製造方法によって製造されるシートSが紙であるほうが、樹脂粉体の繊維からの脱離抑制や、シートとしたときの強度の均一性等の作用、機能をより顕著に発現することができる。

[0104] 本実施形態に係るシートの態様としては、上述のものが挙げられるが、特にシートSの一例として、繊維と、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂と、を含み、前記非ビスフェノール系ポリエステル樹脂の粉砕性指数が、0.8以下であるものが挙げられる。このようなシートは、粉砕性指数が0.8以下の樹脂を含むので、同量の他の樹脂を含む場合に比較して機械的強度が良好である。また、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂を含む場合には、いわゆる環境負荷を小さくすることができる。

[0105] 4. その他の事項

本実施形態のシート製造装置、シート製造方法は、上述の通り、水を全く又はわずかにしか使用しないものであるが、必要に応じて、噴霧等により、調湿等を目的として適宜水を添加してシートを製造することもできる。

[0106] このような場合の水としては、イオン交換水、限外ろ過水、逆浸透水、蒸留水などの純水又は超純水を用いることが好ましい。特にこれらの水を紫外線照射又は過酸化水素添加などにより滅菌処理した水は、長期間に亘りカビやバクテリアの発生を抑制することができるので好ましい。

[0107] 本明細書において、「均一」との文言は、均一な分散や混合という場合には、2種以上又は2相以上の成分を定義できる物体において、1つの成分の他の成分に対する相対的な存在位置が、系全体において一様、又は系の各部分において互いに同一若しくは実質的に等しいことを指す。また、着色の均一性や色調の均一性は、シートを平面視したときに色の濃淡がなく、一様な濃度であることを指す。

[0108] 本明細書において、「均一」「同じ」「等間隔」など、密度、距離、寸法などが等しいことを意味する言葉を用いている。これらは、等しいことが望ましいが、完全に等しくすることは難しいため、誤差やばらつきなどの累積で値が等しくならずにずれるものも含むものとする。

[0109] 5. 実験例

以下に実験例を示し、本発明をさらに説明するが、本発明は以下の例によってなんら限定されるものではない。

[0110] 5. 1. 樹脂の製造

容量5000mLの四つ口フラスコに還流冷却器、水分離装置、窒素ガス導入管、温度計及び攪拌装置を取り付けた。表1に記載したモル比の酸成分、及びアルコール成分の混合物3500gを先のフラスコに導入した。さらに、ジブチルスズオキサイドを3g加えた後、窒素気流下、200℃で3時間、エステル化反応を行った。

[0111] 次に、エステル化反応により得られたものを、容量5000mLのオートクレーブに移し、温度245℃、内圧300Paの条件で、4時間の重縮合反応を行うことにより、表1に示すポリエステル樹脂A～Iを得た。

[0112]

[表1]

表1:樹脂のモノマー配合表(モル分率)

樹脂種		A	B	C	D	E	F	G	H	I
酸成分	無水トリメリット酸	7	10	9	9	12	6	1	1	3
	テレフタル酸	26	26	26	27	27	31	24	27	30
	イソフタル酸	14	11	14	16	15	17	24	22	9
アルコール成分	1,4-ブタンジオール	29	29	27	25	29	28	26	30	29
	エチレングリコール	24	24	23	21	15	14	25	20	29
	ペンタエリトリール	-	-	1	2	2	4	-	-	-

[0113] 5. 2. 樹脂粉体の製造

上記の合成により得られた塊状の樹脂をそれぞれ、ハンマーで粒径約 6 mm まで粗粉碎した。その後、フェザーミルによりさらに粉碎し、粒径約 2 mm まで粉碎して顆粒状とした。そして、この顆粒状の粒子をジェットミルによって、微粉にした後、5 μ m 以下、及び 40 μ m 以上の粒径の粒子を分級除去することにより、平均粒子径 10 μ m の樹脂粉体を得た。得られた各樹脂の粉体に対して、1.5 質量%のヒュームドシリカ（凝集抑制剤として）を加え、ヘンシェルミキサーにて混合し、シート製造用の樹脂粉体（添加剤）を得た。

