(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
2024年6月27日(27.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/135486 A1

(51) 国際特許分類:
D04H 3/16 (2006.01) *D04H 3/14* (2012.01)
B01D 39/16 (2006.01) *D04H 3/147* (2012.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/044573

(22) 国際出願日： 2023年12月13日(13.12.2023)

(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 2022-204063 2022年12月21日(21.12.2022) JP

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

(72) 発明者：島田 大樹(**SHIMADA Daiki**)；〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP). 村井 洸太(**MURAI Kota**)；〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (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, CV, 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, MG, MK, MN, MU, 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.

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

(54) Title: SPUN-BONDED NONWOVEN FABRIC, FILTER MATERIAL, AND AIR FILTER

(54) 発明の名称： スパンボンド不織布、フィルター濾材、ならびに、エアフィルター

(57) Abstract: The present disclosure addresses the problem of providing a spun-bonded nonwoven fabric that has high breathability and that places a low environmental burden during use and disposal, while having excellent pleating processability, shape retention, and dust removal performance. Provided is a spun-bonded nonwoven fabric composed of a composite fiber containing, as constituents, a polyester-based resin P1, a polyolefin-based resin P2 having a melting point lower by 20 ° C or more than that of the polyester-based resin P1, and a hindered amine-based compound. At least 50% of the surface of the composite fiber is the polyolefin-based resin P2. An effective unit of the hindered amine-based compound in the composite fiber is between 0.3 mg/g and 90.0 mg/g both inclusive.

(57) 要約：プリーツ加工性と形態保持性に優れ、かつ、除塵性能に優れるとともに、通気性が高く、使用時や廃棄時における環境負荷の小さいスパンボンド不織布を提供することを課題とし、ポリエステル系樹脂Ｐ１と、融点が前記ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点よりも２０℃以上低いポリオレフィン系樹脂Ｐ２と、ヒンダードアミン系化合物と、を構成成分として含む複合繊維により構成されるスパンボンド不織布であって、前記複合繊維の表面の５０％以上がポリオレフィン系樹脂Ｐ２であり、前記複合繊維における前記ヒンダードアミン系化合物の有効単位が０．３ｍｇ／ｇ以上９０．０ｍｇ／ｇ以下である、スパンボンド不織布を本旨とする。

WO 2024/135486 A1

明　細　書

発明の名称 ：

スパンボンド不織布、フィルター濾材、ならびに、エアフィルター

技術分野

[0001]　本発明は、スパンボンド不織布に関するものである。

背景技術

[0002]　近年、国連サミットでＳＤＧｓ（持続可能な開発目標）が採択されるなど、世界的にサステナブル、すなわち持続可能な社会を目指す取り組みが加速している。こうしたなか、自動車用および家庭空気清浄機用フィルターにおいても環境負荷の小さい濾材の需要が高まっている。

[0003]　これらのフィルターでは、短繊維や長繊維からなる不織布で構成されるプリーツ型濾材が広く使用されている。例えば、特許文献１では、特定のポリエステルと熱可塑性樹脂とを含有し、複屈折率、繊度が特定の範囲の長繊維で構成された、目付、縦方向の曲げ反発性、引張強度保持率、１８０℃の乾熱収縮率が特定の範囲の、交絡処理していない長繊維不織布からなり、粒子捕集効率、ＱＦ値が特定の値以上であることを特徴とするフィルター基材が提案されている。これによれば、中性能フィルターの濾過機能を維持して、屈曲疲労性に優れ、良好なプリーツ加工性とプリーツ形態保持性に優れ、５０℃未満の温度域でも耐久性に優れた各種フィルターが得られる旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－０００５３６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、特許文献１で提案されているようなフィルターについて、自動車用などのフィルターとして用いようとして、十分なプリーツ加工性、

形態保持性、および、除塵性能を付与しようとした場合には、目付を増やすこととなってしまう。そして、そのようにすると、プラスチックの使用量が増えることで環境負荷が増加することに加え、通気性が低下し、さらに厚みも大きくなることから、フィルターユニットとしての圧力損失が増加し、消費電力が大きくなってしまうという課題がある。

[0006] そこで、本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、プリーツ加工性と形態保持性に優れ、かつ、除塵性能に優れるとともに、通気性が高く、使用時や廃棄時における環境負荷の小さいスパンボンド不織布を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、上記目的を達成するべく鋭意検討を重ねた結果、特定の樹脂を構成成分として含む複合繊維により構成されるスパンボンド不織布であって、前記複合繊維の表面の５０％以上がポリオレフィン系樹脂であり、さらに、前記複合繊維において、その構成成分の１つであるヒンダードアミン系化合物の有効単位を特定の範囲とすることで、強度と剛性が格段に向上され、優れたプリーツ加工性と形態保持性を付与することができることに加え、さらに、除塵性能と通気性が格段に向上されることにより、従来のフィルターと比較して使用時や廃棄時の環境負荷を格段に低減することができるという知見を得た。

[0008] 本発明は、これらの知見に基づいて完成に至ったものであり、本発明によれば、以下の発明が提供される。

[0009] ［１］ ポリエステル系樹脂Ｐ１と、融点が前記ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点よりも２０℃以上低いポリオレフィン系樹脂Ｐ２と、ヒンダードアミン系化合物と、を構成成分として含む複合繊維により構成されるスパンボンド不織布であって、前記複合繊維の表面の５０％以上がポリオレフィン系樹脂Ｐ２であり、前記複合繊維における前記ヒンダードアミン系化合物の有効単位が０．３ｍｇ／ｇ以上９０．０ｍｇ／ｇ以下である、スパンボンド不織布。

[0010] ［２］ 見掛けの比表面積が９８０ｃｍ^2／ｇ以上１６００ｃｍ^2／ｇ以下である、請求項１に記載のスパンボンド不織布。

[0011] ［３］ 前記複合繊維の繊維同士の接点の少なくとも一部が、繊維軸方向に長さ５μｍ以上１００μｍ以下のミクロ融着部を有する、前記［１］または［２］に記載のスパンボンド不織布。

[0012] ［４］ 前記スパンボンド不織布のヨコ方向の断面における最近接繊維の平均中心間距離が５０μｍ以下である、前記［１］～［３］のいずれかに記載のスパンボンド不織布。

[0013] ［５］ 前記［１］～［４］のいずれかに記載のスパンボンド不織布を含む、フィルター濾材。

[0014] ［６］ 前記［５］に記載のフィルター濾材を含む、エアフィルター。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、プリーツ加工性と形態保持性に優れ、かつ、除塵性能に優れるとともに、通気性が高く、使用時や廃棄時における環境負荷の小さいスパンボンド不織布を提供する。これらの特性から、本発明のスパンボンド不織布は、特にフィルター用途として好適に用いることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図１は、本発明のスパンボンド不織布の捕集効率、圧力損失の評価に用いた捕集効率測定装置の態様を説明する、断面概念図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明のスパンボンド不織布は、ポリエステル系樹脂Ｐ１と、融点が前記のポリエステル系樹脂Ｐ１の融点よりも２０℃以上低いポリオレフィン系樹脂Ｐ２と、ヒンダードアミン系化合物と、を構成成分として含む複合繊維により構成されるスパンボンド不織布であって、前記の複合繊維表面の５０％以上がポリオレフィン系樹脂Ｐ２であり、前記複合繊維における前記ヒンダードアミン系化合物の有効単位が０．３ｍｇ／ｇ以上９０．０ｍｇ／ｇ以下である。

[0018] このようにすることにより、プリーツ加工性と形態保持性に優れ、かつ、

除塵性能に優れるとともに、通気性が高く、使用時や廃棄時における環境負荷の小さいスパンボンド不織布とすることができる。

[0019] 以下に、本発明の構成要素について詳細に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下に説明する範囲に何ら限定されるものではない。

[0020] ［ポリエステル系樹脂Ｐ１］

本発明のスパンボンド不織布を構成する複合繊維は、ポリエステル系樹脂Ｐ１を構成成分として含む。このようにすることにより、実用に供しうる十分な強度や剛性を有するスパンボンド不織布とすることができる。なお、本発明において、「ポリエステル系樹脂」とは、後述するポリエチレンテレフタレートなどの各ポリエステル樹脂、それらの混合物、ならびにそれらの共重合体から選ばれた樹脂を指す。なお、これらの樹脂は通常用いられる添加剤を含んでも良い。以降、特記がない限り、「・・・系樹脂」との記載があるものは同様である。

[0021] ポリエステル系樹脂Ｐ１は、酸成分とアルコール成分とをモノマーとしてなる高分子重合体を主成分とする。なお、本発明において、「主成分」とは、全体の質量に対する当該成分の質量の割合が、５０質量%より多いことを指す。以降、特記がない限り、「主成分」との記載があるものは同様である。

[0022] 酸成分としては、フタル酸（オルト体）、イソフタル酸、テレフタル酸等の芳香族カルボン酸、アジピン酸やセバシン酸等の脂肪族ジカルボン酸、およびシクロヘキサンカルボン酸等の脂環族ジカルボン酸等を用いることができる。また、アルコール成分としては、エチレングリコール、ジエチレングリコールおよびポリエチレングリコール等を用いることができる。

[0023] ポリエステル系樹脂Ｐ１の例としては、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）、ポリトリメチレンテレフタレート（ＰＴＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）、ポリ乳酸（ＰＬＡ）およびポリブチレンサクシネート（ＰＢＳ）等が挙げられる。なかでも、融点が高く耐熱性に優れ、かつ強度や剛性にも優れたＰＥＴが好ましく

用いられる。

[0024] また、ポリエステル系樹脂Ｐ１には、本発明の効果を損なわない範囲で、通常用いられる酸化防止剤、耐候安定剤、耐光安定剤、耐熱安定剤、帯電防止剤、帯電助剤、紡曇剤、ブロッキング防止剤、艶消し剤、防カビ剤、抗菌剤、抗ウイルス剤、難燃剤、金属酸化物、親水剤、結晶核剤、顔料、ポリエチレンワックスを含む滑剤、脂肪族ビスアミドおよび／または脂肪族モノアミド等の添加物、あるいは他の重合体を必要に応じて添加することができる。

[0025] ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点は、２００℃以上３２０℃以下であることが好ましい。ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点が好ましくは２００℃以上、より好ましくは２２０℃以上、さらに好ましくは２４０℃以上であることにより、耐熱性に優れるスパンボンド不織布を得ることができる。一方、ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点が好ましくは３２０℃以下、より好ましくは３００℃以下、さらに好ましくは２８０℃以下であることにより、不織布製造時のエネルギー消費を抑えるとともに、後述するポリエステル系樹脂Ｐ１よりも融点が２０℃以上低い熱可塑性樹脂Ｐ２が、不織布製造時に熱劣化することを抑制することができる。また紡糸口金から吐出された糸条を冷却し易くなり、繊維同士の過度な融着が抑制され、地合の均一性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0026] ここで、ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点とは、ポリエステル系樹脂Ｐ１を示差走査型熱量測定法（ＤＳＣ）によって測定して得られる、最大の融解ピーク温度を指す。スパンボンド不織布、あるいは、これを構成する複合繊維からポリエステル系樹脂Ｐ１の融点を測定する場合、以下の手順によって算出される値を採用するものとする。

（１）スパンボンド不織布から０．５ｍｇ～５ｍｇの複合繊維片を採取する。複合繊維から測定する場合は、該複合繊維を切断するなどして０．５ｍｇ～５ｍｇの複合繊維片とする。

（２）（１）の複合繊維片について、示差走査型熱量計（ＤＳＣ、例えば、

ＰｅｒＫｉｎ－Ｅｌｍｅｒ社製「ＤＳＣ　８５００」など）を用い、昇温速度２０℃／分で、常温から３５０℃まで昇温して、ＤＳＣ曲線を得る。

（３）ＤＳＣ曲線から融解吸熱ピークのピークトップ温度（融解ピーク温度）を読み取り、最も高温の融解ピーク温度をポリエステル系樹脂Ｐ１の融点とする。

[0027]　ポリエステル系樹脂Ｐ１の固有粘度（ＩＶ）は、０．５５以上０．７５以下であることが好ましい。固有粘度（ＩＶ）が、好ましくは０．５５以上、より好ましくは０．６０以下、さらに好ましくは０．６２以上であることにより、単糸強度が高くなる。一方、固有粘度（ＩＶ）が、好ましくは０．７５以下、より好ましくは０．７０以下、さらに好ましくは０．６８以下であることにより、不織布製造時の曳糸性を向上させることができる。

[0028]　なお、本発明において、ポリエステル系樹脂Ｐ１の固有粘度（ＩＶ）は次の方法で測定される値を採用するものとする。

（１）オルソクロロフェノール１００ｍＬに対し試料８ｇを溶解し、下記式により、温度２５℃においてオストワルド粘度計を用いて相対粘度η_rを求める

$$\eta_r = \eta / \eta_0 = (t \times d) / (t_0 \times d_0)$$

ここで、ηはポリマー溶液の粘度、η_0はオルソクロロフェノールの粘度、ｔは溶液の落下時間（秒）、ｄは溶液の密度（ｇ／ｃｍ^3）、t_0はオルソクロロフェノールの落下時間（秒）、d_0はオルソクロロフェノールの密度（ｇ／ｃｍ^3）を表す。

（２）相対粘度η_rから、下記式により固有粘度（ＩＶ）を算出し、小数点以下第３位を四捨五入する

$$\text{固有粘度（IV）} = 0.0242\eta_r + 0.2634。$$

[0029]　［ポリオレフィン系樹脂Ｐ２］

本発明のスパンボンド不織布を構成する複合繊維は、さらに、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２を構成成分として含む。

[0030]　ポリオレフィン系樹脂Ｐ２は、ポリエステル系樹脂Ｐ１よりも融点が２０

℃以上低い。ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点よりも２０℃以上、好ましくは５０℃以上、より好ましくは８０℃以上低い融点であることにより、後述する製造工程における熱エンボスロールなどへの貼り付きが抑制されることとなるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0031] ここで、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点とは、熱可塑性樹脂Ｐ２を示差走査型熱量測定法（ＤＳＣ）によって測定して得られる、最大の融解ピーク温度を指す。スパンボンド不織布、あるいは、これを構成する複合繊維からポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点を測定する場合、以下の手順によって算出される値を採用するものとする。

（１）スパンボンド不織布から０．５ｍｇ～５ｍｇの複合繊維片を採取する。複合繊維から測定する場合は、該複合繊維を切断するなどして０．５ｍｇ～５ｍｇの複合繊維片とする。

（２）（１）の複合繊維片について、示差走査型熱量計（ＤＳＣ、例えば、ＰｅｒＫｉｎ－Ｅｌｍｅｒ社製「ＤＳＣ　８５００」など）を用い、昇温速度２０℃／分で、常温から３５０℃まで昇温して、ＤＳＣ曲線を得る。

（３）ＤＳＣ曲線から融解吸熱ピークのピークトップ温度（融解ピーク温度）を読み取り、最も低温の融解ピーク温度をポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点とする。

[0032] また、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点は、１００℃以上２４０℃以下であることが好ましい。ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点が好ましくは１００℃以上、より好ましくは１１０℃以上、さらに好ましくは１２０℃以上であることにより、実用に耐えうる耐熱性を有するスパンボンド不織布となる。一方、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点が好ましくは２４０℃以下、より好ましくは２１０℃以下、さらに好ましくは１８０℃以下であることにより、熱接着時に加熱ロールに貼り付き、シートに歪みやシワが発生して品位が低下することを防ぐとともに、熱接着性を向上し、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0033] ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の例としては、ポリエチレン系樹脂、ポリプロ

ピレン系樹脂、ポリブテン系樹脂、ポリメチルペンテン系樹脂等が挙げられる。ポリオレフィン系樹脂は熱接着性が求められる用途に好適であり、なかでも、紡糸性に優れることから、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂が好ましく用いられる。さらに、後述するようなエレクトレット処理がなされた後の帯電性や電荷保持性が高いことから、ポリプロピレン系樹脂がより好ましく用いられる。

