

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6930527号
(P6930527)

(45) 発行日 令和3年9月1日 (2021.9.1)

(24) 登録日 令和3年8月16日 (2021.8.16)

(51) Int.Cl.

F I

D O 3 D 15/20 (2021.01)
D O 3 D 1/00 (2006.01)
D O 6 M 10/02 (2006.01)
D O 2 G 3/02 (2006.01)
D O 2 G 3/26 (2006.01)

D O 3 D 15/00 A
D O 3 D 1/00 Z
D O 6 M 10/02 C
D O 2 G 3/02
D O 2 G 3/26

請求項の数 10 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-505465 (P2018-505465)
(86) (22) 出願日 平成28年8月23日 (2016.8.23)
(65) 公表番号 特表2018-534441 (P2018-534441A)
(43) 公表日 平成30年11月22日 (2018.11.22)
(86) 国際出願番号 PCT/CN2016/096309
(87) 国際公開番号 WO2017/032295
(87) 国際公開日 平成29年3月2日 (2017.3.2)
審査請求日 令和1年8月21日 (2019.8.21)
(31) 優先権主張番号 201510521999.9
(32) 優先日 平成27年8月24日 (2015.8.24)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
中国 (CN)

(73) 特許権者 000003159
東レ株式会社
東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
(72) 発明者 石 彦芳
中華人民共和国江蘇省南通市経済技術開発
区新開南路58号 知識産権部/陳衛華
(72) 発明者 楊 麗麗
中華人民共和国江蘇省南通市経済技術開発
区新開南路58号 知識産権部/陳衛華
(72) 発明者 徐 ▲じえー▼
中華人民共和国江蘇省南通市経済技術開発
区新開南路58号 知識産権部/陳衛華

審査官 橋本 有佳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高性能な P P S 繊維構造体およびその製造方法と用途

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

横断面直径が 0 . 1 ~ 1 2 μ m の P P S 繊維から形成された織物であり、最大ポアサイズが 2 0 μ m 以下であり、J I S L 1 9 0 7 - 2 0 1 0 「繊維製品の吸水性試験方法」の第 7 . 1 . 1 項「滴下法」による吸水速度が 1 秒以下であり、前記織物を構成するタテ系およびヨコ系は親水化加工を経たステープルファイバーの P P S 系であり、該 P P S 系の単系の番手が 2 1 ~ 6 0 s であることを特徴とする高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 2】

該 P P S 繊維構造体の平均ポアサイズは 5 μ m 以下であり、そのうち 6 μ m 以下の孔が該 P P S 繊維構造体のすべての孔の 9 0 % 以上を占めることを特徴とする請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 3】

前記織物を構成する P P S 系の撚り係数が 1 8 0 ~ 3 5 0 であることを特徴とする請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 4】

該 P P S 繊維構造体を構成するタテ系の撚り数がヨコ系の撚り数以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 5】

前記 P P S 系の撚り数と該 P P S 系の単系の撚り数との比率が 0 . 2 ~ 1 . 0 であることを特徴とする請求項 4 に記載の高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 6】

該 P P S 繊維構造体の気密性が $400\text{ mm H}_2\text{O}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 7】

該 P P S 繊維構造体の表面抵抗が $60\text{ m} \cdot \text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体。

【請求項 8】

(1) 綿紡プロセス：横断面直径が $0.1 \sim 12\text{ }\mu\text{m}$ の P P S 繊維に混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡を行い、粗紡を引き伸ばして、番手が $21 \sim 60\text{ s}$ であり、撚り係数が $200 \sim 310$ である P P S 単糸を作製し、さらに、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットを経て、単糸本数が $1 \sim 6$ 本の P P S 糸を作製する；

(2) 製織プロセス：作製された P P S 糸に、整経 - 綜統通し - 箆入れ - 製織を行い、カバーファクターが $2400 \sim 2900$ の P P S 織物を作製する；

(3) 仕上げプロセス：作製された P P S 織物を精練し、水洗し、乾燥し、 $180 \sim 200$ で熱セットする；

(4) 親水化処理プロセス：セットした織物をプラズマおよび / またはスルホン化親水加工し、最終的に完成品を作製する、

というステップを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体の製造方法。

【請求項 9】

ステップ (1) で作製された P P S 糸に、プラズマ加工、スルホン化加工、グラフト重合処理法のうち少なくとも一種の加工を行い、親水性の P P S 糸を作製することを特徴とする請求項 8 に記載の高性能な P P S 繊維構造体の製造方法。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の高性能な P P S 繊維構造体の、電解装置用セパレーター、高温液体濾過、絶縁材料への応用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高性能な P P S 繊維構造体およびその製造方法と用途に関する。