[0114] 5. 3. 樹脂粉体の物性測定

5. 3. 1. ガラス転移温度

ガラス転移温度（ T_g ）は、示差走査熱量計（セイコーインスツル社製：DSC220C）により測定して求めた。昇温速度は 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ とし、同一の検体を 2 回連続して測定し、2 回目の測定における DSC 曲線のベースラインと、同曲線の変曲点での接線と、の交点をガラス転移点（ガラス転移温度（ T_g ））として求めた。得られた値を表 3 に記載した。

[0115] 5. 3. 2. 軟化温度の測定

軟化温度は、島津製作所株式会社製のフローテスター CFT-500 を用いて測定した。孔径 1 mm、厚さ 1 mm のダイスを用い、荷重 20 kgf、昇温速度 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の等速昇温下で、サンプル重量 1.1 g のうちの 1/2 の量が流出したときの温度を軟化温度とした。得られた値を表 3 に記載し

た。

[0116] 5. 3. 3. 樹脂の酸価の測定

樹脂の酸価は、J I S K 2 5 0 1 : 2 0 0 3（石油製品及び潤滑油・中和価試験方法）に記載の方法に準じて実施した。得られた値を表3に記載した。

[0117] 5. 3. 4. 粉砕性指数の測定

各例の塊状の樹脂3 k gをハンマーにより砕いて約5 m mの塊とした。次に、砕かれた樹脂をフェザーミルF M - 1 S（ホソカワミクロン株式会社製）に投入し、標準ハンマー（1 6本）と孔径φ 1 0 m mのスクリーンを装着し、回転数9 0 0 r p mの条件で粉砕処理を行って、8メッシュ（目開き2 . 3 6 m m）全パスの樹脂粒を得た。次いで、樹脂粒の1 5 0 gを、ステンレス容器（C A C 3 3型）とカッター（S S 1 1 0 0型）を取付けたワーリングブレンダー7 0 1 2 S（大阪ケミカル株式会社製）に投入し、1 3 0 0 0 r p mのカッター回転速度で6 0秒間処理した。この樹脂処理物を1 2メッシュ（目開き1 . 4 m m）の篩にかけて、篩をパスしたものを7 0 g計量してハイスピードミル（シニオン株式会社製H S - 1 0）に投入し、標準粉砕刃を装着して回転数3 0 0 0 0 r p mで、3 0秒間粉砕処理して1 8 0秒停止するサイクルを3回連続で繰り返した。その後、処理後の樹脂の質量M（g）を計量し3 2メッシュの篩（φ 2 0 0 m m）に投入し、電磁式ふるい振とう機A S 2 0 0（アズワン社製）に取り付けて振幅2 m mとして2 0分間の篩分けを行った。そして、3 2メッシュ（目開き5 0 0 μ m）の篩残（篩に残った分）の質量R（g）を測定し、 $D = (M - R) / M$ を計算し、粉砕性指数Dを算出した。このときのMは、3 0（g）とした。上記の操作を繰、各樹脂について、それぞれ、3回繰り返し行い、各樹脂の平均の粉砕性指数Dを得た。得られた値を表3に記載した。

[0118] 5. 3. 5. シートの製造及び強度の測定

ワーリングブレンダー7 0 1 2 S（大阪ケミカル株式会社製）のステンレス容器に下記質量の材料を入れた。

(1) 針葉樹晒クラフトパルプ (NBKP) 16 g

(2) シート製造用樹脂粉体 (表1のもの) 4 g

そして、容器の蓋を閉じ、羽根の回転数を3400 rpmに設定し、45秒間攪拌して樹脂とパルプとを混合し、各樹脂とパルプとの混合物を得た。

[0119] この混合物を10メッシュの篩に移し、平板上にふるい落として堆積させた。堆積させた混合物を平面プレスにより、混合物に加わる圧力が15 MPaとなるように圧調整し、温度150℃の条件で、30秒間加熱加圧し、冷却することによって、樹脂とパルプからなるシートを得た。シートの坪量及び厚さを表2に記載した。また、シートの平均厚さは125 μm 、平均密度は0.8 g/cm³となった。

[0120] [表2]