[0034] ポリエチレン系樹脂とは、繰り返し単位としてエチレン単位を有する樹脂を意味し、エチレンの単独重合体もしくはエチレンと各種α－オレフィンとの共重合体などが挙げられる。なかでも、紡糸安定性や強度の低下を防ぐため、エチレンの単独重合体が好ましい。エチレンと各種α－オレフィンとの共重合体としては、エチレンと炭素数３～５のα－オレフィンとの共重合体が好ましい。また前記炭素数３～５のα－オレフィンとしては、プロピレン、１－ブテン、１－ペンテンが挙げられるが、なかでも１－ブテンがより好ましい。このようにすることにより、溶融時の分子鎖の絡み合いを抑え、糸切れを抑制するとともに、非晶成分の増加により熱接着時に加熱ロールに貼り付き、シートに歪みやシワが発生して品位が低下することを防ぐことができる。

[0035] エチレンと各種α－オレフィンとの共重合体を用いる場合、α－オレフィンの含有量は、ポリエチレン系樹脂の重合成分に対して０．１ｍｏｌ％以上１０ｍｏｌ％以下であることが好ましい。α－オレフィンの含有量が好ましくは０．１ｍｏｌ％以上１０ｍｏｌ％以下、より好ましくは０．１ｍｏｌ％以上７ｍｏｌ％以下、さらに好ましくは０．１ｍｏｌ％以上５ｍｏｌ％以下であることにより、後述する製造工程における紡糸時の糸切れや熱エンボスロールなどへの貼り付きが抑制されることとなるため、歪みやシワなどの欠陥の少ないスパンボンド不織布となる。

[0036] ポリエチレン系樹脂の重合成分中のα－オレフィン種およびα－オレフィン含有量は、例えば、核磁気共鳴装置（ＮＭＲ）による検出ピーク位置およびピーク面積比率から算出することができる。

[0037] またポリエチレン系樹脂としては、中密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン（以下、ＨＤＰＥと略すことがある。）、または直鎖状低密度ポリエチレン（以下、ＬＬＤＰＥと略すことがある。）などが挙げられる。なかでも、後述する製造工程における紡糸時の糸切れが抑制されることとなるため、表面欠陥の少ないスパンボンド不織布となることから、ＨＤＰＥまたはＬＬＤＰＥが好ましく用いられる。

[0038] ポリエチレン系樹脂の融点は、１００℃以上１５０℃以下であることが好ましい。ポリエチレン系樹脂の融点が好ましくは１００℃以上、より好ましくは１１０℃以上、さらに好ましくは１２０℃以上であることにより、実用に耐え得る耐熱性を得やすくなる。また、融点が好ましくは１５０℃以下、より好ましくは１４０℃以下、さらに好ましくは１３５℃以下であることにより、後述する製造工程において、紡糸口金から吐出された糸条を冷却しやすくなり、繊維同士の融着を抑制されることとなるため、地合の均一性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0039] ポリエチレン系樹脂の固体密度は、０．９３５ｇ／ｃｍ^{3}以上０．９７０ｇ／ｃｍ^{3}以下であることが好ましい。ポリエチレン系樹脂の固体密度が、好ましくは０．９３５ｇ／ｃｍ^{3}以上、より好ましくは０．９４０ｇ／ｃｍ^{3}以上、さらに好ましくは０．９４５ｇ／ｃｍ^{3}以上であることにより、後述する製造工程における熱エンボスロールなどへの貼り付きが抑制されることとなるため、歪みやシワなどの欠陥の少ないスパンボンド不織布となる。また、ポリエチレン系樹脂の固体密度が、好ましくは０．９７０ｇ／ｃｍ^{3}以下、より好ましくは０．９６５ｇ／ｃｍ^{3}以下、さらに好ましくは０．９６０ｇ／ｃｍ^{3}以下であることにより、後述する製造工程における紡糸時の糸切れが抑制されることとなるため、表面欠陥の少ないスパンボンド不織布となる。

[0040] 一方、ポリプロピレン系樹脂としては、プロピレンの単独重合体もしくはプロピレンとエチレン、各種α－オレフィンとの共重合体などが挙げられる。なかでも、紡糸安定性や強度の低下を防ぐため、プロピレンの単独重合体が好ましい。

[0041] プロピレンと各種α－オレフィンとの共重合体を用いる場合、共重合成分としては、紡糸安定性に優れることから、エチレンや１－ブテンが好ましく、エチレンがより好ましい。また、共重合比率は、紡糸安定性や強度の低下を防ぐため、好ましくは１５ｍｏｌ％以下、より好ましくは１０ｍｏｌ％以下、さらに好ましくは５ｍｏｌ％以下である。

[0042] ポリプロピレン系樹脂の重合成分中のα－オレフィン種およびα－オレフィン含有量は、例えば、核磁気共鳴装置（ＮＭＲ）による検出ピーク位置およびピーク面積比率から算出することができる。

[0043] ポリプロピレン系樹脂の融点は、１２０℃以上１８０℃以下であることが好ましい。ポリプロピレン系樹脂の融点が好ましくは１２０℃以上、より好ましくは１３０℃以上、さらに好ましくは１４０℃以上であることにより、実用に耐え得る耐熱性を得やすくなる。また、前記の融点が好ましくは１８０℃以下、より好ましくは１７０℃以下、さらに好ましくは１６０℃以下であることにより、紡糸口金から吐出された糸条を冷却し易くなり、繊維同士の融着を抑制して、地合の均一性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0044] また、本発明に係るポリオレフィン系樹脂は２種以上の混合物であってもよく、主となるポリオレフィン系樹脂（ポリオレフィン系樹脂中、最も大きな質量％を占めるポリオレフィンのことを指す）の他に、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ－４－メチル－１－ペンテンなどのポリオレフィン系樹脂、熱可塑性エラストマー、低融点ポリエステル、および低融点ポリアミド等の熱可塑性樹脂を含有する樹脂組成物を用いることもできる。ただし、主となるポリオレフィン系樹脂の特性を十分に発現させるため、混合する他の熱可塑性樹脂の比率は２０質量％以下であることが好ましく、より好ましくは１０質量％以下、さらに好ましくは５質量％以下である。

[0045] そして、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２には、本発明の効果を損なわない範囲で、通常用いられる酸化防止剤、耐候安定剤、耐光安定剤、耐熱安定剤、帯電防止剤、帯電助剤、紡曇剤、ブロッキング防止剤、艶消し剤、抗菌剤、防カビ剤、抗アレルゲン剤、抗ウイルス剤、ビタミン剤、難燃剤、金属酸化物

、親水剤、結晶核剤、顔料、ポリエチレンワックスを含む滑剤、脂肪族ビスアミドおよび／または脂肪族モノアミド等の添加物、あるいは他の重合体を必要に応じて添加することができる。

[0046] ポリオレフィン系樹脂Ｐ２のメルトフローレート（以下、ＭＦＲと略すことがある。）は、１ｇ／１０分以上１００ｇ／１０分以下であることが好ましい。ポリオレフィン系樹脂Ｐ２のＭＦＲが好ましくは１ｇ／１０分以上、より好ましくは１０ｇ／１０分以上、さらに好ましくは２０ｇ／１０分以上であることにより、後述する製造工程における紡糸時の糸切れが抑制されることとなるため、表面欠陥の少ないスパンボンド不織布となる。一方、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２のＭＦＲが好ましくは１００ｇ／１０分以下、より好ましくは８０ｇ／１０分以下、さらに好ましくは６０ｇ／１０分以下であることにより、単糸強度が高くなるため、強度や剛性に優れるスパンボンド不織布となる。もちろん、ＭＦＲの異なる２種類以上の樹脂を任意の割合でブレンドして、本発明で用いられるポリオレフィン系樹脂のＭＦＲを調整することもできる。

[0047] このポリオレフィン系樹脂Ｐ２のＭＦＲは、ＡＳＴＭ Ｄ１２３８－１０「Ｓｔａｎｄａｒｄ Ｔｅｓｔ Ｍｅｔｈｏｄ ｆｏｒ Ｍｅｌｔ Ｆｌｏｗ Ｒａｔｅｓ ｏｆ Ｔｈｅｒｍｏｐｌａｓｔｉｃｓ ｂｙ Ｅｘｔｒｕｓｉｏｎ Ｐｌａｓｔｏｍｅｔｅｒ」（Ａ法）によって測定される値を採用する。この規格によれば、ポリエチレンは荷重：２．１６ｋｇ、温度：１９０℃にて、ポリプロピレンは荷重：２．１６ｋｇ、温度：２３０℃にて測定することが規定されている。

[0048] また、ポリオレフィン系樹脂として、石油由来の成分を含む樹脂やバイオマス由来の成分を含む樹脂を用いることができるが、バイオマス由来の成分を含む樹脂が好ましい。また、バイオマス由来の炭素の存在割合が、ポリオレフィン系樹脂を構成する全炭素に対し２０％以上を占めることが好ましく、５０％以上を占めることがより好ましく、９０％以上を占めることがさらに好ましい。このようにすることにより、環境負荷の小さいスパンボンド不

織布となる。

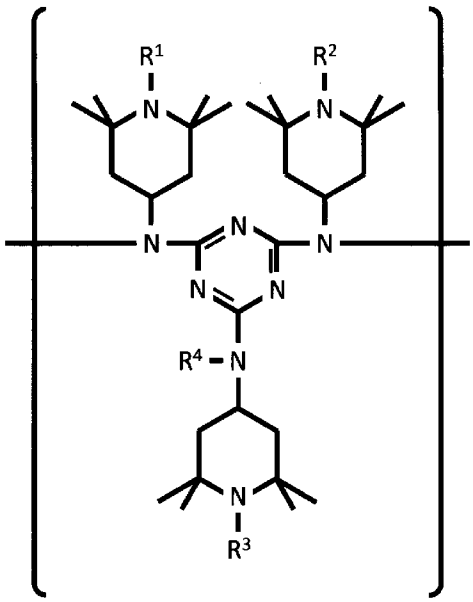
[0049] また、本発明におけるポリオレフィン系樹脂としては、バイオマス由来の成分を重合して新たに得られたポリオレフィン系樹脂のみならず、バイオマス由来のポリオレフィン系樹脂が含有されてなるリサイクルのポリオレフィン系樹脂も包含するものである。

[0050] バイオマス由来の炭素原子の割合は、ＡＳＴＭ Ｄ６８６６－２２「Ｓｔａｎｄａｒｄ Ｔｅｓｔ Ｍｅｔｈｏｄｓ ｆｏｒ Ｄｅｔｅｒｍｉｎｉｎｇ ｔｈｅ Ｂｉｏｂａｓｅｄ Ｃｏｎｔｅｎｔ ｏｆ Ｓｏｌｉｄ, Ｌｉｑｕｉｄ, ａｎｄ Ｇａｓｅｏｕｓ Ｓａｍｐｌｅｓ Ｕｓｉｎｇ Ｒａｄｉｏｃａｒｂｏｎ Ａｎａｌｙｓｉｓ」に記載の加速器質量分析（Ｂ法）による炭素１４濃度測定法により測定される。この方法では、炭素原子の放射性同位体量から当該成分がバイオマス由来のものであるか、石油由来のものであるかを知ることができる。炭素原子が全てバイオマス由来である場合、バイオマス由来の炭素原子の割合は１００％となる。

[0051] ［ヒンダードアミン系化合物］

本発明のスパンボンド不織布を構成する複合繊維は、さらに、ヒンダードアミン系化合物を構成成分として含む。より好ましくは、下記の一般式（１）で表されるヒンダードアミン系化合物を構成成分として含有する。

[0052] [化1]



・・・ 一般式(1)

[0053] （ここで、R^1～R^3は水素または炭素原子数１～２のアルキル基、R^4は水素または炭素数１～６のアルキル基である）

このようにすることにより、後述するようなエレクトレット処理がなされた後の帯電性や電荷保持性が高いスパンボンド不織布となる。そして、このようなスパンボンド不織布は、フィルターとしての優れた除塵性能を有することから、本発明のスパンボンド不織布を単体で粗塵フィルターとして用いたりすることができる。

[0054] 上記のヒンダードアミン系化合物としては、例えば、ポリ［（６－（１，１，３，３－テトラメチルブチル）アミノ－１，３，５－トリアジン－２，４－ジイル）（（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）イミノ）ヘキサメチレン（（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）イミノ）］（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、“キマソーブ”（登録商標）９４４ＬＤ）、コハク酸ジメチル－１－（２－ヒドロキシエチル）－４－ヒドロキシ－２，２，６，６－テトラメチルピペリジン重縮合物（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、“チヌビン”（登録商標）６２２ＬＤ）、および２－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシベンジル）－２－ｎ－ブチルマロン酸ビス（１，２，２，６，６－ペンタメチル－４－ピペリジル）（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、“チヌビン”（登録商標）１４４）、ジブチルアミン・１，３，５－トリアジン・Ｎ，Ｎ’－ビス（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル－１，６－ヘキサメチレンジアミン・Ｎ－（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）ブチルアミンの重縮合物（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、“キマソーブ”（登録商標）２０２０ＦＤＬ）などが挙げられる。

[0055] そして、上記の一般式（１）で表されるヒンダードアミン系化合物としては、例えば、ポリ［（６－（１，１，３，３－テトラメチルブチル）アミノ－１，３，５－トリアジン－２，４－ジイル）（（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）イミノ）ヘキサメチレン（（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）イミノ）］（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、

“キマソーブ”（登録商標）９４４ＬＤ）、ジブチルアミン・１，３，５－トリアジン・Ｎ，Ｎ’－ビス（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル－１，６－ヘキサメチレンジアミン・Ｎ－（２，２，６，６－テトラメチル－４－ピペリジル）ブチルアミンの重縮合物（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、“キマソーブ”（登録商標）２０２０ＦＤＬ）などが挙げられる。もちろん、複数種類のヒンダードアミン系化合物が組み合わせられて含有するものでもよい。

[0056] 複合繊維にヒンダードアミン系化合物が含有されていることは、以下のようにして特定することとする。

（１）本発明のスパンボンド不織布から小片サンプルを幅方向に５個採取する。

（２）小片サンプルをメタノール／クロロホルム混合溶液でソックスレー抽出し、抽出物についてＨＰＬＣ分取を繰り返す。

（３）各分取物について、ＩＲ測定、ＧＣ測定、ＧＣ／ＭＳ測定、ＭＡＬＤＩ－ＭＳ測定、^{1}Ｈ－ＮＭＲ測定、および^{13}Ｃ－ＮＭＲ測定などの機器分析を用いて構造を特定する。

[0057] ［複合繊維］

本発明のスパンボンド不織布は、前記のポリエステル系樹脂Ｐ１と、前記のポリオレフィン系樹脂Ｐ２と、前記のヒンダードアミン系化合物と、を構成成分として含む複合繊維により構成される。

[0058] そして、前記の複合繊維は、その表面の５０％以上が前記のポリオレフィン系樹脂Ｐ２である。これは、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２による複合繊維の表面の被覆率が５０％以上であることを意味するものであり、複合繊維の表面の５０％以上（表面の被覆率が５０％以上、以下同様である。）、好ましくは８０％以上、より好ましくは９０％以上、さらに好ましくは１００％が前記のポリオレフィン系樹脂Ｐ２であることにより、単糸強度と熱接着性を兼ね備えた複合繊維とし、実用に供しうる十分な強度や剛性を有するスパンボンド不織布となる。さらに、後述するようなエレクトレット処理がなされ

た後の帯電性や電荷保持性が高め、除塵性能に優れたスパンボンド不織布となる。

[0059] なお、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２による複合繊維の表面の被覆率（％）は、以下の手順によって算出される値を採用するものとする。

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を１０個採取する。

（２）小片サンプルをビスフェノール系エポキシ樹脂で樹脂包埋し、樹脂が硬化した後、ミクロトームにより断面を切り出す。この際、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、そのマクロ融着部以外の箇所（非マクロ融着部）の中心を通過するように断面サンプルを切り出す。