【背景技術】

【0002】

セパレーター布は水電解槽の主要な中核的材料であり、水電解水素製造・酸素製造装置は軍事、石油化学、鉄鋼等の製造分野にも幅広く応用されており、現在のところ、国内の主要なアルカリ水電解水素製造装置メーカーは、依然として石綿布をセパレーターとして使用している。ただし、工業化プロセスの推進および技術の進歩に伴い、人々は生産実践の過程で、石綿セパレーターにいくつかの問題が存在することに徐々に気付いている。石綿自体は無毒だが、その最大の害はその繊維に由来し、それは、非常に細かく、肉眼でほとんど見えない繊維であり、これらの細かい繊維は解き放たれた後、空気中に長時間浮遊し、人体に吸い込まれやすい。このため、国際社会は新型セパレーター材料の研究開発への取り組みを強めており、わが国ではセパレーター布は一貫して水電解装置の主要な中核的材料であり、日増しに激しさを増す国際競争に適応し、製品を国際市場に広めるために、新世代の非石綿セパレーター布で石綿セパレーター布を代替することが不可避となっている。現在、P P S 繊維を用いて作製されたセパレーター布が石綿セパレーター布に取って代わりつつあり、汚染や、気密性が低い等の問題を解決しているが、製織した P P S セパレーター布を使用した繊維の織度が不適当であり単糸と撚り糸の撚り数の間の比率が不適切であれば、作製されたセパレーターのポアサイズの大きさが不均一になり、気密性が悪くなるおそれがある。

【0003】

中国公開特許CN101372752が、普通のPPS繊維を用いて作製された非製造布を開示しているように、しかるのちに、70～130、90～98%の H_2SO_4 によってスルホン化処理を20～40分間行い、さらに、30%の水酸化カリウムで処理し、最後に、耐高温アルカリ水電解槽セパレーターを得る。該発明においては、不織布の吸液率が相対的に優れているため、強酸処理を経た後、洗浄の過程で、大量の貴重な水資源と化学薬品を消費しなければならない、洗浄時間も比較的長く、かつ、プロセスの操作が複雑であり、環境に汚染をもたらしやすい。同時に、安全性も低く、工業化生産を行うのに適していない。

【0004】

中国公開特許CN103938337Aが、普通の2.2TのPPS繊維を用いて作製された高密度織物布を開示しているように、しかるのちに、プラズマ親水加工の方法によってPPSセパレーターの親水性能を付与し、最後に、耐高温耐アルカリのPPSセパレーターを得、該発明は、使用する単繊維の織度および単糸と撚り糸の撚り数の間の配合比率が不適切なため、作製されたセパレーターの気密性が悪くなる。このほか、プラズマ親水加工の方法を用いて加工したPPSセパレーター布は、親水効果があまり高くなく、しかも時効性が短いため、該セパレーターが生産のニーズを真に満たすことができなくなる。

【0005】

また、中国公開特許CN101195944は、ポリエーテルエーテルケトン繊維、PPS繊維、ポリアクリル繊維のうち1種、2種または3種を原料として製織してなる織物を採用した石綿なしの環境保護・省エネルギー型セパレーターを開示している。該セパレーター布の気密性は石綿セパレーターの規格要件を満たしているが、上記化学繊維の吸水性が低いため、作製されたセパレーター布親水性が低く、使用要件を真に満たすことができなくなる。

【発明の概要】

【0006】

本発明の目的は、気密性がより高く、親水性がより優れた高性能なPPS繊維構造体を提供することにある。

【0007】

本発明のもう一つの目的は、プロセスが簡単であり省エネルギーであり環境を汚染しない高性能なPPS繊維構造体の製造方法を提供することにある。

【0008】

上記の目的を果たすため、本発明の構成は次の通りである：

(1) 本発明のPPS繊維構造体は、横断面直径が0.1～12 μm のPPS繊維から形成された織物であり、該PPS繊維構造体の最大ポアサイズは20 μm 以下である。