表2:シートの性状

実験例番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
添加した樹脂種	A	B	C	D	E	F	G	H	I
樹脂含有量 (質量%)	20	20	20	20	20	20	20	20	20
シートの坪量 (g/m ²)	123	117	115	117	113	121	126	122	114
シートの厚さ (各シート内の平均値) (μm)	96	87	91	94	81	97	99	91	90

得られた各例のシートにつき、幅25 mm、長さ150 mmを切り出し、これを試験片とした。各例の試験片を、室温23℃の恒温室に設置した引張試験機 (島津製作所製: AGS-X) にセットして、2 mm/minの速度で引張試験を行った。引張強さは、試験中に加わった最大の力に対応する応力とし、引張り試験のチャートから読み取った。得られた値を表3に記載した。

[0121]

[表3]

表3:評価結果

実験例番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
樹脂の評価	ガラス転移温度(°C)	69	80	82	82	81	83	62	53	24
	軟化温度(°C)	133	156	167	188	195	169	124	114	48
	酸価(mgKOH/g)	9	11	11	9	12	1	1	2	10
	粉砕性指数D	0.71	0.59	0.45	0.23	0.04	0.33	0.97	0.96	0.91
シートの評価	引張強さ(MPa)	16	25	26	32	35	27	12	8	7
	実用強度の判定	○	○	○	○	○	○	×	×	×

[0122] 5. 4. 評価結果

シートの強度として実用に足りるレベルは、用途によって異なるが、ここでは紙箱や紙器を想定しており、実用上の十分な強度は15MPa程度と考え、評価結果として、15MPaを以上のものを○とし、15MPa未満のものを×として、表3に記載した。

[0123] 表3の結果から、引張強さは、粉砕性指数Dと相関することが判明した。粉砕性指数Dは、樹脂に一定の負荷が加わったときの砕けやすさの指標と考えられる。粉砕性指数Dが大きい樹脂は、より小さい負荷により砕けやすいということである。また、シートの引張強さは、樹脂の酸価との相関は認められなかった。

[0124] なお、シートの引張強さは、樹脂のガラス転移温度及び軟化温度との弱い相関が認められた。これは、ポリエステル樹脂の場合、上記値と分子量との間に相関が見られる場合があることにより生じた傾向と考えられ、粉砕性指数のほうが、引張強さに対してより敏感な指標であると考えられる。

[0125] 樹脂と繊維とからなるシートにおいては、シート強度は繊維と樹脂とを接着することにより発現している。このようなシートに変形を起こすような力が加わった場合、樹脂による接合部が破壊して接合が解かれるか、繊維が破断するか、樹脂と繊維の界面が剥離するかによりシートの破断が発生すると考えられる。

[0126] 表3では、明確に粉砕性指数Dと引張強さに関係がみられる、そのため、各例のシートの破断は、繊維と繊維とをつなぐ樹脂の破壊が主たる要因となっていると考えられる。すなわち、シートの強度は、樹脂の粉砕性指数Dに

影響を受けており、粉碎性指数Dの低い樹脂を含んで製造されたシートの機械的強度は、高いものとなると考えられる。表3をみると、粉碎性指数Dがおよそ0.8程度よりも小さい場合に、実用上十分な強度が得られることが分かる。

[0127] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、さらに種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施形態で説明した構成と実質的に同一の構成（機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

符号の説明

[0128] 1…ホッパー、2, 3, 7, 8…管、9…ホッパー、10…供給部、12…粗砕部、14…粗砕刃、20…解繊部、22…導入口、24…排出口、40…選別部、42…導入口、44…排出口、45…第1ウェブ形成部、46…メッシュベルト、47, 47a…張架ローラー、48…吸引部、49…回転体、49a…基部、49b…突部、50…混合部、52…添加物供給部、54…管、56…ブロアー、60…堆積部、62…導入口、70…第2ウェブ形成部、72…メッシュベルト、74…張架ローラー、76…サクシオン機構、78…調湿部、80…シート形成部、82…加圧部、84…加熱部、85…カレンダーローラー、86…加熱ローラー、90…切断部、92…第1切断部、94…第2切断部、96…排出部、100…シート製造装置、102…製造部、104…制御部、S…シート、V, W…ウェブ。