（３）マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）で、スパンボンド不織布の断面写真を撮影する。このとき、複合繊維における異なる熱可塑性樹脂の界面が明瞭に観察できる倍率（およそ３００倍～３０００倍程度）で撮影する。また、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、マクロ融着部間の中心で撮影する。

（４）測定が可能なすべての繊維断面について、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２による複合繊維の表面の被覆率を測定する。

（５）すべての測定値を平均し、小数点以下第１位を四捨五入してポリオレフィン系樹脂Ｐ２による複合繊維の表面の被覆率とする。

[0060] また、上記のポリオレフィン系樹脂Ｐ２による複合繊維の表面の被覆率（％）は、複合繊維の複合形態、断面形状などによって調整することができる。

[0061] 複合繊維の複合形態としては、例えば、同心芯鞘型、偏心芯鞘型、海島型、サイドバイサイド型などの複合形態を用いることができる。中でも、紡糸性に優れ、熱接着により繊維同士を均一に接着させることができ、かつ、除塵性能を向上させることができることから、同心芯鞘型、偏心芯鞘型の複合

形態とすることがより好ましく、とりわけ、熱接着性と除塵性能の観点から、同心芯鞘型の複合形態とすることが特に好ましい態様である。

[0062] そして、複合繊維の断面形状としては、丸断面の他、扁平断面、および、Ｙ型やＣ型などの異形断面であってもよい。なかでも、曳糸性に優れ、高い紡糸速度で紡糸することで単糸強度の優れた複合繊維とすることができることから、丸断面がより好ましい態様である。また断面形状として中空断面を適用することもできるが、後述する製造工程における紡糸時の糸切れが抑制されることとなり、表面欠陥の少ないスパンボンド不織布となることから、中実断面が好ましい態様である。

[0063] また、本発明に係る複合繊維は、その複合繊維における前記のヒンダードアミン系化合物の有効単位が０．３ｍｇ／ｇ以上９０．０ｍｇ／ｇ以下である。ここで、ヒンダードアミン系化合物の有効単位とは、前記複合繊維に含有されるヒンダードアミン系化合物のうち、エレクトレット処理がなされた後の帯電性や電荷保持性に有効に寄与するヒンダードアミン系化合物の質量割合を示す指標である。このヒンダードアミン系化合物の有効単位が、０．３ｍｇ／ｇ以上、好ましくは０．５ｍｇ／ｇ以上、より好ましくは１．０ｍｇ／ｇ以上、さらに好ましくは１．５ｍｇ／ｇ以上であることにより、帯電性や電荷保持性に優れたスパンボンド不織布となる。一方、ヒンダードアミン系化合物の有効単位が、９０．０ｍｇ／ｇ以下、好ましくは３０．０ｍｇ／ｇ以下、より好ましくは１０．０ｍｇ／ｇ以下、さらに好ましくは５．０ｍｇ／ｇ以下であることにより、後述する製造工程における紡糸時の糸切れが抑制されることとなるため、表面欠陥の少ないスパンボンド不織布となる。

[0064] なお、複合繊維におけるヒンダードアミン系化合物の有効単位（ｍｇ／ｇ）は、以下のようにして測定、算出される値を用いることとする。

（１）本発明のスパンボンド不織布から小片サンプルを幅方向に５個採取し、それぞれの質量（ｇ）を測定する。

（２）小片サンプルをメタノール／クロロホルム混合溶液でソックスレー抽

出し、抽出物についてのみ、さらに高速液体クロマトグラフィー（ＨＰＬＣ）で分取を繰り返す。このＨＰＬＣは、以下の条件で分取を行うこととする。

・カラム：有機シリカハイブリッド(粒子径１～５μｍ)

・移動相：アンモニア水溶液、アンモニアメタノール溶液、およびこれらの混合液

（３）各分取物について、ＩＲ測定、ＧＣ測定、ＧＣ／ＭＳ測定、ＭＡＬＤＩ－ＭＳ測定、^{1}Ｈ－ＮＭＲ測定、および^{13}Ｃ－ＮＭＲ測定などの機器分析を用いて構造を特定する。

（４）すべての小片サンプルから得られたヒンダードアミン系化合物の含まれる分取物の質量の合計値（ｍｇ）を、すべての小片サンプルの質量の合計値（ｇ）で除して、その値（ｍｇ／ｇ）を小数点以下第２位で四捨五入し、ヒンダードアミン系化合物の有効単位（ｍｇ／ｇ）とする。

[0065] また、この複合繊維におけるヒンダードアミン系化合物の有効単位（ｍｇ／ｇ）は、前記のポリオレフィン系樹脂Ｐ２に含有させるヒンダードアミン系化合物の質量、複合繊維の複合形態、後述の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオフィン系樹脂Ｐ２の体積比率などを適切に調整することにより制御することができる。

[0066] さらに、本発明に係る複合繊維は、繊維同士の接点の少なくとも一部が繊維軸方向に長さ５μｍ以上１００μｍ以下のミクロ融着部を有することが好ましい。

[0067] この「ミクロ融着部」とは、後述するマクロ融着部以外の部分（非マクロ融着部）において、隣接する繊維と融着している部分であり、「繊維同士の接点」とは、このミクロ融着部の他に、繊維同士が交絡している部分や繊維同士が融着せずに単に接しているだけの部分も含まれる。

[0068] そして、ミクロ融着部は、繊維軸方向に長さ５μｍ以上１００μｍ以下である。このようなミクロ融着部を有していることにより、強度や剛性に優れ、かつ、通気性の高いスパンボンド不織布となる。

[0069] 複合繊維が上記のミクロ融着部を有する場合には、スパンボンド不織布の断面より、複合繊維を、マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）を用いて観察することで確認することができる。この際、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、非マクロ融着部でミクロ融着部を確認するものとする。

[0070] ミクロ融着部を有する接点の数比率は、繊維同士の接点の総数に対して、好ましくは２０％以上１００％以下、より好ましくは５０％以上１００％以下、さらに好ましくは８０％以上１００％以下である。このように、繊維同士の接点に占めるミクロ融着部の割合が多くなることにより、さらに強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0071] なお、ミクロ融着部を有する接点の数比率は、以下の手順によって算出される値を採用するものとする。

（１）後述の最近接繊維の平均中心間距離（μｍ）の測定と同様の手順で、スパンボンド不織布のヨコ方向の断面写真を５枚撮影する。

（２）断面写真内の繊維同士の接点の数と、ミクロ融着部を有する接点の数をカウントする。

（３）すべての断面写真のミクロ融着部を有する接点の総数を、すべての断面写真の繊維同士の接点の総数で除して、百分率で表記し、小数点以下第１位を四捨五入してミクロ融着部を有する接点の数比率とする。

[0072] また、前記のミクロ融着部を有させること自体は、前記の複合繊維の複合形態、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオフィン系樹脂Ｐ２の体積比率、および／または、後述する紡糸温度、紡糸口金単孔あたりの吐出量、紡糸冷却条件（冷却風の温度、風量など）、熱風を貫通させて繊維接点同士を熱融着させる条件（熱風の温度、熱風を貫通させる時間など）などを適切に調整することにより達成することができ、そのミクロ融着部を有する接点の数比率（％）は、前記の複合繊維の複合形態、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオフィン系樹脂Ｐ２の体積比率、後述するスパ

ンボンド不織布の見掛け密度、最近接繊維の平均中心間距離、および／または、後述する紡糸温度、紡糸口金単孔あたりの吐出量、紡糸冷却条件（冷却風の温度、風量など）、熱風を貫通させて繊維接点同士を熱融着させる条件（熱風の温度、熱風を貫通させる時間など）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0073] また、本発明のスパンボンド不織布を構成する複合繊維は、平均単繊維径が１５．０μｍ以上４０．０μｍ以下であることが好ましい。この平均単繊維径の範囲について、その下限が好ましくは１５．０μｍ以上、より好ましくは２０．０μｍ以上、さらに好ましくは２２．０μｍ以上、特に好ましくは２４．０μｍ以上であることにより、通気性に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が好ましくは４０．０μｍ以下、より好ましくは３４．０μｍ以下、さらに好ましくは３２．０μｍ以下、特に好ましくは２９．０μｍ以下であることにより、除塵性能に優れるとともに、ミクロ融着部が多くなるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0074] なお、スパンボンド不織布を構成する複合繊維の平均単繊維径（μｍ）は、以下の手順によって算出される値を採用するものとする。

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を１０個採取する。

（２）マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）で３００倍～１０００倍の表面写真を撮影し、各サンプルから５本ずつ、計５０本の非融着部の複合繊維の幅（直径）を測定する。複合繊維の断面が異形の場合には断面積を測定し、同一の断面積を有する正円の直径を求める。非融着部とは、繊維が互いに融着したり変形したりしていない部分である。

（３）測定した５０本の直径の値を平均し、小数点以下第２位を四捨五入して平均単繊維径（μｍ）とする。

[0075] そして、この平均単繊維径は、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオフィン系樹脂Ｐ２の体積比率、および／または、後述する紡糸温度、紡糸口金単孔あたりの吐出量、紡糸速度などを適切に調整することにより制御することができる。

[0076] 本発明に係る複合繊維は、ポリエステル系樹脂Ｐ１の体積比率が１０体積％以上９０体積％以下であることが好ましい。ポリエステル系樹脂Ｐ１の体積比率が好ましくは１０体積％以上、より好ましくは３０体積％以上、さらに好ましくは５０体積％以上、特に好ましくは７０体積％以上であることにより、単糸強度を向上させ、実用に供しうる十分な強度を有するスパンボンド不織布となるとともに、後述する製造工程における熱エンボスロールなどへの貼り付きが抑制されることとなるため、歪みやシワなどの欠陥の少ないスパンボンド不織布となる。一方、ポリエステル系樹脂Ｐ１の体積比率が好ましくは９５体積％以下、より好ましくは９０体積％以下、さらに好ましくは８５体積％以下、特に好ましくは８０体積％以下であることにより、熱接着時にポリオレフィン系樹脂Ｐ２同士が強固に融着し、実用に供しうる十分な強度や剛性を有するスパンボンド不織布となる。

[0077] 本発明に係る複合繊維は、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率が５体積％以上９０体積％以下であることが好ましい。ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率が好ましくは５体積％以上、より好ましくは１０体積％以上、さらに好ましくは１５体積％以上、特に好ましくは２０体積％以上であることにより、熱接着時にポリオレフィン系樹脂Ｐ２同士が強固に融着し、実用に供しうる十分な強度や剛性を有するスパンボンド不織布となる。さらに、後述するようなエレクトレット処理がなされた後の帯電性や電荷保持性が高め、除塵性能に優れたスパンボンド不織布となる。一方、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率が好ましくは９０体積％以下、より好ましくは７０体積％以下、さらに好ましくは５０体積％以下、特に好ましくは３０体積％以下であることにより、後述する製造工程における熱エンボスロールなどへの貼り付きが抑制されることとなるため、歪みやシワなどの欠陥の少ないスパンボン

ド不織布となる。

[0078] なお、本発明においては、複合繊維における前記のポリエステル系樹脂Ｐ１の体積比率、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率には、複合繊維における前記のヒンダードアミン系化合物の含有量が複合繊維中１０質量％以下である限りにおいて、前記のヒンダードアミン系化合物の体積比率が０体積％であるものと見なすこととする。

[0079] ［スパンボンド不織布］

本発明のスパンボンド不織布は、前記の複合繊維により構成される。そして、前記のスパンボンド不織布のヨコ方向の断面における最近接繊維の平均中心間距離（以降、単に「最近接繊維の平均中心間距離」と略記することがある）が５０μｍ以下であることが好ましい。この最近接繊維の平均中心間距離の範囲について、その上限が、好ましくは５０μｍ以下、より好ましくは４６μｍ以下、さらに好ましくは４２μｍ以下であることにより、繊維同士の接点におけるミクロ融着部の形成を増えることとなるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。さらに、スパンボンド不織布の断面における繊維密度の粗密が形成されるため、通気性に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の最近接繊維の平均中心間距離の範囲について、その下限は、複合繊維の直径と同一の値となるが、好ましくは３０μｍ以上、より好ましくは３４μｍ以上、さらに好ましくは３８μｍ以上であることにより、繊維同士が過度に融着されることが抑制されるため、スパンボンド不織布の地合が良好なものとなり、強度や剛性のばらつきが小さいスパンボンド不織布となる。

[0080] ここで、本発明において、スパンボンド不織布の「ヨコ方向」とは、スパンボンド不織布を製造する際のシート搬送方向、すなわち、不織布ロールにおける巻き取り方向に対して垂直に交差する方向（ＣＤ方向、Ｃｒｏｓｓ Ｄｉｒｅｃｔｉｏｎ）を指すものであり、スパンボンド不織布の「タテ方向」とは、スパンボンド不織布を製造する際のシート搬送方向、すなわち、不織布ロールにおける巻き取り方向（ＭＤ方向、Ｍａｃｈｉｎｅ Ｄｉｒｅｃ

ｔｉｏｎ）を指すものである。そして、スパンボンド不織布の見た目からタテ方向が決定できる場合、すなわち、不織布ロールにおける巻取方向が一義に決定できる場合には、この方向をタテ方向とし、その方向に垂直に交差する方向をヨコ方向とする。一方で、スパンボンド不織布が切断された場合などでロール状態にない場合など、見た目からタテ方向、あるいは、ヨコ方向が決定できない場合には、以下の手順によってタテ方向、ヨコ方向を決定することとする。

（ａ）スパンボンド不織布の面内において、任意の１方向を定め、その方向に沿って、長さ３０．０ｃｍ、幅５．０ｃｍの試験片を、等間隔に３枚採取する。ただし、スパンボンド不織布の面積が小さく、上記の３枚の試験片を確保できない場合に限り、試験片の寸法（長さ、幅）を、長さは１８．０ｃｍ、幅は２．０ｃｍを下限として、それぞれ小さくした試験片を採取する。

（ｂ）（ａ）で採取した方向（０度）から３０度、６０度、９０度、１２０度、１５０度回転させた方向においても、同様に長さ３０ｃｍ、幅５．０ｃｍの試験片を３枚ずつ採取する。

（ｃ）各方向の試験片について、ＪＩＳ　Ｌ１９１３：２０１０「一般長繊維不織布試験方法」の６．３「引張強さおよび伸び率」に準拠して、引張強力を測定する。具体的には、つかみ間隔２０．０ｃｍ（ただし、試験片の寸法が、長さ３０．０ｃｍより小さくなっている場合には、つかみ間隔を試験片の長さから１０ｃｍ減じた長さとする）、引張速度１００±１０ｍｍ／ｍｉｎの条件で、サンプルが切断するまで加重を加え、サンプルの最大荷重時の強さを引張強力（Ｎ／５ｃｍ）とし、３点の平均値を算出し、小数点以下第１位を四捨五入した値を、その方向の引張強力とする。

（ｄ）測定により得られた値が最も高い方向を、そのスパンボンド不織布のタテ方向とし、これに直交する方向をヨコ方向とする。ただし、最も高い方向が２方向以上ある場合には、以下のとおりとする。

・前記の「最も高い方向」と直交する方向の引張強力がより低くなる方向をそのスパンボンド不織布のタテ方向とする。例えば、前記の０度と３０度の

試験片の引張強力が最も高くなった場合には、その直交する方向、すなわち、９０度と１２０度との引張強力を比較して、９０度の試験片の引張強力が低い場合には０度をタテ方向とし、１２０度の試験片の引張強力が低い場合には、３０度をタテ方向とする。

・前記の「最も高い方向」と直交する方向の引張強力も等しい場合、例えば、６方向の引張強力が全て等しい場合には、その６方向のいずれかの方向をタテ方向であるとし、これに直交する方向をヨコ方向とする。

[0081] なお、本発明において、スパンボンド不織布のヨコ方向の断面における最近接繊維の平均中心間距離とは、以下の手順によって測定、算出される値を指すものとする。