(2) 上記(1)を構成するPPS繊維構造体のタテ糸およびヨコ糸は、親水化加工を経たPPSステープルファイバーである。

(3) 上記(1)のPPS繊維構造体の平均ポアサイズは5 μm 以下であり、そのうち6 μm 以下の孔が繊維構造体のすべての孔の90%以上を占める。

(4) 上記(1)を構成する単糸の番手が21～60sである。

(5) 上記(1)を構成する糸の撚り係数が180～350である。

(6) 上記(1)を構成するPPS繊維構造体のタテ糸の撚り数がヨコ糸の撚り数以上である。

(7) 上記(4)～(5)のいずれか一項のPPS繊維構造体中のPPS糸の撚り数とPPS単糸の撚り数の比率は0.2～1.0である。

(8) 上記(1)を構成するPPS繊維構造体の気密性は400mmH₂O以上である。

(9) 上記(1)を構成するPPS繊維構造体の表面抵抗は60m \cdot cm²以下である。

【0009】

本発明の有益な効果は次の通りである：本発明は、繊維度が0.1～12 μm のPPS繊維を使用しており、そして、単系の撚り数と撚り系の撚り数の間の比率が適切であるため、ポアサイズが不均一であり気密性が低いという従来技術の欠点を克服しており、作製されたPPS織物のポアサイズを小さくするとともに分布を均一にすることができ、このことが、本発明のPPS繊維構造体に、気密性が高く親水性が優れているという特徴を持たせるだけでなく、プロセスが簡単で省エネルギーであり、環境を汚染しないという特徴も持たせている。本発明のPPS繊維構造体は、電解装置用セパレーター、高温液体濾過、絶縁材料に応用することができる。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明のPPS繊維構造体は、横断面直径が0.1～12 μm のPPS繊維から形成された織物であり、該PPS繊維構造体の最大ポアサイズは20 μm 以下である。あらゆる織物組織において、平織織物の組織点が最も多く、緊密度が最も大きいので、好ましくは平織織物である。PPS繊維の横断面直径が0.1 μm よりも短ければ、繊維が細すぎるので、コーミングの過程で、繊維をコーミングすることができず、単繊維が断裂し、糸形成不良が生じ、ネップが多すぎる現象が生じることにより、糸の品質に影響するおそれがある。該糸で製織を行えば、PPS布面の瑕疵が多くなりすぎ、織物の厚さやポアサイズに影響することにより、織物のポアサイズや厚さが不均等になり、さらには織物の気密性が悪くなる可能性があり；PPS繊維の横断面直径が12 μm よりも大きければ、繊維の直径が太すぎ、単繊維糸が硬すぎるため、糸形成が容易でなくなり、また、糸が太すぎれば製織に困難をもたらすおそれもあり、得られる織物のポアサイズが大きくなり、織物の気密性が悪くなり、最終的に、調製される水素、酸素の純度が悪くなるおそれもあり；PPS織物の気密性および後加工の過程における親水加工効果等の総合的要素を考慮すると、PPS繊維の横断面直径は好ましくは6～10 μm であり、より好ましくは6～8 μm である。

【0011】

該PPS繊維構造体を構成するタテ糸およびヨコ糸は、親水化加工を経たPPSステープルファイバーである。本発明のPPS繊維構造体のタテ糸およびヨコ糸にはいずれも短繊維糸を採用しており、長繊維糸と比べると、ステープルファイバーは単繊維同士の拘束性が強く、糸の構造が原因で繊維の間の空隙が増加することにより織物のポアサイズや気密性能に影響することはない。本発明で使用するステープルファイバーは単糸であってもよく、単糸から構成された撚り糸であってもよく、好ましくは撚り糸である。PPS繊維構造体が優れた親水性能を有することを保証するため、好ましくは、親水加工済みのPPSステープルファイバー糸である。ここで言う親水化は、プラズマ、スルホン化もしくはグラフトの方法によって、PPS繊維表面の、水酸基、カルボキシル基、カーボネート、サルフェート基等の親水基を増加させることを指す。親水化処理されたPPS糸のグラフト率は0.1～3%であり、グラフト率は好ましくは0.5～3%である。

【0012】

本発明のPPS繊維構造体の最大ポアサイズは20 μm 以下であるが、PPS繊維構造体の最大ポアサイズが20 μm よりも大きければ、PPS繊維構造体のポアサイズが大きすぎ、それが水素製造装置で使用される際に、水素と酸素の気泡が繊維構造体の空隙を通過しやすく、単一ガスの純度を低下させることになる。PPS繊維構造体の最大ポアサイズは20 μm 以下であるが、PPS繊維構造体のポアサイズを均一にし、ポアサイズの寸法分布を集中させるため、PPS繊維構造体の最大ポアサイズは好ましくは15 μm 以下であり、繊維構造体のポアサイズをさらに均一にし、ポアサイズの寸法分布をさらに集中させるため、PPS繊維構造体の最大ポアサイズは好ましくは12 μm 以下である。

【0013】

本発明のPPS繊維構造体の平均ポアサイズは5 μm 以下であり、そのうち6 μm 以下の孔が繊維構造体のすべての孔の90%以上を占める。PPS繊維構造体の平均ポアサイズが上記範囲内に制御されれば、気密性の高さを保証することができ、このようにすれば

10

20

30

40

50

、ガス分子や気泡が通過しにくくなり、それにより陽極側ガスと陰極側ガスの混合を阻止することでガスの純度を保証するとともに、安全性が高い。PPS繊維構造体の平均ポアサイズが $5\mu\text{m}$ よりも大きければ、織物のポアサイズが大きすぎるため、織物を水素製造装置で使用する際に、隔離する役割を果たすことができず、最終的に、調製される水素、酸素の純度が低くなり、顧客の使用要件を達成することができない。本発明の織物の気密性の使用要件を保証すると同時に、ガスの発生効率を高めるとともに、生成されるガスの純度を高めるために、平均ポアサイズが $5\mu\text{m}$ 以下の範囲内である前提の下、製織条件を最適化し、ポアサイズの均等性を高め、ポアサイズが $6\mu\text{m}$ 以下の孔がすべての孔の90%以上を占めるようにし、好ましくは95%以上を占めるようにする。

【0014】

PPS織物を構成する単系の番手は21～60sに選択され、撚り係数は200～310に選択される。単系の番手が上記範囲であれば、作製されたPPS織物のポアサイズが小さくかつ均一で気密性が高いことを保証することができ、得られた織物の後工程での親水加工効果を高めることもできる。単系の番手が小さすぎ、糸が太すぎれば、織物のポアサイズが大きくなり、織物の気密性が小さくなり、最終的に、調製される水素、酸素の純度が悪くなるおそれもあり；単系の番手が大きすぎれば、必然的に細い糸が必要になり、このようになれば、生産過程が困難になるおそれがある。また、単系の撚り係数が上記範囲内であれば、作製されたPPS糸のほぐれ具合が適切であることを保証することができ、織物のポアサイズを小さくかつ均一にし、気密性を高め、織物の後工程での親水加工効果を良くすることもできる。糸の撚り係数が小さすぎれば、糸の撚り数が少なすぎ、糸の強度が低くなり、製織時に糸切れしやすく、作製される織物の強度が低くなるおそれがあり；糸の撚り係数が大きすぎれば、糸の撚り数が多すぎ、織物の組織点における空隙が顕著になり、ポアサイズが増大し；一方、糸内部の繊維間の空隙も小さくなることにより、織物全体のポアサイズの大きさが不均一になり、気密性が低下するおそれがある。