請求の範囲

- [請求項1] 繊維と樹脂粉体とを、気中で混合する混合部と、
前記混合部で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成部と、を備え、
前記樹脂粉体に含まれる樹脂の粉碎性指数が、0.8以下であることを特徴とする、シート製造装置。
- [請求項2] 前記樹脂は、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂であることを特徴とする、シート製造装置。
- [請求項3] 前記樹脂粉体の体積基準の平均粒子径は、 $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載のシート製造装置。
- [請求項4] 繊維と樹脂粉体とを気中で混合する混合工程と、
前記混合工程で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成工程と、を含み、
前記樹脂粉体に含まれる樹脂の粉碎性指数が、0.8以下であることを特徴とする、シート製造方法。
- [請求項5] 前記樹脂粉体の体積基準の平均粒子径は、 $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項4に記載のシート製造方法。
- [請求項6] 非ビスフェノール系ポリエステル樹脂を含み、
粉碎性指数が、0.8以下であることを特徴とする、シート製造用の樹脂粉体。
- [請求項7] 体積基準の平均粒子径が、 $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項6に記載の樹脂粉体。
- [請求項8] 繊維と、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂と、を含み、
前記非ビスフェノール系ポリエステル樹脂の粉碎性指数が、0.8以下であることを特徴とする、シート。

補正された請求の範囲
[2016年11月11日 (11.11.2016) 国際事務局受理]

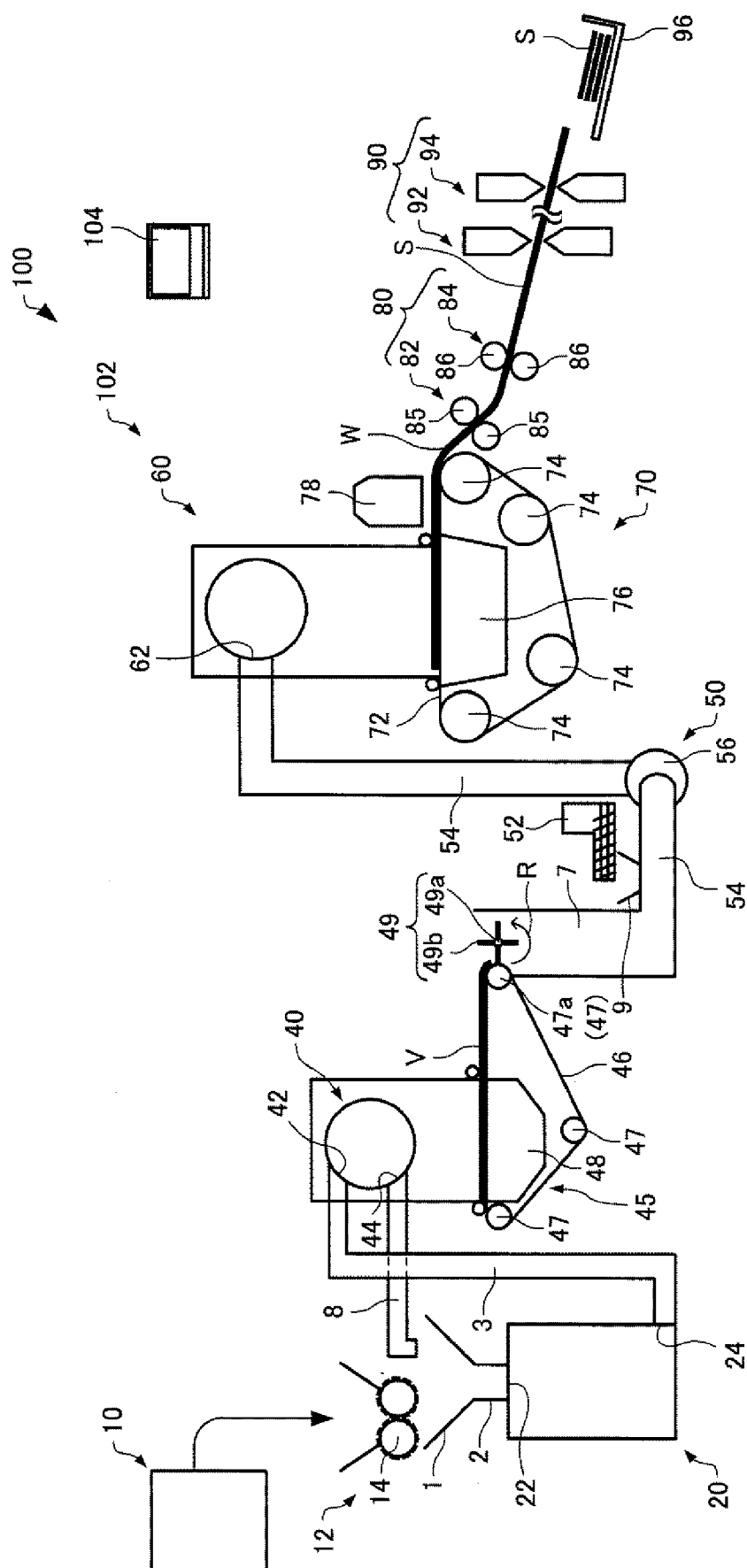
- [請求項 1] 繊維と樹脂粉体とを、気中で混合する混合部と、
前記混合部で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成部と、を備え、
前記樹脂粉体に含まれる樹脂の粉碎性指数が、0.8 以下であることを特徴とする、シート製造装置。
- [請求項 2] (補正後) 前記樹脂は、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂であることを特徴とする、請求項 1 に記載のシート製造装置。
- [請求項 3] 前記樹脂粉体の体積基準の平均粒子径は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 又は請求項 2 に記載のシート製造装置。
- [請求項 4] 繊維と樹脂粉体とを気中で混合する混合工程と、
前記混合工程で混合された混合物を堆積し、加熱してシートを形成するシート形成工程と、を含み、
前記樹脂粉体に含まれる樹脂の粉碎性指数が、0.8 以下であることを特徴とする、シート製造方法。
- [請求項 5] 前記樹脂粉体の体積基準の平均粒子径は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 4 に記載のシート製造方法。
- [請求項 6] 非ビスフェノール系ポリエステル樹脂を含み、
粉碎性指数が、0.8 以下であることを特徴とする、シート製造用の樹脂粉体。
- [請求項 7] 体積基準の平均粒子径が、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 6 に記載の樹脂粉体。
- [請求項 8] 繊維と、非ビスフェノール系ポリエステル樹脂と、を含み、
前記非ビスフェノール系ポリエステル樹脂の粉碎性指数が、0.8 以下であることを特徴とする、シート。