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を５個採取し、それぞれの小片サンプルからヨコ方向の断面サンプルを切り出す。このとき、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、そのマクロ融着部以外の箇所（非マクロ融着部）の中心を通過するように断面サンプルを切り出す。

（２）各小片サンプルについて、マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）を用いて、２００倍～５００倍の断面写真を撮影する。このとき、スパンボンド不織布の厚さ全体が収まるように撮影する。また、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、マクロ融着部間の中心で撮影する。

（３）断面写真内のすべての繊維断面について、当該繊維とその最近接繊維（当該繊維から最も距離が近い繊維）との中心間距離を測定する。複合繊維の断面が異形の場合には、外接する正円の中心を用いて測定する。このとき、後述するマクロ融着部を有する場合には、断面写真の中央に近い順に５０本の繊維の測定をおこなう。

（４）測定した最近接繊維との中心間距離の値（μｍ）の算術平均値を算出して、小数点以下第２位を四捨五入して最近接繊維の平均中心間距離（μｍ

）とする。

[0082] また、スパンボンド不織布のヨコ方向の断面における最近接繊維の平均中心間距離は、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１と熱可塑性樹脂Ｐ２の体積比率、平均単繊維径、厚さ、見掛け密度、および／または、後述する紡糸速度、隣接するマクロ融着部間の最短距離、熱接着の条件（温度、線圧等）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0083] 本発明のスパンボンド不織布は、そのヨコ方向の断面における最近接繊維の中心間距離が１５μｍ以上４０μｍ以下である複合繊維の数割合（以降、単に「近接複合繊維の数割合R_1」と略記することがある）が、４０％以上であることが好ましい。この近接複合繊維の数割合R_1の範囲について、その下限が、好ましくは４０％以上、より好ましくは４５％以上とし、さらに好ましくは５０％以上であることにより、繊維同士の接点において融着する面積を増えることとなるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。さらに、スパンボンド不織布の断面における繊維密度の粗密が形成されるため、通気性に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは８０％以下、より好ましくは７５％以下、さらに好ましくは７０％以下であることにより、繊維同士が過度に融着されることが抑制されるため、スパンボンド不織布の地合が良好なものとなり、強度や剛性のばらつきが小さいスパンボンド不織布となる。

[0084] 本発明のスパンボンド不織布は、前記の近接複合繊維の数割合R_1の範囲を満たしつつ、さらに、ヨコ方向の断面における最近接繊維の中心間距離が３５μｍ以下である複合繊維の数割合（以降、単に「近接複合繊維の数割合R_2」と略記することがある）が、３０％以上７０％以下であることが好ましい。この近接複合繊維の数割合R_2の範囲について、その下限が、好ましくは３０％以上、より好ましくは３５％以上、さらに好ましくは４０％以上であることにより、繊維同士の接点において融着する面積を増えることとなるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。さらに、スパンボンド不織布の断面における繊維密度の粗密が形成されるため、通気性に優れたスパ

ンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは７０％以下、より好ましくは６５％以下、さらに好ましくは６０％以下とすることにより、繊維同士が過度に融着されることが抑制されるため、スパンボンド不織布の地合が良好なものとなり、強度や剛性のばらつきが小さいスパンボンド不織布となる。

[0085] 本発明のスパンボンド不織布は、規則的に配列したマクロ融着部を有することが好ましい。ここで、この「マクロ融着部」とは、スパンボンド不織布の断面方向に圧着されるなどして、繊維断面形状がその他の部分の形状と異なる程度に変形して、さらには、その箇所が塊状となったり、フィルム状となったりするまで繊維が溶融して、繊維同士が融着している場所を指す。具体的には、熱エンボスロールにより熱圧着された部分や、超音波振動により熱融着された部分である。熱圧着や熱融着した時に、その部分に十分な熱が加わり、当該部分の複合繊維全体が融着している場合には、使用した熱エンボスロールなどの圧着部分の形状、面積とマクロ融着部の形状、面積とは同一であると見なすことができる。例えば、熱エンボスロールによる熱圧着の場合において、後述するような、一対の凹凸を有するロールにより熱接着するときには、マクロ融着部の形状、面積は上側ロールの凸部と下側ロールの凸部とが重なって不織繊維ウェブに当接する部分の形状、面積と同一であると考えられる。また、後述するような、凹凸を有するロールとフラットロールにより熱接着するときには、マクロ融着部の形状、面積は凹凸を有するロールの凸部が不織繊維ウェブに当接する部分の形状、面積と同一であると考えられる。上記のようなマクロ融着部を有していることにより、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0086] そして、本発明において、「規則的に配列した」とは、スパンボンド不織布のタテ方向とヨコ方向とにそれぞれ一定の間隔で規則的に存在したものであることを指す。このようにすることにより、スパンボンド不織布の強度のばらつきを低減することができる。具体的な配列の形態としては、マクロ融着部の中心が、多角形状の格子状に配置される形態、例えば、三角形格子、

長方形、台形、平行四辺形、菱形といった形状から構成される四角形格子、六角形格子などが挙げられ、当然、それぞれ正方形格子、正三角形格子、正六角形格子というように、格子の一辺の長さが等しい格子も挙げられる。また、千鳥配置も上記の多角形状の格子状に配置される形態に含まれる。

[0087] 本発明のスパンボンド不織布において、前記のマクロ融着部の形状は、スパンボンド不織布が使用される用途に応じて選択することができ、例えば、円形、楕円形、正方形、長方形、平行四辺形、ひし形、正六角形および正八角形などが挙げられる。

[0088] 本発明のスパンボンド不織布が、規則的に配列したマクロ融着部を有する場合において、その隣接するマクロ融着部間の最短距離は、０．５ｍｍ以上２．０ｍｍ以下であることが好ましい。隣接するマクロ融着部間の最短距離の範囲について、その下限が、好ましくは０．５ｍｍ以上、より好ましくは０．７ｍｍ以上、さらに好ましくは０．９ｍｍ以上であることにより、スパンボンド不織布内の空隙が確保されるので、通気性に優れ、ダスト保持容量の多いスパンボンド不織布となる。これに加えて、前記の最近接繊維の平均中心間距離や近接複合繊維の数割合R_1、近接複合繊維の数割合R_2を容易に調整できるようになるため、強度や剛性が高く、通気性に優れ、かつ、機能薬剤の液保持性に優れたスパンボンド不織布が得られやすくなる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは２．０ｍｍ以下、より好ましくは１．８ｍｍ以下、さらに好ましくは１．６ｍｍ以下であることにより、マクロ融着部によって複合繊維が効率的に把持されるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。

[0089] なお、前記の隣接するマクロ融着部間の最短距離は、以下の手順によって測定、算出される値とする。

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を５個採取する。

（２）各小片サンプルについて、マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会

社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）を用いて、規則的に配列したマクロ融着部の繰り返し単位が一単位以上含まれるように、２０倍～３００倍の表面写真を撮影する。

（３）各写真からランダムに３か所のマクロ融着部を選定し、隣接するマクロ融着部との最短距離を測定する。このとき、マクロ融着部と非マクロ融着部の境界線を距離の始点／終点とする。また、１つのマクロ融着部の周囲に複数の融着部が存在する場合、最も近いマクロ融着部との距離を測定する。

（４）測定した１５点の最短距離の値を平均し、小数点以下第２位を四捨五入して、隣接するマクロ融着部間の最短距離（ｍｍ）とする。

[0090] 本発明のスパンボンド不織布において、規則的に配列したマクロ融着部を有する場合において、前記のマクロ融着部の個々の面積は、０．１０ｍｍ^{2}以上１．００ｍｍ^{2}以下であることが好ましい。このマクロ融着部の個々の面積の範囲について、その下限が、好ましくは０．１０ｍｍ^{2}以上、より好ましくは０．１５ｍｍ^{2}以上、さらに好ましくは０．２０ｍｍ^{2}以上であることにより、マクロ融着部によって複合繊維同士がしっかりと融着されることとなるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは１．００ｍｍ^{2}以下、より好ましくは０．７０ｍｍ^{2}以下、さらに好ましくは０．４０ｍｍ^{2}以下であることにより、スパンボンド不織布内の空隙が確保されるので、通気性に優れ、ダスト保持容量の多いスパンボンド不織布となる。

[0091] なお、本発明において、前記のマクロ融着部の個々の面積は、以下の手順によって測定、算出される値とする。

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を５個採取する。

（２）各小片サンプルについて、マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）を用いて、規則的に配列したマクロ融着部の繰り返し単位が一単位以上含まれるように、２０倍～３００

倍の表面写真を撮影する。

（３）各写真からランダムに３か所のマクロ融着部を選定して面積を測定する。計１５か所の面積（ｍｍ^2）の算術平均値を算出し、小数点以下第３位を四捨五入して、マクロ融着部の個々の面積（ｍｍ^2）とする。

[0092] 本発明のスパンボンド不織布が、規則的に配列したマクロ融着部を有する場合において、スパンボンド不織布表面に占めるマクロ融着部の総面積の割合（以降、単にマクロ融着部面積率と略記することがある）は、５％以上３０％以下であることが好ましい。マクロ融着部面積率の範囲について、その下限が５％以上、より好ましくは８％以上、さらに好ましくは１０％以上であることにより、強度に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは３０％以下、より好ましくは２０％以下、さらに好ましくは１５％以下であることにより、フィルター骨材として実用に供しうる通気性を有するスパンボンド不織布となる。

[0093] なお、前記の隣接するマクロ融着部面積率は、以下の手順によって測定、算出される値とする。

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を５個採取する。

（２）各小片サンプルについて、マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）を用いて、マクロ融着部の配列の繰り返し単位の面積（Ｓ１）と、繰り返し単位に含まれるマクロ融着部の面積（Ｓ２）を５か所測定し、Ｓ２をＳ１で除して面積率（％）を算出する。

（３）計２５か所の面積率（％）を平均し、小数点以下第１位を四捨五入して、マクロ融着部面積率（％）とする。

[0094] 本発明のスパンボンド不織布は、その見掛けの比表面積が９８０ｃｍ^2／ｇ以上１６００ｃｍ^2／ｇ以下であることが好ましい。見掛けの比表面積の範囲について、その下限が、好ましくは９８０ｃｍ^2／ｇ以上、より好ましくは１

０２０ｃｍ^2／ｇ以上、さらに好ましくは１０５０ｃｍ^2／ｇ以上、特に好ましくは１１００ｃｍ^2／ｇ以上であることにより、プリーツフィルターとしての使用に適した高い剛性を有し、かつ、除塵性能に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは１６００ｃｍ^2／ｇ以下、より好ましくは１４００ｃｍ^2／ｇ以下、さらに好ましくは１３００ｃｍ^2／ｇ以下、特に好ましくは１２００ｃｍ^2／ｇ以下であることにより、フィルターとしての使用に適した高い通気性を付与することができる。

[0095] なお、本発明において、前記の見掛けの比表面積は、前記の複合繊維の平均単繊維径（μｍ）と以下の（１）～（４）の手順によって測定、算出される固体密度（ｇ／ｃｍ^3）とから、以下の式を用いて算出される値を採用するものとする。

[0096] 見掛けの比表面積（ｃｍ^2／ｇ）＝４×１０^4／{［平均単繊維径（μｍ）］×［固体密度（ｇ／ｃｍ^3）］}

（固体密度の測定、算出方法）

（１）スパンボンド不織布からランダムに小片を５枚採取する。

（２）（１）の小片をエタノールに浸して洗浄し、大気中で乾燥する。

（３）（２）の小片について、水－エタノール混合液系を用いて、浮沈法により密度（ｇ／ｃｍ^3）を求める。

（４）同様の測定を５枚の小片で行い、測定した密度の値（ｇ／ｃｍ^3）の算術平均値を算出し、小数点以下第４位を四捨五入して複合繊維の固体密度（ｇ／ｃｍ^3）とする。

[0097] また、見掛けの比表面積は、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率や平均単繊維径を適切に調整することにより制御することができる。

[0098] 本発明のスパンボンド不織布は、その目付が、３０ｇ／ｍ^{2}以上１００ｇ／ｍ^{2}以下であることが好ましい。スパンボンド不織布の目付の範囲について、その下限が好ましくは３０ｇ／ｍ^{2}以上、より好ましくは４０ｇ／ｍ^{2}以上、

さらに好ましくは５０ｇ／ｍ^{2}以上であることにより、実用に供し得る十分な強度と剛性を有し、かつ、除塵性能に優れたスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が好ましくは１００ｇ／ｍ^{2}以下、より好ましくは８０ｇ／ｍ^{2}以下、さらに好ましくは６０ｇ／ｍ^{2}以下であることにより、通気性に優れ、かつ、廃棄時の環境負荷の小さいスパンボンド不織布となる。

[0099] なお、本発明において、スパンボンド不織布の目付は、ＪＩＳ　Ｌ１９１３：２０１０「一般不織布試験方法」の「６．２　単位面積当たりの質量」に準じ、以下の手順によって測定される値を採用するものとする。

（１）２０ｃｍ×２５ｃｍの試験片を、試料の幅１ｍ当たり３枚採取する。

（２）標準状態におけるそれぞれの質量（ｇ）を量る。

（３）その平均値を１ｍ^{2}当たりの質量（ｇ／ｍ^2）で表する。

[0100] また、上記の目付は、紡糸口金の単孔吐出量や糸条を捕集するネットコンベアーの速度などを適切に調整することにより制御することができる。

[0101] 本発明のスパンボンド不織布は強度と剛性に優れ、かつ、高い除塵性能を有することから、フィルターとしての使用において、従来よりも目付量を低減することが可能である。この結果、フィルターに使用されるプラスチック量を削減することができ、ひいては、廃棄時の環境負荷を低減することができるのである。

[0102] 本発明のスパンボンド不織布は、その厚さが、０．２０ｍｍ以上０．６０ｍｍ以下である。スパンボンド不織布の厚さの範囲について、その下限が０．２０ｍｍ以上、好ましくは０．２２ｍｍ以上、より好ましくは０．２５ｍｍ以上、さらに好ましくは０．３０ｍｍ以上であることにより、実用に供しうる十分な剛性を有し、かつ、フィルターとして十分なダスト保持容量を有するスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、０．６０ｍｍ以下、好ましくは０．５５ｍｍ以下、より好ましくは０．５０ｍｍ以下、さらに好ましくは０．４０ｍｍ以下であることにより、フィルターのプリーツ加工時にひだ折り数を増やして濾過面積を大きくすることがで

きるため、除塵効率に優れ、かつ、圧力損失の小さいフィルターとなる。

[0103] なお、本発明において、スパンボンド不織布の厚さ（ｍｍ）は、ＪＩＳＬ１９０６：２０００「一般長繊維不織布試験方法」の「５．１」に準じ、以下の手順によって測定される値を採用するものとする。

（１）直径１０ｍｍの加圧子を使用し、荷重１０ｋＰａで不織布の幅方向等間隔に１ｍあたり１０点の厚さを０．０１ｍｍ単位で測定する。

（２）上記１０点の平均値の小数点以下第３位を四捨五入する。

[0104] また、スパンボンド不織布の厚さは、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率、平均単繊維径、および／または、後述する熱接着の条件（マクロ融着部の形状、隣接するマクロ融着部との最短距離、圧着率、温度、および線圧等）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0105] また、本発明のスパンボンド不織布は、その見掛け密度が、０．１０ｇ／ｃｍ^{3}以上０．２５ｇ／ｃｍ^{3}以下であることが好ましい。スパンボンド不織布の見掛け密度の範囲について、その下限が好ましくは０．１０ｇ／ｃｍ^{3}以上、より好ましくは０．１３ｇ／ｃｍ^{3}以上、さらに好ましくは０．１５ｇ／ｃｍ^{3}以上であることにより、複合繊維間のミクロ融着部が形成される接点が増えることとなるため、実用に供するのに十分な強度や剛性を有するスパンボンド不織布となる。一方、見掛け密度が好ましくは０．２５ｇ／ｃｍ^{3}以下、より好ましくは０．２２ｇ／ｃｍ^{3}以下、さらに好ましくは０．２０ｇ／ｃｍ^{3}以下であることにより、通気性に優れたスパンボンド不織布とすることができる。