【0015】

前記PPS織物を構成する糸の撚り係数は180～350であるが、糸の撚り係数が小さすぎれば、単繊維の撚り角度が小さくなり、繊維間の拘束力が減少し、糸の強度が低下し、製織過程において糸の強度が低いため製織が困難になり；糸の撚り係数が大きすぎれば、繊維間の拘束力が大きくなりすぎ、糸の強度が低下し、かつ、製織過程においてよじれが生じやすく、製織しにくい。

【0016】

製織のセッティングを行うとき、タテ糸が受ける張力がヨコ糸のヨコ入れ張力よりも大きく、PPS織物の製織効率を保証するため、織物の構造を緊密にし、ポアサイズが小さくポアサイズの均等性が良く、好ましくは、本発明のPPS繊維構造体を構成するタテ糸の撚り数がヨコ糸の撚り数以上である。タテ糸の撚り数がやや多く、タテ糸の強度を保証することができ、開口率を向上させ、製織に有利である。ヨコ糸には、やや少ない撚り数のステープルファイバーを選択使用し、糸はほぐれており、タテ糸の撚り数の向上によりもたらされるポアサイズの増大と不均一という欠点を補うことができる。

【0017】

本発明のPPS糸の撚り数とPPS単糸の撚り数の比率は0.2～1.0であり、糸撚り数と単糸の撚り数の比率は上記範囲内で織物のポアサイズが均一であることを保証することができ、織物が親水加工の過程で、結合される親水基の数を多くすることもでき、織物の液体含有率を高めることができ、織物の表層に形成された水膜が比較的厚く、気泡が通過するのを効果的に阻止することができ、ガスの純度を高める。PPS糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が小さすぎれば、糸の撚り数は必然的に少なくなり、PPS糸の強度が低くなり、作製されたPPS織物の強度が低くなることにより、織物が破れやすくなり；PPSの糸撚り数と単糸の撚り数の比率が大きすぎれば、糸内部の繊維間の空隙が小さくなることにより、織物全体のポアサイズの大きさが不均一になり、気密性が低下して、織物のポアサイズが不均一になり、しかも、結合される親水基の数を少なくするおそれがある。

【 0 0 1 8 】

本発明の P P S 繊維構造体の気密性は 4 0 0 m m H₂ O 以上である。該 P P S 繊維構造体を水電解槽に応用するとき、4 0 0 m m 以上を満たす H₂ O 圧力の下、通気せず 2 分間保つ条件の下、実際の水電解槽中のセパレーター布の気密性の使用要件を実質的に満たすことができ、かつ、同時に、セパレーター布が、優れた気密性、イオンの通過効率、およびセパレーター布の加工性を有することができるよう考慮する。気密性が 4 0 0 m m の H₂ O 圧力よりも低ければ、セパレーターの基本的ニーズを満たすことができず、生成されるガスの純度が影響を受ける。

【 0 0 1 9 】

本発明の P P S 繊維構造体の表面抵抗は 6 0 m² ・ c m² 以下であり、好ましくは、表面抵抗は 1 0 m² ・ c m² 以下である。P P S 繊維構造体の表面抵抗が 6 0 m² ・ c m² よりも大きければ、織物のインピーダンスが大きくなり、電気エネルギーの消耗が増加し、しかも、生産コストも増加する。

【 0 0 2 0 】

本発明の P P S 繊維構造体のアルカリ吸収率は 7 0 ~ 2 0 0 % であり、P P S 繊維構造体のアルカリ吸収率が低すぎれば、アルカリ液の中で水膜を形成するのが困難になるか、または水膜が薄すぎ、気泡の通過を効果的に阻止することができないことにより、ガスの純度が低下することになり；P P S 繊維構造体のアルカリ吸収率が高すぎれば、必然的に織物の構造が比較的緩くなり、空隙が増大することにより、セパレーターの性能に影響する。P P S 繊維構造体の親水性および構造を考慮すると、本発明の P P S 繊維構造体のアルカリ吸収率は好ましくは 8 5 ~ 1 8 0 % であり、より好ましくは 1 0 0 ~ 1 6 0 % である。

【 0 0 2 1 】

本発明の高性能な P P S 繊維構造体は水素製造装置に応用され、主な役割は、イオンは通過することができ、ガス分子は通過できないことである。異なる顧客の、製造される水素、酸素の純度に対する要求は異なるので、織物のポアサイズの大きさおよび気密性に対する要求も異なるが、これは織物のタイプおよび組織とは無関係であり、ガス分子同士が互いに透過しさえしなければ、顧客の要求を満たすことができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の高性能な P P S 繊維構造体の製造方法は、次のようなステップを含む：