条約第 19 条（1）に基づく説明書

請求の範囲第 29 頁第 2 項を別紙のとおり補正する。

請求の範囲第 29 頁第 2 項の「請求項 1 に記載の」の記載は、出願時の明細書の段落 [0013] に記載された事項に基づくものである。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/003046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

D04H1/732(2012.01)i, B27N3/04(2006.01)i, B27N3/12(2006.01)i, D04H1/60(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)

B27N1/00-9/00, D04H1/00-18/04

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	WO 2015/049821 A1 (Seiko Epson Corp.), 09 April 2015 (09.04.2015), & CN 105531414 A & TW 201513983 A	1-8
A	WO 2015/097943 A1 (Seiko Epson Corp.), 02 July 2015 (02.07.2015), & TW 201525236 A	1-8
A	JP 2015-121001 A (Seiko Epson Corp.), 02 July 2015 (02.07.2015), (Family: none)	1-8

☐ 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
05 September 2016 (05.09.16)

Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. D04H1/732(2012.01)i, B27N3/04(2006.01)i, B27N3/12(2006.01)i, D04H1/60(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. B27N1/00-9/00, D04H1/00-18/04

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	WO 2015/049821 A1（セイコーエプソン株式会社）2015.04.09, & CN 105531414 A & TW 201513983 A	1-8
A	WO 2015/097943 A1（セイコーエプソン株式会社）2015.07.02, & TW 201525236 A	1-8
A	JP 2015-121001 A（セイコーエプソン株式会社）2015.07.02, （ファミリーなし）	1-8

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

05.09.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

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）

長谷川 大輔

4S

4773

電話番号 03-3581-1101 内線 3474