[0106] なお、本発明において、見掛け密度（ｇ／ｃｍ^3）は、上記の四捨五入前の目付と厚さから、次の式に基づいて算出し、小数点以下第３位を四捨五入したものとする。

[0107] 見掛け密度（ｇ／ｃｍ^3）＝{［目付（ｇ／ｍ^2）］／［厚さ（ｍｍ）］}×１０$^{-3}$。

[0108] 本発明のスパンボンド不織布は、そのタテ方向の剛軟度が、７０ｍｇ以上

５００ｍｇ以下であることが好ましい。スパンボンド不織布のタテ方向の剛軟度の範囲について、その下限が、好ましくは７０ｍｇ以上、より好ましくは８５ｍｇ以上、さらに好ましくは１００ｍｇ以上であることにより、フィルター骨材として実用に供しうる剛性を有するスパンボンド不織布となる。一方、タテ方向の剛軟度が、好ましくは５００ｍｇ以下、より好ましくは４５０ｍｇ以下、さらに好ましくは４００ｍｇ以下であることにより、シート搬送時やロール巻取り時に折れ目が付くなどの品位の低下が発生することを防ぐことができる。

[0109] 本発明のスパンボンド不織布のタテ方向の剛軟度は、ＪＩＳ　Ｌ１９１３：２０１０「一般不織布試験方法」の「６．７　剛軟度（ＪＩＳ法及びＩＳＯ法）」の「６．７．４　ガーレ法」に記載の方法に準じて測定される値を採用するものとする。

[0110] また、スパンボンド不織布のタテ方向の剛軟度は、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率、平均単繊維径、厚さ、見掛け密度、および／または、後述する紡糸速度、熱接着の条件（マクロ融着部の形状、隣接するマクロ融着部との最短距離、圧着率、温度、および線圧等）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0111] 本発明のスパンボンド不織布は、そのタテ方向の５％伸長時応力が、８０Ｎ／５ｃｍ以上５００Ｎ／５ｃｍ以下であることが好ましい。スパンボンド不織布のタテ方向の５％伸長時応力の範囲について、その下限が、好ましくは８０Ｎ／５ｃｍ以上、より好ましくは１００Ｎ／５ｃｍ以上、さらに好ましくは１２０Ｎ／５ｃｍ以上であることにより、フィルター加工時の張力による伸びが抑制されるため、フィルターを高い歩留まりで安定して生産できるようになるだけではなく、フィルター使用時にはその変形が抑制され、フィルターの圧力損失が増加することを防ぐことができるスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が好ましくは５００Ｎ／５ｃｍ以下、より好ましくは４５０Ｎ／５ｃｍ以下、さらに好ましくは４００Ｎ／５ｃｍ以下であることにより、引裂強度に優れたスパンボンド不織布とな

る。

[0112] なお、本発明において、スパンボンド不織布のタテ方向の５％伸長時応力は、ＪＩＳ Ｌ１９１３：２０１０「一般不織布試験方法」の「６．３ 引張強さ及び伸び率（ＩＳＯ法）」に準じ、以下の手順によって測定される値を採用するものとする。

（１）５０ｍｍ×２００ｍｍの試験片を、長辺側がスパンボンド不織布のタテ方向となる向きで、スパンボンド不織布の幅１ｍ当たり３枚採取する。

（２）試験片をつかみ間隔２００ｍｍで引張試験機（例えば、株式会社エー・アンド・デイ社製テンシロン万能試験機「ＲＴＧ－１２５０」など）にセットする。

（３）引張速度１００ｍｍ／分で引張試験を実施し、５％伸長時の応力（５％伸長時応力）を測定する。

（４）各試験片で測定した５％伸長時応力の平均値を求め、小数点以下第３位を四捨五入する。

[0113] また、スパンボンド不織布のタテ方向の５％伸長時応力は、前記の複合繊維のポリエステル系樹脂Ｐ１とポリオレフィン系樹脂Ｐ２の体積比率、平均単繊維径、厚さ、見掛け密度、および／または、後述する紡糸速度、熱接着の条件（マクロ融着部の形状、隣接するマクロ融着部との最短距離、圧着率、温度、および線圧等）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0114] 本発明のスパンボンド不織布の通気量は、２００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以上７００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以下が好ましい。スパンボンド不織布の通気量の範囲について、その下限が、好ましくは２００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以上、より好ましくは３００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以上、さらに好ましくは４００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以上であることにより、フィルターとして使用する上で優れた通気性を有するスパンボンド不織布となる。一方、前記の範囲について、その上限が、好ましくは７００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以下、より好ましくは６００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以下、さらに好ましくは５００ｃｍ^3

／（ｃｍ^{2}・秒）以下であることにより、強度や剛性を有するスパンボンド不織布となる。

[0115] なお、本発明において、スパンボンド不織布の通気量は、ＪＩＳ　Ｌ１９１３：２０１０「一般不織布試験方法」の「６．８　通気性（ＪＩＳ法）」の「６．８．１　フラジール形法」に準じて、通気性試験機（例えば、ＴＥＸＴＥＳＴ社製「ＦＸ３３００－ＩＶ」など）により測定される値（ｃｍ^{3}／（ｃｍ^{2}・秒））を、小数点以下第１位を四捨五入して得られた値とする。

[0116] また、スパンボンド不織布の通気量は、前記の平均単繊維径、厚さ、見掛け密度、および／または、後述する熱接着の条件（マクロ融着部の形状、隣接するマクロ融着部との最短距離、圧着率、温度、および線圧等）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0117] 本発明のスパンボンド不織布は通気性に優れることから、フィルターとしての使用において、運転中の電力消費を低く抑え、環境負荷を低減することができるのである。

[0118] 本発明のスパンボンド不織布は、機能性薬剤を含むことも、好ましい態様の一つである。本発明のスパンボンド不織布は、機能性薬剤が付与される際の液保持性に優れ、かつ、機能発現に資する有効面積も大きい。そのため、付与された機能性薬剤の効果を格段に高めることができる。具体的には、繊維表面に機能性薬剤の薄膜が付着してなる（機能性薬剤がコーティングされてなる）もの、繊維表面に機能性薬剤の粒子が付着してなるもの、繊維に添加した機能性薬剤が繊維表面に露出してなるものなどが挙げられる。

[0119] 機能性薬剤としては、帯電防止剤、抗菌剤、防カビ剤、抗アレルゲン剤、抗ウイルス剤、ビタミン剤、難燃剤、親水剤、撥水剤、撥油剤などが挙げられる。

[0120] また、本発明のスパンボンド不織布は、後述する方法によって、エレクトレット処理されてなるものであることが好ましい。このようなスパンボンド不織布であることにより、物理的作用に加えて、静電気的作用を利用して除塵捕集性能を向上させ、フィルター骨材でありながらプレフィルターとして

の機能を有したり、単体で粗塵フィルターとして用いたりすることができる。

[0121] なお、本発明のスパンボンド不織布がエレクトレット処理されてなるものであるか否かは、例えば、国際公開第２０１７／１１０２９９号公報などに記載されているような、赤色の正帯電性トナーと青色の負帯電性トナーとを用いて分光測色計により評価する方法などによって確認することができる。

[0122] ［スパンボンド不織布の製造方法］

次に、本発明のスパンボンド不織布を製造する方法の好ましい態様について、具体的に説明する。

[0123] 本発明のスパンボンド不織布は、スパンボンド法により製造される長繊維不織布である。スパンボンド法は、生産性や機械的強度に優れている他、短繊維不織布で起こりやすい毛羽立ちや繊維の脱落を抑制することができる。また、捕集したスパンボンド不織繊維ウェブあるいは熱圧着したスパンボンド不織布（どちらもＳと表記する）を、ＳＳ、ＳＳＳおよびＳＳＳＳと複数層積層することにより、生産性や地合均一性が向上するため好ましい態様である。

[0124] スパンボンド法では、まず溶融した熱可塑性樹脂を紡糸口金から長繊維として紡出し、これをエジェクター（エアサッカー）により圧縮エアで吸引延伸した後、移動するネット上に繊維を捕集して不織繊維ウェブを得る。さらに得られた不織繊維ウェブに熱接着処理を施し、スパンボンド不織布が得られる。

[0125] 紡糸口金やエジェクターの形状は特に制限されないが、例えば、丸形や矩形等、種々の形状のものを採用することができる。なかでも、圧縮エアの使用量が比較的少なくエネルギーコストに優れること、糸条同士の融着や擦過が起こりにくく、糸条の開繊も容易であることから、矩形口金と矩形エジェクターの組み合わせが好ましく用いられる。

[0126] 本発明では、ポリエステル系樹脂Ｐ１およびポリオレフィン系樹脂Ｐ２を、それぞれ別々の押出機において溶融し、計量して一つの紡糸口金へと供給

し、複合繊維として紡出する。このとき、前記のヒンダードアミン系化合物は、ポリエステル系樹脂Ｐ１側の押出機に添加するなどしてもよいし、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２側の押出機に添加するなどしてもよいが、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２側の押出機に添加する、あるいは、ポリオレフィン系樹脂Ｐ２とヒンダードアミン系化合物とを予め混合したものを用いることで、エレクトレット処理がなされた後の帯電性や電荷保持性を優れたものとするとすることができるため、より好ましい。

[0127] 複合繊維を紡糸する際の紡糸温度は、２００℃以上３２０℃以下であることが好ましく、より好ましくは２４０℃以上３００℃以下であり、さらに好ましくは２７０℃以上２９０℃以下である。紡糸温度を上記範囲内とすることにより、ポリエステル系樹脂Ｐ１やポリオレフィン系樹脂Ｐ２の熱劣化を抑制しつつ、安定した溶融状態とし、優れた曳糸性を得ることができる。

[0128] 紡出された長繊維の糸条は、次に冷却される。紡出された糸条を冷却する方法としては、例えば、冷風を強制的に糸条に吹き付ける方法、糸条周りの雰囲気温度で自然冷却する方法、および紡糸口金とエジェクター間の距離を調整する方法等が挙げられ、またはこれらの方法を組み合わせる方法を採用することができる。また、冷却条件は、紡糸口金の単孔あたりの吐出量、紡糸温度および雰囲気温度等を考慮して適宜調整して採用することができる。

[0129] 次に、冷却固化された糸条は、エジェクターから噴射される圧縮エアによって牽引され、延伸される。

[0130] 紡糸速度は、４０００ｍ／分以上７０００ｍ／分以下であることが好ましく、より好ましくは４５００ｍ／分以上６５００ｍ／分以下であり、さらに好ましくは５０００ｍ／分以上６０００ｍ／分以下である。紡糸速度を４０００ｍ／分以上７０００ｍ／分以下とすることにより、高い生産性を有するだけでなく、繊維の配向結晶化を促進できるため、高強度の長繊維を得ることができる。紡糸速度は、紡糸温度、紡糸口金単孔あたりの吐出量、紡糸口金とエジェクター間の距離、紡出された糸条を冷却する条件（冷風の温度、風量等）などを適切に調整することにより制御することができる。

[0131] 続いて、得られた長繊維を、移動するネット上に捕集して不織繊維ウェブを得る。

[0132] 本発明では、前記の不織繊維ウェブに対して、ネット上でその片面から熱フラットロールを当接して仮接着させることも好ましい態様である。このようにすることにより、ネット上を搬送中に不織繊維ウェブの表層がめくれたり吹き流れたりして地合が悪化することを防いだり、糸条を捕集してから熱圧着するまでの搬送性を改善することができる。

[0133] 続いて、得られた不織繊維ウェブを、熱融着させることにより規則的に配列したマクロ融着部を形成させることが好ましい。不織繊維ウェブを熱融着させる方法は特に制限されないが、例えば、上下一対のロール表面にそれぞれ彫刻（凹凸部）が施された熱エンボスロール、片方のロール表面がフラット（平滑）なロールと他方のロール表面に彫刻（凹凸部）が施されたロールとの組み合わせからなる熱エンボスロール、および上下一対のフラット（平滑）ロールの組み合わせからなる熱カレンダーロールなど、各種ロールにより熱融着させる方法、ホーンの超音波振動により熱融着させる方法などが挙げられる。

[0134] なかでも、上下一対のロール表面にそれぞれ彫刻（凹凸部）が施された熱エンボスロール、または片方のロール表面がフラット（平滑）なロールと他方のロール表面に彫刻（凹凸部）が施されたロールとの組み合わせからなる熱エンボスロールを用いることが好ましい。このようにすることで、生産性を向上するとともに、スパンボンド不織布の強度を向上させる規則的に配列したマクロ融着部を設けることができる。

[0135] 熱エンボスロールの表面材質としては、十分な熱圧着効果を得て、かつ片方のエンボスロールの彫刻（凹凸部）が他方のロール表面に転写することを防ぐため、金属製ロールと金属製ロールを対にすることが好ましい態様である。

[0136] 熱エンボスロールなどの圧着部分の形状は、スパンボンド不織布が使用される用途に応じて選択することができ、例えば、円形、楕円形、正方形、長

方形、平行四辺形、ひし形、正六角形および正八角形などが挙げられる。

[0137] そして、スパンボンド不織布のタテ方向とヨコ方向とにそれぞれ一定の間隔で規則的に存在されるようにするため、前記の圧着部分の中心が、前記で例示したような形態で、規則的に配置されることが好ましい。このようにすることにより、スパンボンド不織布の強度のばらつきや異方性を低減させることができる。

[0138] 前記のように、規則的に配列したマクロ融着部を形成させる場合において、隣接する圧着部分間の最短距離は、０．５ｍｍ以上２．０ｍｍ以下とすることが好ましい。隣接する圧着部分間の最短距離の範囲について、その下限を、好ましくは０．５ｍｍ以上、より好ましくは０．７ｍｍ以上、さらに好ましくは０．９ｍｍ以上とすることにより、スパンボンド不織布内の空隙が確保されるので、通気性に優れ、ダスト保持容量の多いスパンボンド不織布とすることができる。これに加えて、前記の最近接繊維の平均中心間距離や近接複合繊維の数割合R_1、近接複合繊維の数割合R_2を容易に調整できるようになるため、強度や剛性が高く、通気性に優れ、かつ、機能薬剤の液保持性に優れたスパンボンド不織布が得られやすくなる。一方、前記の範囲について、その上限を、好ましくは２．０ｍｍ以下、より好ましくは１．８ｍｍ以下、さらに好ましくは１．６ｍｍ以下とすることにより、マクロ融着部によって複合繊維を効率的に把持させることができるため、強度や剛性に優れたスパンボンド不織布とすることができる。

[0139] 前記のように、規則的に配列したマクロ融着部を形成させる場合における、熱エンボスロールの表面温度は、使用しているポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点（以降、Ｔｍ（℃）と記載することがある）に対し３０℃低い温度から１０℃高い温度（すなわち、（Ｔｍ－３０℃）～（Ｔｍ＋１０℃））とすることが好ましい態様である。熱ロールの表面温度をポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点に対し好ましくは－３０℃（すなわち、（Ｔｍ－３０℃）、以下同様）以上とし、より好ましくは－２０℃（Ｔｍ－２０℃）以上とし、さらに好ましくは－１０℃（Ｔｍ－１０℃）以上とすることにより、強固に熱接

着させ、実用に供しうる強度のスパンボンド不織布を得ることができる。また、熱エンボスロールの表面温度をポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点に対し好ましくは＋１０℃（Ｔｍ＋１０℃）以下とし、より好ましくは＋５℃（Ｔｍ＋５℃）以下とし、さらに好ましくは＋０℃（Ｔｍ＋０℃）以下とすることにより、過度な熱接着により引裂強度が低下することを抑制したり、熱接着時にスパンボンド不織布が熱ロールの貼り付く不具合が発生することを防いだりすることができる。