(1) 綿紡プロセス：横断面直径が 0 . 1 ~ 1 2 μ m の P P S 繊維に混打綿 - カーディン - 練条 - 粗紡を行い、粗紡を引き伸ばして、番手が 2 0 ~ 6 0 s であり、撚り係数が 2 0 0 ~ 3 1 0 である P P S 単糸を作製し、さらに、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットを経て、本数が 1 ~ 6 本の P P S 糸を作製する；

(2) 製織プロセス：作製された P P S 糸に、整経 - 綜統通し - 筈入れ - 製織を行い、カバーファクターが 2 4 0 0 ~ 2 9 0 0 の P P S 織物を作製し；織物のカバーファクターは、織物の緊密度を特徴付けるパラメーターであり、カバーファクターが高いほど織物が緊密になり通気性とポアサイズが小さくなり、平織織物のカバーファクターが 2 4 0 0 未満であれば、織物の緊張が不十分なため織物の気密性が低くなり、このようになれば、織物はガスの通過を阻むのが困難であることにより、ガスの純度および製造過程の安全性を保証することができず；平織織物のカバーファクターが 2 9 0 0 よりも高ければ、織機に対して比較的高い要求があり、製織が困難である。織物のカバーファクターは好ましくは 2 6 0 0 ~ 2 8 0 0 である；

(3) 仕上げプロセス：作製された P P S 織物を精練し、水洗し、乾燥し、1 8 0 ~ 2 0 0 °C で熱セットし；上記精練、熱セットの最も好ましい実験条件は次の通りである：

- a . 使用する精練剤：Y K 3 0 1 2 g / L、Y S 6 6 3 . 0 g / L、Y K 3 7 2 . 0 g / L、
- b . 精練槽の温度：1 槽 4 0 ~ 5 0 °C、2 槽 7 0 ~ 8 0 °C、3 槽 9 5 ~ 1 0 5 °C、
- c . 速度：1 0 ~ 1 4 m / 分、
- d . 熱セット温度：1 8 0 ~ 2 1 0 °C、

e . 熱セット速度 : 10 ~ 14 m / 分 ;

(4) 親水化処理プロセス : セットした織物をプラズマおよび / またはスルホン化親水加工し、最終的に完成品を作製する。織物をプラズマおよび / またはスルホン化親水加工することによって、PPS繊維の表面に親水基を結合することができ、PPS繊維の湿潤速度を高めることができ、同時に、PPS繊維の液体含有率を高めることもでき、使用過程においてガスの生産効率を向上させかつ純度が高い。プラズマおよび / またはスルホン化親水加工を経て、作製される織物のグラフト率は異なり、好ましくは、PPS繊維のグラフト率は3.0 ~ 8.0 %である。

【0023】

上記プラズマ親水加工の方法は、常圧プラズマ加工と低圧プラズマ加工を含み、常圧プラズマ加工の方法はグロー放電、サイレント放電、コロナ放電を含み、そのうちグロー放電は直流電流、高周波電流、マイクロ波放射を含み、低圧プラズマ加工処理のガスは酸素、アルゴン、窒素等であってもよく、加工の可能性、加工の安定性、加工の効率を考慮すると、プラズマ親水加工は好ましくは常圧プラズマグロー直流放電であり、常圧プラズマグロー直流放電の条件は、電圧5 ~ 15 V、電流12 ~ 18 A、結合される酸素元素の含有量が、測定された元素含有量の15 ~ 25 %を占める、というものである。プラズマ加工の後、PPS繊維の表面に、凹凸を有するピットが生成され、このようにすれば、PPS繊維の毛細管効果および吸水性を高めることができ、このほか、PPS繊維の表層に親水基を結合し、親水基は硫酸根、カルボキシレート、カーボネート、水酸基、カルボニル基等であり、結合されるこれらの親水基の作用がPPS繊維の吸水速度を高めることができ、水素、酸素の純度を高めることもできる。

【0024】

セットした織物が、プラズマとスルホン化加工を同時に採用する場合、セットした織物をプラズマ処理し、PPS系を物理的にエッチングさせ、繊維の表層に凹凸のピットを形成させ、PPS繊維の比表面積を増加させており ; しかるのちに、さらに、プラズマ処理したPPS織物にスルホン化加工処理を行い、このようにすれば、結合される親水基の数を増やし、PPS繊維の親水効果をより良くすることができる。

【0025】

作製されたPPS織物に、より良い親水効果を持たせるために、好ましくは、ステップ(1)で作製されたPPS系に、プラズマ加工、スルホン化加工、グラフト重合処理のうち少なくとも一種の加工を行い、親水性のPPS系を作製する。単一のプラズマ加工であるため、耐久性が低い可能性があり、かつ、織物が精練された後に親水性能が低下するおそれがある。グラフト重合の方式は後加工の過程で、薬剤と高温の影響のため親水性能の低下につながるので、より好ましくは、PPS系がスルホン化加工を経るか、または、より好ましくは、プラズマ加工の後に、PPS系にスルホン化加工を再び行う。