[0140] 熱接着時の熱エンボスロールの線圧は、５０Ｎ／ｃｍ以上５００Ｎ／ｃｍ以下とすることが好ましい。ロールの線圧を好ましくは５０Ｎ／ｃｍ以上とし、より好ましくは１００Ｎ／ｃｍ以上とし、さらに好ましくは１５０Ｎ／ｃｍ以上とすることにより、強固に熱接着させ、実用に供しうる強度のスパンボンド不織布を得ることができる。一方、熱エンボスロールの線圧を好ましくは５００Ｎ／ｃｍ以下とし、より好ましくは４００Ｎ／ｃｍ以下とし、さらに好ましくは３００Ｎ／ｃｍ以下とすることにより、過度な熱接着により引裂強度が低下することを抑制することができる。

[0141] また、本発明では、スパンボンド不織布の厚さを調整することを目的に、上記の熱エンボスロールによる熱接着の前および／あるいは後に、上下一対のフラットロールからなる熱カレンダーロールにより熱圧着を施すことができる。上下一対のフラットロールとは、ロールの表面に凹凸のない金属製ロールや弾性ロールのことであり、金属製ロールと金属製ロールを対にしたり、金属製ロールと弾性ロールを対にしたりして用いることができる。

[0142] また、ここで弾性ロールとは、金属製ロールと比較して弾性を有する材質からなるロールのことである。弾性ロールとしては、例えば、ペーパー、コットンおよびアラミドペーパー等のいわゆるペーパーロールや、ウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、ポリエステル系樹脂および硬質ゴム、およびこれらの混合物からなる樹脂製のロールなどが挙げられる。

[0143] 続いて、融着部を付与したスパンボンド不織布に対し、熱風を貫通させて複合繊維の表面を軟化または融解させ、繊維接点同士を熱融着させることが

好ましい。

[0144] スパンボンド不織布を貫通させる熱風の温度は、使用しているポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点（Ｔｍ（℃））に対し２０℃低い温度から２０℃高い温度（すなわち、（Ｔｍ－２０℃）～（Ｔｍ＋２０℃））とすることが好ましい態様である。熱風の温度をポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点に対し好ましくは－２０℃（すなわち、（Ｔｍ－２０℃）、以下同様）以上とし、より好ましくは－１０℃（Ｔｍ－１０℃）以上とし、さらに好ましくは＋０℃（Ｔｍ＋０℃）以上とすることにより、前記複合繊維間の接点同士を強固に熱融着させ、強度と剛性に優れたスパンボンド不織布を得ることができる。また、熱風の温度をポリオレフィン系樹脂Ｐ２の融点に対し好ましくは＋２０℃（Ｔｍ＋２０℃）以下とし、より好ましくは＋１５℃（Ｔｍ＋１５℃）以下とし、さらに好ましくは＋１０℃（Ｔｍ＋１０℃）以下とすることにより、過度に熱が加わることでスパンボンド不織布が部分的に溶融したり、破断したりすることを防ぐことができる。

[0145] スパンボンド不織布に熱風を貫通させる時間は、１秒～２０秒が好ましい。熱風を貫通させる時間を、好ましくは１秒以上とし、より好ましくは３秒以上とし、さらに好ましくは５秒以上とすることにより、目付が部分的に高く熱風が貫通しにくい部分でも、前記複合繊維間の接点同士を強固に熱融着させ、強度と剛性に優れたスパンボンド不織布を得ることができる。一方、熱風を貫通させる時間を、好ましくは２０秒以下とし、より好ましくは１５秒以下とし、さらに好ましくは１０秒以下とすることにより、過度に熱が加わることでスパンボンド不織布が部分的に溶融したり、破断したりすることを防ぐことができる。

[0146] また、本発明のスパンボンド不織布は、後加工によって繊維表面に前記の抗菌剤、防カビ剤、抗アレルゲン剤、抗ウイルス剤、ビタミン剤、難燃剤などの機能性薬剤を付着させても良い。特に、本発明のスパンボンド不織布をフィルターとして使用する場合、従来のフィルターと比較して、これらの機能性付与の効果を格段に高めることができる。

[0147] 繊維表面に機能性薬剤を付着させる方法としては、グラビアロール、キスロールなどを用いたコーティング法や、含浸法、噴霧法などが好ましく用いられる。また、安全性に優れ、環境への負荷が小さいことから、機能性薬剤を希釈する溶剤は水系であることが好ましい。ここで、水系の溶媒とは、水単体、またはメタノール、エタノール等の低級アルコール類、アセトン、メチルエチルケトンなどの低級ケトン類、酢酸などの低級カルボン酸類、エチレングリコール、プロピレングリコール、ジエチレングリコール等のグリコール類といった水溶性有機溶媒を含む水溶液が挙げられ、目的に応じて選択することができる。

[0148] また、本発明のスパンボンド不織布は、エレクトレット処理を施すことにより、物理的作用に加えて、静電気的作用を利用して除塵性能を向上させ、単体で粗塵フィルターとして用いることができる。

[0149] エレクトレット処理の方法は特に限定されるものでないが、コロナ荷電法、不織布シートに水を付与した後に乾燥させることにより帯電する方法（例えば、特表平９－５０１６０４号公報、特開２００２－２４９９７８号公報等に記載されている方法）、熱エレクトレット法などが好適に用いられる。コロナ荷電法の場合は、電界強度が１５ｋＶ／ｃｍ以上であることが好ましくは、２０ｋＶ／ｃｍ以上であることがより好ましい。このようにすることにより、帯電を強め、静電気的作用による捕集性能を向上させることができる。

[0150] ［フィルター濾材、エアフィルター］

本発明に係るフィルター濾材は、前記のスパンボンド不織布を含む。このようにすることにより、プリーツ性と形態保持性に優れ、かつ、除塵性能に優れるとともに、通気性が高く、使用時や廃棄時における環境負荷の小さいフィルター濾材とすることができる。

[0151] また本発明のフィルター濾材は、さらに除塵性能を高めるために、前記のスパンボンド不織布に加えて、別の濾材層を含んでも良い。このようなフィルター濾材を得る方法としては、除塵性能をさらに高める濾材層と、本発明

のスパンボンド不織布とを、スプレー法で湿気硬化型ウレタン樹脂などを散布して貼り合わせる方法や、熱可塑性樹脂、熱融着繊維を散布し、熱路を通して貼り合わせる方法を用いることができる。

[0152] なお、上記の除塵性能をさらに高める濾材層としては、メルトブロー法により得られるメルトブロー不織布、電界紡糸法（エレクトロスピニング法）により得られるナノファイバー不織布、短繊維をカード法やエアレイド法によりウェブ化して得られる乾式不織布、短繊維を水中分散しネット上にすき上げて得られる湿式不織布などが挙げられる。なかでも、除塵性能に優れることから、メルトブロー不織布やナノファイバー不織布が好ましく用いられる。また、この濾材層も、エレクトレット処理が施されてなる、エレクトレットメルトブロー不織布であったり、ナノファイバー不織布であったりしてもよい。このようにすることで、さらに、除塵性能を高めることができる。

[0153] 本発明のフィルター濾材は、シート状のまま枠材に組み込んでフィルターユニットとして使用することができる。また、本発明のフィルター濾材を、山折と谷折を繰り返してプリーツ加工を施し、枠材にセットしたプリーツ状のフィルターユニットとして使用することもできる。なかでも、濾過面積が大きく、除塵性能と圧力損失に優れたフィルターユニットとなることから、プリーツ状のフィルターユニットとして使用することが好ましい。

[0154] そして、本発明に係るエアフィルターは、このフィルター濾材を含む。このエアフィルターの具体例としては、微細塵の捕集効率の観点から、空調機用フィルター、空気清浄機用フィルター、自動車キャビンフィルターが挙げられる。

[0155] また、本発明のスパンボンド不織布は、上記のエアフィルター用途のみならず、車両用資材、生活資材、工業資材などに用いられる他のフィルター用途としても好適に用いることができる。

実施例

[0156] 次に、実施例に基づき、本発明のスパンボンド不織布について具体的に説明する。ただし、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

[0157] ［測定方法］

実施例で用いた評価法とその測定条件について説明する。なお、各物性の測定において、特段の記載がないものは、前記の方法に基づいて測定を行ったものである。

[0158] （１）紡糸速度（ｍ／分）：

上記の平均単繊維径と使用する樹脂の固体密度から、長さ１００００ｍ当たりの質量を平均単繊維繊度（ｄｔｅｘ）として、小数点以下第２位を四捨五入して算出した。そして、平均単繊維繊度と、各条件で設定した紡糸口金単孔から吐出される樹脂の吐出量（以下、単孔吐出量と略記する。）（ｇ／分）から、次の式に基づき、紡糸速度を有効数字２桁として算出した

紡糸速度（ｍ／分）＝（１００００×［単孔吐出量（ｇ／分）］）／［平均単繊維繊度（ｄｔｅｘ）］。

[0159] （２）複合繊維の平均単繊維径（μｍ）、ミクロ融着部の有無、ミクロ融着部を有する接点の数比率（％）、最近接繊維の平均中心間距離（ｍｍ）、近接複合繊維の数割合R_1（％）およびR_2（％）：

複合繊維の平均単繊維径（μｍ）、ミクロ融着部の有無、ミクロ融着部を有する接点の数比率（％）、および最近接繊維の平均中心間距離（ｍｍ）は、株式会社キーエンス製電子顕微鏡「ＶＨＸ－Ｄ５００」を用いて、前記の方法により測定、算出した。近接複合繊維の数割合R_1（％）およびR_2（％）については以下のように算出した。

（ｉ）スパンボンド不織布からランダムに小片サンプル（１００×１００ｍｍ）を５個採取し、それぞれの小片サンプルからヨコ方向の断面サンプルを切り出す。このとき、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、そのマクロ融着部以外の箇所（非マクロ融着部）の中心を通過するように断面サンプルを切り出す。

（ｉｉ）各小片サンプルについて、マイクロスコープ（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＷ－９０００」など）や走査型電子顕微鏡（例えば、株式会社キーエンス社製「ＶＨＸ－Ｄ５００」など）を用いて、２００倍～５０

０倍の断面写真を撮影する。このとき、スパンボンド不織布の厚さ全体が収まるように撮影する。また、スパンボンド不織布が後述するマクロ融着部を有する場合には、マクロ融着部間の中心で撮影する。

（ｉｉｉ）断面写真内のすべての繊維断面について、当該繊維とその最近接繊維（当該繊維から最も距離が近い繊維）との中心間距離を測定する。複合繊維の断面が異形の場合には、外接する正円の中心を用いて測定する。このとき、マクロ融着部を有する場合には、断面写真の中央に近い順に５０本の繊維の測定をおこなう。

（ｉｖ）測定した最近接繊維との中心間距離の値（μｍ）の算術平均値を算出して、小数点以下第２位を四捨五入して最近接繊維の平均中心間距離（μｍ）とする。測定したすべての繊維断面のうち、最近接繊維の平均中心間距離が１５μｍ以上４０μｍ以下である複合繊維の数割合をR_1（％）とする。また、測定したすべての繊維断面のうち、最近接繊維の平均中心間距離が１５μｍ以上４０μｍ以下であり、さらに最近接繊維の平均中心間距離が３５μｍ以下である複合繊維の数割合をR_2（％）とした。

[0160] （３）複合繊維におけるヒンダードアミン系化合物の有効単位（ｍｇ／ｇ）：

分取に使用した高速液体クロマトグラフィー（ＨＰＬＣ）装置として、Ａｇｉｌｅｎｔ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｉｅｓ社製「Ａｇｉｌｅｎｔ１１００ＬＣ／ＭＳＤ」を、ヒンダードアミン系化合物の同定にＭＡＬＤＩ－ＭＳ測定を用い、以下の分取条件のもと、前記の方法により測定、算出した。

・カラム：ＹＭＣ－Ｔｒｉａｒｔ　Ｃ１８（内径４．６ｍｍ×長さ２５０ｍｍ、粒子径５μｍ）

・カラム温度：２５℃

・移動相：０．３Ｍアンモニア水溶液／０．３Ｍアンモニアメタノール溶液の混合液（０／１００～２０／８０体積％）

・フローレート：０．６ｍＬ／分

（４）マクロ融着部面積率（％）、マクロ融着部間の最短距離（ｍｍ）、

マクロ融着部の個々の面積（ｍｍ^2）：

株式会社キーエンス製電子顕微鏡「ＶＨＸ－Ｄ５００」を用いて、前記の方法により測定、算出した。

[0161] （５）スパンボンド不織布のタテ方向の剛軟度（ｍｇ）：

測定装置として、株式会社安田精機製作所社製「Ｎｏ．３１１　ガーレー式柔軟度試験機」を使用し、前記の方法により測定した。

[0162] （６）通気量（ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒））：

測定装置として、ＴＥＸＴＥＳＴ社製「ＦＸ３３００－ＩＶ」を使用し、前記の方法により測定した。通気量は２００ｃｍ^3／（ｃｍ^2・秒）以上を合格とした。

[0163] （７）プリーツ加工性：

レシプロ式プリーツ加工機にて、プリーツ山高さ２５ｍｍ、プリーツ加工速度４０山／分、背圧０．１ＭＰａの条件で、４００山連続してプリーツ加工を実施した。プリーツ加工後のスパンボンド不織布について、解放時の山の形状、ピッチ（隣接する山同士の間隔）を観察し、プリーツ加工性について以下の３段階でランク分けし、「Ａ」を合格とした。

Ａ：山の頂点形状、ピッチが安定している。

Ｂ：山の頂点形状、ピッチに乱れが見られる。

Ｃ：プリーツ形状が形成できなかったか、しわや破れが発生した。

[0164] （８）形態保持性：

前記の方法によりプリーツ加工したスパンボンド不織布の形態保持性について、プリーツ山のピッチが４ｍｍとなるよう型枠に固定してフィルターユニットとし、片面から５ｋＰａの荷重をかけて２４時間放置した。その後、プリーツ形状を観察し、以下の３段階でランク分けし、「Ａ」を合格とした。

Ａ：プリーツの変形が見られない。

Ｂ：部分的にプリーツの山つぶれや変形が見られる。

Ｃ：全体にプリーツの山つぶれや変形が見られる。

[0165] （９）捕集効率（％）、圧力損失（Ｐａ）：

スパンボンド不織布から、タテ×ヨコ＝１５ｃｍ×１５ｃｍの測定用サンプルを幅方向に３枚採取し、それぞれの測定用サンプルについて、図１に示す捕集効率測定装置を用いて捕集効率を測定した。この図１の捕集効率測定装置には、測定サンプルＭをセットするサンプルホルダー１の上流側に、ダスト収納箱２を連結し、下流側に流量計３、流量調整バルブ４およびブロワ５が連結されている。また、サンプルホルダー１にパーティクルカウンター６を使用し、切替コック７を介して、測定用サンプルＭの上流側のダスト個数と下流側のダスト個数とをそれぞれ測定することができる。さらに、サンプルホルダー１は圧力計８を備え、測定サンプルＭの上流と下流での静圧差を読み取ることができる。

[0166] 捕集効率の測定にあたっては、ポリスチレン０．３０９Ｕ　１０％溶液（製造元：ナカライテスク株式会社）を蒸留水で２００倍まで希釈し、ダスト収納箱２に充填する。次に、測定用サンプルＭを、サンプルホルダー１にセットし、風量をフィルター通過速度が３．２ｍ／分になるように、流量調整バルブ４で調整し、ダスト濃度を１万～４万個／２．８３×１０$^{-4}$ｍ^{3}（０．０１ｆｔ^{3}）の範囲で安定させ、測定サンプルＭの上流のダスト個数Ｄおよび下流のダスト個数ｄをパーティクルカウンター６（リオン株式会社製「ＫＣ－０１Ｄ」）で１個の測定用サンプル当り３回測定し、ＪＩＳ　Ｋ０９０１：１９９１「気体中のダスト試料捕集用ろ過材の形状、寸法並びに性能試験方法」に基づいて、下記の計算式を用いて、０．３μｍ～０．５μｍ粒子の捕集効率（％）を求めた。５枚の測定用サンプルの平均値を算出し、小数点以下第２位を四捨五入して最終的な捕集効率（％）とした

捕集効率（％）＝〔１－（ｄ／Ｄ）〕×１００

（ただし、ｄは下流ダストの３回測定トータル個数を表し、Ｄは上流のダストの３回測定トータル個数を表す。）

除塵効率に優れる不織布ほど、下流ダスト個数が少なくなるため、捕集効率の値は高くなる。

[0167] また、圧力損失は、捕集効率測定時の測定用サンプルＭの上流と下流の静圧差を圧力計８で読み取り求めた。５個の測定サンプルの平均値を算出し、小数点以下第２位を四捨五入して最終的な圧力損失（Ｐａ）とした。

[0168] ［使用した樹脂］

次に、実施例・比較例において使用した樹脂について、その詳細を記載する。

・ポリエステル系樹脂Ａ：水分率５０質量ｐｐｍ以下に乾燥した、固有粘度（ＩＶ）が０．６５、融点が２６０℃、固体密度が１．３８ｇ／ｃｍ^{3}の、ポリエチレンテレフタレート樹脂（表１～表３では「ＰＥＴ」と表記した）

・ポリプロピレン系樹脂Ｂ：メルトフローレート（ＭＦＲ）が３０ｇ／１０分、融点が１６０℃、固体密度が０．９１ｇ／ｃｍ^{3}の、ホモポリマーからなるポリプロピレン樹脂（表１～表３では「ＰＰ」と表記した）

・ポリエチレン系樹脂Ｃ：メルトフローレート（ＭＦＲ）が３０ｇ／１０分、融点が１３０℃、固体密度が０．９５５ｇ／ｃｍ^{3}の、高密度ポリエチレン樹脂（表１～表３では「ＨＤＰＥ」と表記した）

・ヒンダードアミン系化合物Ｄ：ヒンダードアミン系化合物“キマソーブ”（登録商標）９４４（ＢＡＳＦジャパン株式会社製、表１～３では「ＨＡ－Ｄ」と表記した）。

[0169] ［熱融着時に使用する熱ロール］

さらに、実施例・比較例において、熱融着時に使用した熱ロールについて、その詳細を記載する。

・金属製のエンボスロール：金属の彫刻ロールからなるエンボスロール（表１～表３では「Ｍ－ＥＭＢ」と表記した）

・金属製のフラットロール：金属のフラットロール（表１～表３では「Ｍ－ＦＬＴ」と表記した）。

[0170] （実施例１）

前記のポリエステル系樹脂Ａと、前記のヒンダードアミン系化合物Ｄを１．０質量％含む、前記のポリプロピレン系樹脂Ｂとを、それぞれ２９５℃と

２２０℃の温度で溶融させた。その後、ポリエステル系樹脂Ａを芯成分、ポリプロピレン系樹脂Ｂを鞘成分として、口金温度（紡糸温度に相当する）が２９５℃、芯成分：鞘成分＝８５：１５の質量比率、単孔あたりの吐出量が３．３０ｇ／分で、同心芯鞘複合紡糸口金の細孔から紡出した後、エジェクターにより紡糸速度４５００ｍ／分で円形断面形状のフィラメントを紡糸し、移動するネットコンベアー上に開繊板により繊維配列を規制し堆積させ、平均単繊維径が２７．２μｍの繊維からなる繊維ウェブを捕集した。捕集した繊維ウェブに対し、マクロ融着部面積率が１１％、マクロ融着部間の最短距離が１．１ｍｍとなるように、千鳥配置で円形の凸部の彫刻が施された、金属製のエンボスロールと、金属製のフラットロールとの組み合わせからなる熱エンボスロールを用い、上下ロールともに温度が１５０℃、繊維ウェブにかかる線圧が７００Ｎ／ｃｍとなる条件で熱融着させることで、規則的に配列したマクロ融着部を付与した。その後、さらに、温度が１６５℃の熱風を貫通させて、複合繊維間の接点にミクロ融着部を形成させ、目付が７０ｇ／ｍ^{2}のスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。

[0171] 続いて、純水が供給される水槽の水面に沿って得られたスパンボンド不織布を走行させながら、その表面にスリット状の吸引ノズルを当接させて水を吸引することにより、スパンボンド不織布全面に水を浸透させ、水切り後に自然乾燥させることにより、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。評価した結果を表１に示す。

[0172] （実施例２）

芯成分と鞘成分の質量比率が芯成分：鞘成分＝８５：１５であったところを芯成分：鞘成分＝６０：４０とし、単孔あたりの吐出量が３．３０ｇ／分であったところを２．７５ｇ／分に減らし、エジェクターにより紡糸速度４５００ｍ／分で紡糸していたところを５０００ｍ／分として、平均単繊維径を２７．２μｍから２５．２μｍに変えたこと以外は、実施例１と同じ方法

により、スパンボンド不織布、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。評価した結果を表１に示す。

[0173] （実施例３）

前記のヒンダードアミン系化合物Ｄの含有量を１．０質量％から５．０質量％に増やしたこと以外は、実施例１と同じ方法により、スパンボンド不織布、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。評価した結果を表１に示す。

[0174] （実施例４）

単孔あたりの吐出量を３．３０ｇ／分であったところを４．９５ｇ／分に増やし、エジェクターにより紡糸速度４５００ｍ／分で紡糸していたところを４３００ｍ／分として、平均単繊維径を２７．２μｍから３４．０μｍとしたこと以外は、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。評価した結果を表１に示す。

[0175]

[表1]

【表１】

				実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
原料樹脂・製造条件	ポリエステル系樹脂(P1)または代替物		樹脂の種類	PET	PET	PET	PET
			融点 [℃]	260	260	260	260
	ポリオレフィン系樹脂(P2)または代替物		樹脂の種類	PP	PP	PP	PP
			融点 [℃]	160	160	160	160
			ヒンダードアミン系化合物	HA-D	HA-D	HA-D	HA-D
			ヒンダードアミン系化合物の含有量 [質量%]	1.0	1.0	5.0	1.0
	ポリエステル系樹脂(P1)とポリオレフィン系樹脂(P2)の質量比率(P1:P2)			85:15	60:40	85:15	85:15
	ポリエステル系樹脂(P1)とポリオレフィン系樹脂(P2)の体積比率(P1:P2)			79:21	50:50	79:21	79:21
	単孔当たりの吐出量 [g/分]			3.30	2.75	3.30	4.95
	紡糸速度 [m/分]			4500	5000	4500	4300
	熱融着	上ロール		M-EMB	M-EMB	M-EMB	M-EMB
		上ロール温度 [℃]		150	150	150	150
		下ロール		M-FLT	M-FLT	M-FLT	M-FLT
		下ロール温度 [℃]		150	150	150	150
		熱エンボスロールの線圧 [N/cm]		700	700	700	700
	熱風の貫通	熱風温度 [℃]		165	165	165	165
		熱風を貫通させる時間 [秒]		10	10	10	10
スパンボンド不織布	複合繊維	平均単繊維径 [μm]		27.2	25.2	27.2	34.0
		ヒンダードアミン系化合物の有効単位 [mg/g]		1.5	4.0	7.5	1.5
		ポリオレフィン系樹脂P2による複合繊維の表面の被覆率 [%]		100	100	100	100
		ミクロ融着部の有無		有	有	有	有
		ミクロ融着部を有する接点の数比率 [%]		100	100	100	100
	最近接繊維の平均中心間距離 [μm]			37.2	33.2	37.2	52.3
	近接複合繊維の数割合R_1 [%]			70	75	70	26
	マクロ融着部	マクロ融着部の有無		有	有	有	有
		マクロ融着部の配列の形態		千鳥	千鳥	千鳥	千鳥
		マクロ融着部の形状		円形	円形	円形	円形
		マクロ融着部面積率 [%]		11	11	11	11
		マクロ融着部間の最短距離 [mm]		1.1	1.1	1.1	1.1
		マクロ融着部の個々の面積[mm^2]		0.30	0.30	0.30	0.30
	見かけの比表面積 [cm^2/g]			1148	1388	1148	919
	目付 [g/m^2]			70	50	70	70
	厚さ [mm]			0.39	0.30	0.39	0.38
	見掛密度 [g/cm^3]			0.18	0.17	0.18	0.18
	タテ方向の剛軟度 [mg]			315	196	315	285
	通気量 [$cm^3/(cm^2 \cdot 秒)$]			286	390	286	475
	プリーツ加工性			A	A	A	A
	形態保持性			A	A	A	A
	圧力損失 [Pa]			1.4	1.2	1.4	1.0
	捕集効率 [%]			44.4	46.2	51.1	35.0

[0176] （実施例５）

捕集した繊維ウェブに対し、前記の熱エンボスロールを用いていたところ、上下一対の金属製のフラットロールの組み合わせからなる熱カレンダーロールを用いたこと以外は、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。得られたスパンボンド不織布には、規則的に配列したマクロ融着部はない他、目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合は均一なものであった。評価した結果を表２に示す。

[0177] （実施例６）

捕集した繊維ウェブに対し、規則的に配列したマクロ融着部を付与した後、熱風を貫通させる工程を省くことにより、繊維同士の接点のミクロ融着部を、紡糸・延伸過程において形成される繊維間の融着のみとしたこと以外は、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。評価した結果を表２に示す。

[0178] （実施例７）

前記のポリエステル系樹脂Ａと、前記のヒンダードアミン系化合物Ｄを２．０質量％含む、前記のポリエチレン系樹脂Ｃとを、それぞれ２９５℃と２００℃の温度で溶融させた。その後、ポリエステル系樹脂Ａを芯成分、ポリエチレン系樹脂Ｃを鞘成分として、口金温度が２９５℃、芯：鞘＝７０：３０の質量比率、単孔あたりの吐出量が３．３０ｇ／分で、同心芯鞘複合紡糸口金の細孔から紡出した後、エジェクターにより紡糸速度４４００ｍ／分で円形断面形状のフィラメントを紡糸し、移動するネットコンベアー上に開繊板により繊維配列を規制し堆積させ、平均単繊維径が２８．０μｍの繊維からなる繊維ウェブを捕集した。捕集した繊維ウェブに対し、接着面積率が１１％、隣接するマクロ融着部間の最短距離が１．１ｍｍとなるように、千鳥配置で円形の凸部の彫刻が施された、金属製のエンボスロールと、金属製のフラットロールとの組み合わせからなる熱エンボスロールを用い、上下ロールともに温度が１３０℃、繊維ウェブにかかる線圧が７００Ｎ／ｃｍとなる条件で熱融着させることで、規則的に配列したマクロ融着部を付与した。その後、さらに、温度が１４０℃の熱風を貫通させて、複合繊維間の接点にミクロ融着部を形成させ、目付が５０ｇ／ｍ^{2}のスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。

[0179] 続いて、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボ

ンド不織布を得た。評価した結果を表２に示す。

[0180] （実施例８）

同心芯鞘複合紡糸口金の代わりに偏心芯鞘複合紡糸口金を使用したこと以外は、実施例２と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。評価した結果を表２に示す。

[0181] （参考例１）

前記のポリエステル系樹脂Ａと、ヒンダードアミン系化合物を含まない、前記のポリエチレン系樹脂Ｃとを、それぞれ２９５℃と２００℃の温度で溶融させた。その後、ポリエステル系樹脂Ａを芯成分、ポリエチレン系樹脂Ｃを鞘成分として、口金温度が２９５℃、芯：鞘＝７０：３０の質量比率、単孔あたりの吐出量が２．２０ｇ／分で、同心芯鞘複合紡糸口金の細孔から紡出した後、エジェクターにより紡糸速度６０００ｍ／分で円形断面形状のフィラメントを紡糸し、移動するネットコンベアー上に開繊板により繊維配列を規制し堆積させ、平均単繊維径が１９．３μｍの繊維からなる繊維ウェブを捕集した。捕集した繊維ウェブに対し、接着面積率が１１％、隣接するマクロ融着部間の最短距離が１．１ｍｍとなるように、千鳥配置で円形の凸部の彫刻が施された、金属製のエンボスロールと、金属製のフラットロールとの組み合わせからなる熱エンボスロールを用い、上下ロールともに温度が１３０℃、繊維ウェブにかかる線圧が７００Ｎ／ｃｍとなる条件で熱融着させることで、規則的に配列したマクロ融着部を付与した。その後、さらに、温度が１４０℃の熱風を貫通させて、複合繊維間の接点にミクロ融着部を形成させ、目付が５０ｇ／ｍ^{2}のスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。

[0182] 続いて、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。評価した結果を表２に示す。

[0183] [表2]

【表２】

				実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	参考例1
原料樹脂・製造条件	ポリエステル系樹脂(P1)または代替物		樹脂の種類	PET	PET	PET	PET	PET
			融点 [℃]	260	260	260	260	260
	ポリオレフィン系樹脂(P2)または代替物		樹脂の種類	PP	PP	HDPE	PP	HDPE
			融点 [℃]	160	160	130	160	130
			ヒンダードアミン系化合物	HA-D	HA-D	HA-D	HA-D	-
			ヒンダードアミン系化合物の含有量 [質量%]	1.0	1.0	2.0	1.0	-
	ポリエステル系樹脂(P1)とポリオレフィン系樹脂(P2)の質量比率(P1:P2)			85:15	85:15	70:30	60:40	70:30
	ポリエステル系樹脂(P1)とポリオレフィン系樹脂(P2)の体積比率(P1:P2)			79:21	79:21	62:38	50:50	62:38
	単孔当たりの吐出量 [g/分]			3.30	3.30	3.30	2.75	2.20
	紡糸速度 [m/分]			4500	4500	4400	5000	6000
	熱融着	上ロール		M-FLT	M-EMB	M-EMB	M-EMB	M-EMB
		上ロール温度 [℃]		150	150	130	150	130
		下ロール		M-FLT	M-FLT	M-FLT	M-FLT	M-FLT
		下ロール温度 [℃]		150	150	130	150	130
		熱エンボスロールの線圧 [N/cm]		700	700	700	700	700
	熱風の貫通	熱風温度 [℃]		165	−	140	165	140
		熱風を貫通させる時間 [秒]		10	−	10	10	10
スパンボンド不織布	複合繊維	平均単繊維径 [μm]		27.2	27.2	28.0	25.2	19.2
		ヒンダードアミン系化合物の有効単位 [mg/g]		1.5	1.5	6.0	4.0	-
		ポリオレフィン系樹脂P2による複合繊維の表面の被覆率 [%]		100	100	100	69	100
		ミクロ融着部の有無		有	有	有	有	有
		ミクロ融着部を有する接点の数比率 [%]		100	15	100	78	100
	最近接繊維の平均中心間距離 [μm]			38.1	37.2	40.7	35.2	28.5
	近接複合繊維の数割合R_1 [%]			66	70	57	71	89
	マクロ融着部	マクロ融着部の有無		無	有	有	有	有
		マクロ融着部の配列の形態		−	千鳥	千鳥	千鳥	千鳥
		マクロ融着部の形状		−	円形	円形	円形	円形
		マクロ融着部面積率 [%]		0	11	11	11	11
		マクロ融着部間の最短距離 [mm]		−	1.1	1.1	1.1	1.1
		マクロ融着部の個々の面積[mm²]		−	0.30	0.30	0.30	0.30
	見かけの比表面積 [cm²/g]			1148	1148	1172	1388	1655
	目付 [g/m²]			70	70	50	50	50
	厚さ [mm]			0.42	0.34	0.33	0.32	0.28
	見掛密度 [g/cm³]			0.17	0.21	0.15	0.16	0.18
	タテ方向の剛軟度 [mg]			328	127	85	176	80
	通気量 [cm³/(cm²・秒)]			298	231	403	409	286
	プリーツ加工性			A	A	A	A	A
	形態保持性			A	A	A	A	A
	圧力損失 [Pa]			1.3	1.7	1.1	1.1	1.5
	捕集効率 [%]			47.2	45.7	31.7	31.4	16.4