【0026】

スルホン化加工の方法は、温度が80 ~ 120 のスルホン化処理液(85 ~ 98 %のクロロスルホン酸または濃硫酸)で糸を1 ~ 5分間処理し、PPS繊維の表層に親水基の硫酸根等を結合する、というものである。プラズマ加工の方法は常圧プラズマ加工または真空プラズマ加工を選択し、その表面に凹凸のピットを形成し、PPS繊維の毛細管効果および吸水性を高めることができ、同時に、PPS繊維の表層に親水基の硫酸根、カルボキシレート、カーボネート、水酸基、カルボニル基等を結合し、結合されるこれらの親水基の作用がPPS繊維の吸水速度を高めることができ、水素、酸素の純度を高めることもできる。

【0027】

以下の実施例によって、本発明についてさらに説明する。ただし、本発明の保護範囲はこれらの実施例に限定されない。

【0028】

実施例において、各物理的特性は以下の方法で測定するか、または、以下の公式で計算する。

【 0 0 2 9 】

(カバーファクター)

織物のカバーファクターの計算公式は次の通りである：

【数 1】

$$C F = N_w \times \sqrt{D_w} + N_f \times \sqrt{D_f}$$

ここで： N_w は織物のタテ方向密度（本／インチ）であり； D_w は織物中のタテ方向フィラメントの織度（d t e x）であり； N_f は織物のヨコ方向密度（本／インチ）であり； D_f は織物中のヨコ方向フィラメントの織度（d t e x）である。

10

【 0 0 3 0 】

(平均ポアサイズ)

A S T M F 3 1 6 - 0 3 の規格によると、毛細管流動ポロシメーター（P M I の公式製品、型番：C F P - 1 1 0 0 - A E）を用いて織物のポアサイズを測定し、設定する動作モードは w e t - u p / d r y - d o w n モードである。試験環境は 2 3 、5 0 % R H である。織物サンプルをサンプル室に入れ、表面張力が 1 9 . 1 d y n e s / c m のシルウィックシリコン溶液（s i l w i c k s i l i c o n e F l u i d）で湿潤させる。サンプル室の底部挟持具は、直径 2 . 5 4 c m、厚さが 3 . 1 7 5 m m の多孔金属ディスク挿入部品を有し、サンプル室の頂部挟持具は直径 3 . 1 7 5 m m の孔を有し、織物の平均ポアサイズの値を直接読み取ることができる。2 回の測定の平均値を取って最終的な平均ポアサイズ値とする。

20

【 0 0 3 1 】

(気密性)

中国建材業界標準 J C T 2 1 1 - 2 0 0 9 「セパレーター石綿布」の第 4 . 5 . 2 項「気密性能試験」に基づいて測定を行う。

【 0 0 3 2 】

(吸水率)

G B / T 2 1 6 5 5 . 1 - 2 0 0 8 に基づいて、親水処理を経る前後のセパレーター布の吸水率を測定する。

30

【 0 0 3 3 】

(吸水速度)

J I S L 1 9 0 7 - 2 0 1 0 「繊維製品の吸水性試験方法」の第 7 . 1 . 1 項「滴下法」により試験を行う。

【 0 0 3 4 】

(表面抵抗)

中華人民共和国電子工業業界標準 S J / T 1 0 1 7 1 . 5 - 9 1 のアルカリ蓄電池セパレーター表面抵抗の試験基準に基づいて設定された、P P S セパレーターの表面抵抗を試験する装置については、装置の設定パラメーターは次の通りである：

40

(1) 低温恒温槽制御装置

a . 低温恒温槽制御装置の温度範囲は - 5 ~ 1 0 0 であり、温度制御偏差は ± 0 . 0 5 である。

(該計器は上海庚庚儀器装置有限公司であり、型番は D C 0 5 0 6 である) ；

b . 動作温度は 6 0 であり、液体媒体は一般にポリジメチルシロキサンを選択使用し

；

(2) バッテリー内部抵抗試験器

a . 規格型番：A T 5 2 6 (常州安柏精密儀器有限公司) ；

b . 試験抵抗の正確度：0 . 5 %、電圧：0 . 0 1 % ；

c . 試験範囲：抵抗 0 . 0 0 0 5 ミリオーム ~ 3 3 オーム、電圧：0 . 0 0 0 0 1 ~ 1

50

20 Vの直流電圧；

d．内部抵抗計の付属部品：1 m 試験プローブ ATL502A；1 m 試験線 ATL502；1.8 M r s 232 通行ケーブル ATL108；ヒューズ（電源コンセント内）0.5 A SB。

（3）試験抵抗槽の設定パラメーター

- a．槽の材質：PTFE材料；
- b．電極材料 純銀（99.9999%）；
- c．両電極間の距離：23 mm；
- d．PPSセパレーターの面積 長さ×幅 = 4 cm×2 cm。
- e．使用するKOHアルカリ液：温度：60、質量濃度：Wt 30%。

10

（4）実験時に使用する実験薬品

- a．KOH Wt 30%（水酸化カリウム：特級試薬）；
- b．アルカリ液と組み合わせて使用する水は二級超純脱イオン水である。

（5）試験環境：温度が20、湿度が60%RHの恒温恒湿環境。

【0035】

（グラフト率）

0.1 mol/LのNaOH標準溶液でスルホン化後のPPS織物（フェノールフタレインを指示薬とする）を滴定し、消費されるNaOHの量に基づいて織物のグラフト率を計算し、グラフト率の計算公式は次の通りである：グラフト率% = $(0.01 V \times 108) / 1000 W \times 100\%$ 、ここで：VはNaOHを消費するミリリットル数であり、Wは滴定に参加するスルホン化したPPSセパレーター布の質量であり、108はPPSモノマーの相対分子質量である。