[0184] （比較例１）

ヒンダードアミン系化合物を含まないポリプロピレン系樹脂Ｂを用いたこと以外は、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。得られたスパンボンド不織布には、目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合は均一なものであった。評価した結果を表３に示す。

[0185] （比較例２）

ヒンダードアミン系化合物を含まない、前記のポリエステル系樹脂Ａと、前記のヒンダードアミン系化合物Ｄを１．０質量％含む、前記のポリエステル系樹脂Ａとを、それぞれ２９５℃の温度で溶融させた。その後、ヒンダードアミン系化合物を含まないポリエステル系樹脂Ａを芯成分、前記のヒンダードアミン系化合物Ｄを含むポリエステル系樹脂Ａを鞘成分として、口金温度が２９５℃、芯：鞘＝８５：１５の質量比率、単孔あたりの吐出量が３．３０ｇ／分で、同心芯鞘複合紡糸口金の細孔から紡出した後、エジェクターにより紡糸速度４１００ｍ／分で円形断面形状のフィラメントを紡糸し、移動するネットコンベアー上に開繊板により繊維配列を規制し堆積させ、平均単繊維径が２７．２μｍの繊維からなる繊維ウェブを捕集した。捕集した繊維ウェブに対し、接着面積率が１１％、隣接するマクロ融着部間の最短距離が１．１ｍｍとなるように、千鳥配置で円形の凸部の彫刻が施された、金属製のエンボスロールと、金属製のフラットロールとの組み合わせからなる熱エンボスロールを用い、上下ロールともに温度が２３０℃、繊維ウェブにかかる線圧が７００Ｎ／ｃｍとなる条件で熱融着させることで、規則的に配列したマクロ融着部を付与し、目付が７０ｇ／ｍ^{2}のスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。

[0186] 続いて、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。評価した結果を表３に示す。

[0187] （比較例３）

前記のヒンダードアミン系化合物を含まない、前記のポリプロピレン系樹脂Ｂと、前記のヒンダードアミン系化合物Ｄを１．０質量％含む、前記のポリプロピレン系樹脂Ｂとを、それぞれ２２０℃の温度で溶融させた。その後、前記のヒンダードアミン系化合物を含まないポリプロピレン系樹脂Ｂを芯成分、前記のヒンダードアミン系化合物Ｄを含むポリプロピレン系樹脂Ｂを鞘成分として、口金温度が２２０℃、芯：鞘＝８５：１５の質量比率、単孔

あたりの吐出量が２．７５ｇ／分で、同心芯鞘複合紡糸口金の細孔から紡出した後、エジェクターにより紡糸速度５２００ｍ／分で円形断面形状のフィラメントを紡糸し、移動するネットコンベアー上に開繊板により繊維配列を規制し堆積させ、平均単繊維径が２７．２μｍの繊維からなる繊維ウェブを捕集した。捕集した繊維ウェブに対し、接着面積率が１１％、隣接するマクロ融着部間の最短距離が１．１ｍｍとなるように、千鳥配置で円形の凸部の彫刻が施された、金属製のエンボスロールと、金属製のフラットロールとの組み合わせからなる熱エンボスロールを用い、上下ロールともに温度が２３０℃、繊維ウェブにかかる線圧が７００Ｎ／ｃｍとなる条件で熱融着させることで、規則的に配列したマクロ融着部を付与し、目付が７０ｇ／ｍ^{2}のスパンボンド不織布を得た。紡糸性については、１時間の紡糸において糸切れは見られず良好であり、得られたスパンボンド不織布は目視で表面の色の濃淡（斑）が少なく、地合が均一なものであった。

[0188] 続いて、実施例１と同じ方法により、エレクトレット処理されたスパンボンド不織布を得た。評価した結果を表３に示す。

[0189]

[表3]

【表３】

				比較例1	比較例2	比較例3
原料樹脂・製造条件	ポリエステル系樹脂(P1)または代替物		樹脂の種類	PET	PET	PP
			融点 [℃]	260	260	160
	ポリオレフィン系樹脂(P2)または代替物		樹脂の種類	PP	PET	PP
			融点 [℃]	160	260	160
			ヒンダードアミン系化合物	−	HA-D	HA-D
			ヒンダードアミン系化合物の含有量 [質量%]	−	1.0	1.0
	ポリエステル系樹脂(P1)とポリオレフィン系樹脂(P2)の質量比率(P1:P2)			85:15	85:15	85:15
	ポリエステル系樹脂(P1)とポリオレフィン系樹脂(P2)の体積比率(P1:P2)			79:21	85:15	85:15
	単孔当たりの吐出量 [g/分]			3.30	3.30	2.75
	紡糸速度 [m/分]			4500	4100	5200
	熱融着	上ロール		M-EMB	M-EMB	M-EMB
		上ロール温度 [℃]		150	230	150
		下ロール		M-FLT	M-FLT	M-FLT
		下ロール温度 [℃]		150	230	150
		熱エンボスロールの線圧 [N/cm]		700	700	700
	熱風の貫通	熱風温度 [℃]		165	−	−
		熱風を貫通させる時間 [秒]		10	−	−
スパンボンド不織布	複合繊維	平均単繊維径 [μm]		27.2	27.2	27.2
		ヒンダードアミン系化合物の有効単位 [mg/g]		0	0.3	1.5
		ポリオレフィン系樹脂P2による複合繊維の表面の被覆率 [%]		100	100	100
		ミクロ融着部の有無		有	無	無
		ミクロ融着部を有する接点の数比率 [%]		100	0	0
	最近接繊維の平均中心間距離 [μm]			36.5	36.7	35.3
	近接複合繊維の数割合R_1 [%]			72	72	74
	マクロ融着部	マクロ融着部の有無		有	有	有
		マクロ融着部の配列の形態		千鳥	千鳥	千鳥
		マクロ融着部の形状		円形	円形	円形
		マクロ融着部面積率 [%]		11	11	11
		マクロ融着部間の最短距離 [mm]		1.1	1.1	1.1
		マクロ融着部の個々の面積[mm^2]		0.30	0.30	0.30
	見かけの比表面積 [cm^2/g]			1148	1066	1616
	目付 [g/m^2]			70	70	70
	厚さ [mm]			0.39	0.34	0.33
	見掛密度 [g/cm^3]			0.18	0.21	0.21
	タテ方向の剛軟度 [mg]			315	60	45
	通気量 [$cm^3/(cm^2 \cdot 秒)$]			286	236	220
	プリーツ加工性			A	B	C
	形態保持性			A	B	C
	圧力損失 [Pa]			1.4	1.7	1.7
	捕集効率 [%]			7.0	10.1	44.6

[0190] 実施例１～８のスパンボンド不織布は、実用に供しうる十分な剛性を有し、このことによりプリーツ加工性と形態保持性に優れ、かつ、除塵性能に優れるとともに、通気性が高いものであった。

[0191] 一方、比較例１の複合繊維におけるヒンダードアミン系化合物の有効単位が０．３ｍｇ／ｇよりも小さいスパンボンド不織布は、捕集効率が低く除塵効率に劣るものであった。芯成分と鞘成分がともに同一のポリエステル系樹脂Ａからなるスパンボンド不織布についても除塵効率に劣るものであった。

このような従来のスパンボンド不織布では、除塵効率を高めるために目付を増やす必要があるが、そのようにすると、プラスチックの使用量が増えることで環境負荷が増加することに加え、通気性が低下し、さらに厚みも大きくなることから、フィルターユニットとしての圧力損失が増加し、消費電力が大きいものとなる。

[0192] また、比較例３の芯成分もポリプロピレン系樹脂からなるスパンボンド不織布は、剛性が低く、プリーツ加工性や形態保持性に劣るものであった。このような従来のスパンボンド不織布では、プリーツ加工性や形態保持性を高めるために目付を増やす必要があるが、そのようにすると、プラスチックの使用量が増えることで環境負荷が増加することに加え、通気性が低下し、さらに厚みも大きくなることから、フィルターユニットとしての圧力損失が増加し、消費電力が大きいものとなる。

符号の説明

[0193] １：サンプルホルダー

２：ダスト収納箱

３：流量計

４：流量調整バルブ

５：ブロワ

６：パーティクルカウンター

７：切替コック

８：圧力計

Ｍ：測定サンプル

請求の範囲

[請求項1] ポリエステル系樹脂Ｐ１と、

融点が前記ポリエステル系樹脂Ｐ１の融点よりも２０℃以上低いポリオレフィン系樹脂Ｐ２と、

ヒンダードアミン系化合物と、

を構成成分として含む複合繊維により構成されるスパンボンド不織布であって、

前記複合繊維の表面の５０％以上がポリオレフィン系樹脂Ｐ２であり、

前記複合繊維における前記ヒンダードアミン系化合物の有効単位が０．３ｍｇ／ｇ以上９０．０ｍｇ／ｇ以下である、

スパンボンド不織布。

[請求項2] 見掛けの比表面積が９８０ｃｍ^2／ｇ以上１６００ｃｍ^2／ｇ以下である、請求項１に記載のスパンボンド不織布。

[請求項3] 前記複合繊維の繊維同士の接点の少なくとも一部が、繊維軸方向に長さ５μｍ以上１００μｍ以下のミクロ融着部を有する、請求項１または２に記載のスパンボンド不織布。

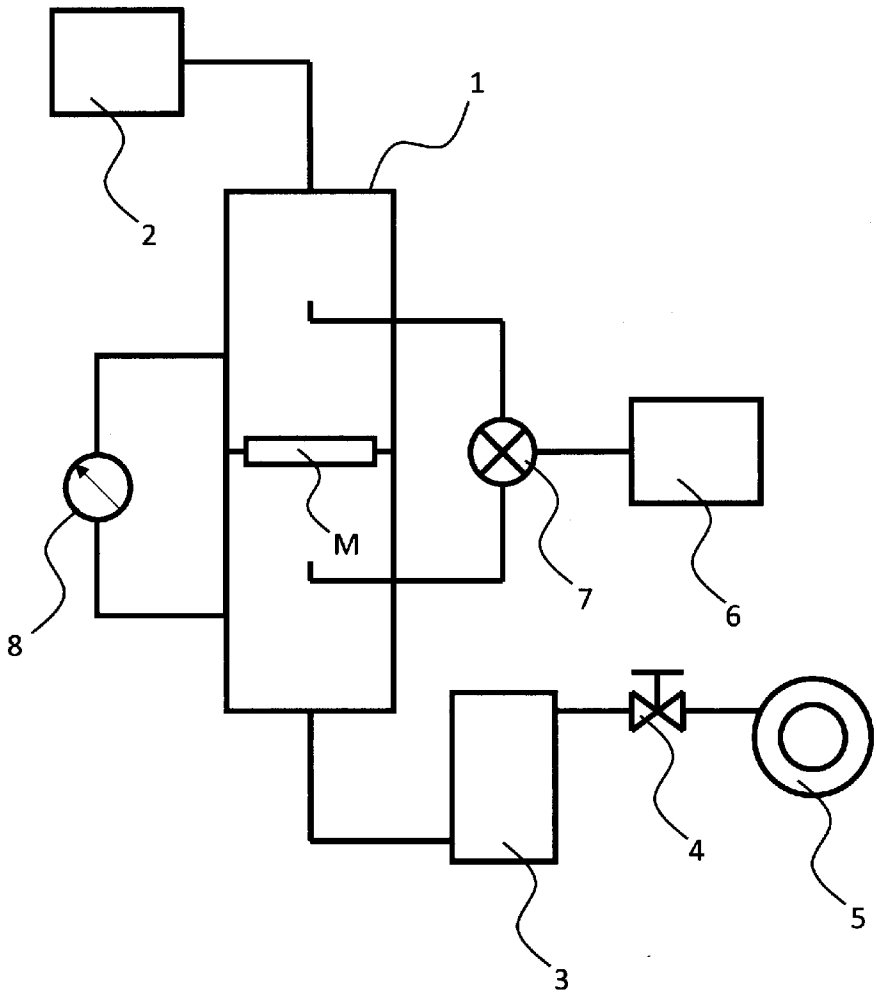
[請求項4] 前記スパンボンド不織布のヨコ方向の断面における最近接繊維の平均中心間距離が５０μｍ以下である、請求項１または２に記載のスパンボンド不織布。

[請求項5] 請求項１または２に記載のスパンボンド不織布を含む、フィルター濾材。

[請求項6] 請求項５に記載のフィルター濾材を含む、エアフィルター。

[図1]

【図１】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/044573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

D04H 3/16(2006.01)i; ***B01D 39/16***(2006.01)i; ***D04H 3/14***(2012.01)i; ***D04H 3/147***(2012.01)i
FI: D04H3/16; D04H3/14; D04H3/147; B01D39/16 A

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)

D04H1/00-18/04; B01D39/00-41/04

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2008-150753 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 03 July 2008 (2008-07-03) claims 1-4, 7, paragraphs [0002], [0019]-[0020], [0022]-[0025], examples	1-2, 5-6
Y		3-4
Y	KR 10-2015-0011129 A (TORAY ADVANCED MATERIALS KOREA INC.) 30 January 2015 (2015-01-30) claims, paragraph [0017]	3-4
A	JP 2009-226321 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 08 October 2009 (2009-10-08) whole document	1-6
A	JP 2009-275312 A (KURARAY KURAFLEX CO., LTD.) 26 November 2009 (2009-11-26) whole document	1-6
A	WO 2011/004696 A1 (CHISSO CORPORATION) 13 January 2011 (2011-01-13) whole document	1-6

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
06 March 2024	**19 March 2024**
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/044573

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2008-150753 A	03 July 2008	(Family: none)	
KR 10-2015-0011129 A	30 January 2015	(Family: none)	
JP 2009-226321 A	08 October 2009	(Family: none)	
JP 2009-275312 A	26 November 2009	(Family: none)	
WO 2011/004696 A1	13 January 2011	US 2012/0097037 A1 whole document EP 2452737 A1 CN 102470302 A KR 10-2012-0051640 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/044573

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

D04H 3/16(2006.01)i; B01D 39/16(2006.01)i; D04H 3/14(2012.01)i; D04H 3/147(2012.01)i
FI: D04H3/16; D04H3/14; D04H3/147; B01D39/16 A

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））

D04H1/00-18/04; B01D39/00-41/04

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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	JP 2008-150753 A (東レ株式会社) 03.07.2008 (2008-07-03) 請求項１－４，７，［０００２］，［００１９］－［００２０］，［００２２］－［００２５］，実施例	1-2,5-6
Y		3-4
Y	KR 10-2015-0011129 A (TORAY ADVANCED MATERIALS KOREA INC.) 30.01.2015 (2015-01-30) 特許請求の範囲，［００１７］	3-4
A	JP 2009-226321 A (東レ株式会社) 08.10.2009 (2009-10-08) 文献全体	1-6
A	JP 2009-275312 A (クラレクラフレックス株式会社) 26.11.2009 (2009-11-26) 文献全体	1-6
A	WO 2011/004696 A1 (チッソ株式会社) 13.01.2011 (2011-01-13) 文献全体	1-6

☐ 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
"D"　国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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	国際調査報告の発送日
06.03.2024	19.03.2024

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）

伊藤　寿美 4S 4143

電話番号 03-3581-1101 内線 3474

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/JP2023/044573

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-150753 A	03.07.2008	（ファミリーなし）	
KR 10-2015-0011129 A	30.01.2015	（ファミリーなし）	
JP 2009-226321 A	08.10.2009	（ファミリーなし）	
JP 2009-275312 A	26.11.2009	（ファミリーなし）	
WO 2011/004696 A1	13.01.2011	US 2012/0097037 A1 whole document EP 2452737 A1 CN 102470302 A KR 10-2012-0051640 A	