20

【0036】

（アルカリ吸収率）

40 mm×40 mmの大きさの織物を切り取ってG₁を秤量し、それを濃度30%の水酸化カリウム溶液に浸漬し、4時間浸漬して取り出す。30秒間吊り下げ、アルカリ液の液滴を滴出させた後、G₂を秤量し、アルカリ吸収率を得る。アルカリ吸収率の計算公式は次の通りである：

$$A = (G_1 - G_2) / G_1 \times 100\%$$

式中：Aはセパレーターのアルカリ吸収率%であり；

G₁はアルカリ浸漬前の試料質量gであり；

G₂はアルカリ浸漬後の試料質量gである。

30

【0037】

実施例1

横断面直径が10 μmの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が40 s、撚り数が81 T / 10 cm、撚り係数が311のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は4本であり、タテ糸およびヨコ糸の撚り数がそれぞれ45 T / 10 cm、撚り係数が346のPPS糸において、PPS糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.56であり、作製されたPPS糸をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が55.3本/インチ、ヨコ方向密度が48.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2510、厚さが0.64 mm、最大ポアサイズが16 μm、平均ポアサイズが3.0 μmであり、6 μm以下の孔が織物すべての孔の94%以上を占め、表面抵抗Rが2.2 m・cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ900 N / 3 cm、602 N / 3 cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

40

【0038】

実施例2

50

実施例 1 で作製された P P S 系を濃度 9 8 % の 9 0 の濃硫酸で 3 分間処理し、グラフト率が 1 . 8 % の親水化 P P S 系を得る。作製された親水化 P P S 系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が 5 5 . 0 本 / インチ、ヨコ方向密度が 4 8 . 7 本 / インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、1 8 0 で熱セットし、さらに、熱セットした P P S 織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが 2 5 2 0、厚さが 0 . 6 3 m m、最大ポアサイズが 1 5 μ m、平均ポアサイズが 3 . 0 μ m であり、6 μ m 以下の孔が織物すべての孔の 9 5 % 以上を占め、表面抵抗 R が 1 . 3 m \cdot c m ² であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ 7 5 0 N / 3 c m、5 2 1 N / 3 c m の P P S 繊維構造体を作製する。本発明の P P S 繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表 1 を参照する。

10

【 0 0 3 9 】

実施例 3

横断面直径が 8 μ m の円形 P P S 繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が 6 0 s、撚り数が 9 0 T / 1 0 c m、撚り係数が 2 8 2 の P P S 単系を作製し、作製された P P S 単系を、巻き返し - 合系 - 撚系 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は 6 本であり、タテ系およびヨコ系の撚り数がそれぞれ 4 4 T / 1 0 c m、撚り係数が 3 3 8 の P P S 系において、P P S 系の撚り数と単系の撚り数の比率が 0 . 4 9 であり、作製された P P S 系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が 6 6 . 3 本 / インチ、ヨコ方向密度が 3 9 . 0 本 / インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、1 8 0 で熱セットし、さらに、熱セットした P P S 織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが 2 5 5 9、厚さが 0 . 6 4 m m、最大ポアサイズが 1 7 μ m、平均ポアサイズが 4 . 9 μ m であり、6 μ m 以下の孔が織物すべての孔の 9 2 % 以上を占め、表面抵抗 R が 1 . 5 m \cdot c m ² であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ 9 9 1 N / 3 c m、6 5 4 N / 3 c m の P P S 繊維構造体を作製する。本発明の P P S 繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表 1 を参照する。

20

【 0 0 4 0 】

実施例 4

横断面直径が 8 μ m の円形 P P S 繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が 4 0 s、撚り数が 5 7 T / 1 0 c m、撚り係数が 2 1 9 の P P S 単系を作製し、作製された P P S 単系を、巻き返し - 合系 - 撚系 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は 4 本であり、タテ系およびヨコ系の撚り数がそれぞれ 4 7 T / 1 0 c m、撚り係数が 3 6 1 の P P S 系において、P P S 系の撚り数と単系の撚り数の比率が 0 . 8 2 であり、作製された P P S 系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が 6 8 . 8 本 / インチ、ヨコ方向密度が 4 3 . 7 本 / インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、1 8 0 で熱セットし、さらに、熱セットした P P S 織物をプラズマ加工する。最終的に、カバーファクターが 2 7 3 4、厚さが 0 . 6 2 m m、最大ポアサイズが 1 8 μ m、平均ポアサイズが 4 . 5 μ m であり、6 μ m 以下の孔が織物すべての孔の 9 3 % 以上を占め、表面抵抗 R が 1 . 6 m \cdot c m ² であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ 1 0 1 4 N / 3 c m、7 1 1 N / 3 c m の P P S 繊維構造体を作製する。本発明の P P S 繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表 1 を参照する。

30

40

【 0 0 4 1 】

比較例 1

横断面直径が 9 μ m の円形 P P S 繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が 2 0 s、撚り数が 4 8 T / 1 0 c m、撚り係数が 2 6 1 の P P S 単系を作製し、作製された P P S 単系を、巻き返し - 合系 - 撚系 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は 2 本であり、タテ系およびヨコ系の撚り数がそれぞれ 4 0 T / 1 0 c m、撚り係数が 3 0 7 の P P S 系において、P P S 系の撚り数と単系の撚り数の比率が 0 . 8 3 であり、作製された P P S 系を濃度 9 8 %

50

の 90 の濃硫酸で 3 分間処理し、グラフト率が 1.3% の親水化 PPS 系を得る。作製された親水化 PPS 系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が 68.3 本/インチ、ヨコ方向密度が 45.2 本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらに、熱セットした PPS 織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが 2758、厚さが 0.61 mm、最大ポアサイズが 19 μm 、平均ポアサイズが 3.3 μm であり、6 μm 以下の孔が織物すべての孔の 95% 以上を占め、表面抵抗 R が 2.0 $\text{m} \cdot \text{cm}^2$ であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ 1031 N/3 cm、846 N/3 cm の PPS 繊維構造体を作製する。本発明の PPS 繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表 1 を参照する。

10

【0042】

実施例 5

横断面直径が 10 μm の円形 PPS 繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が 40 s、撚り数が 81 T/10 cm、撚り係数が 311 の PPS 単系を作製し、作製された PPS 単系を、巻き返し - 合系 - 撚系 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は 2 本であり、タテ系およびヨコ系の撚り数がそれぞれ 71 T/10 cm、撚り係数が 386 の PPS 系において、PPS 系の撚り数と単系の撚り数の比率が 0.88 であり、作製された PPS 系を常圧プラズマ処理した後、さらに、濃度 85% の 95 の濃硫酸で 3 分間処理し、グラフト率が 2.6% の親水化 PPS 系を得る。作製された親水化 PPS 系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が 88.0 本/インチ、ヨコ方向密度が 64.0 本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらに、熱セットした PPS 織物をまずプラズマ加工し、次いでスルホン化親水加工する。最終的に、カバーファクターが 2612、厚さが 0.41 mm、最大ポアサイズが 16 μm 、平均ポアサイズが 3.0 μm であり、6 μm 以下の孔が織物すべての孔の 94% 以上を占め、表面抵抗 R が 2.2 $\text{m} \cdot \text{cm}^2$ であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ 900 N/3 cm、602 N/3 cm の PPS 繊維構造体を作製する。本発明の PPS 繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表 1 を参照する。

20

【0043】

実施例 6

横断面直径が 11 μm の円形 PPS 繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が 60 s、撚り数が 90 T/10 cm、撚り係数が 282 の PPS 単系を作製し、作製された PPS 単系を、巻き返し - 合系 - 撚系 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は 2 本であり、タテ系およびヨコ系の撚り数がそれぞれ 76 T/10 cm、撚り係数が 337 の PPS 系において、PPS 系の撚り数と単系の撚り数の比率が 0.84 であり、作製された PPS 系をポリエステル系親水樹脂によって蒸気処理し、グラフト率が 0.6% の親水化 PPS 系を得る。作製された親水化 PPS 系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が 113.0 本/インチ、ヨコ方向密度が 60.0 本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらに、熱セットした PPS 織物をまずプラズマ加工した後、次いでスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが 2427、厚さが 0.35 mm、最大ポアサイズが 18 μm 、平均ポアサイズが 4.3 μm であり、6 μm 以下の孔が織物すべての孔の 91.5% 以上を占め、表面抵抗 R が 2.4 $\text{m} \cdot \text{cm}^2$ であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ 640 N/3 cm、400 N/3 cm の PPS 繊維構造体を作製する。本発明の PPS 繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表 1 を参照する。

30

40

【0044】

実施例 7

横断面直径が 4 μm の円形 PPS 繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が 60 s、撚り数が 90 T/10 cm、撚り係

50

数が282のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は2本であり、タテ糸およびヨコ糸の撚り数がそれぞれ76T/10cm、撚り係数が337のPPS系において、PPS系の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.84であり、作製されたPPS系をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が113.0本/インチ、ヨコ方向密度が65.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2497、厚さが0.30mm、最大ポアサイズが16 μ m、平均ポアサイズが4.2 μ mであり、6 μ m以下の孔が織物すべての孔の90%以上を占め、表面抵抗Rが1.4m \cdot cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ625N/3cm、378N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

10

【0045】

実施例8

横断面直径が7 μ mの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が60s、撚り数が90T/10cm、撚り係数が282のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は4本であり、タテ糸およびヨコ糸の撚り数がそれぞれ54T/10cm、撚り係数が339のPPS系において、PPS系の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.60であり、作製されたPPS系をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が90.0本/インチ、ヨコ方向密度が60.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2976、厚さが0.40mm、最大ポアサイズが16 μ m、平均ポアサイズが4.4 μ mであり、6 μ m以下の孔が織物すべての孔の91%以上を占め、表面抵抗Rが1.4m \cdot cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ900N/3cm、570N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

20

【0046】

比較例2

横断面直径が11 μ mの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が20s、撚り数が56T/10cm、撚り係数が304のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は2本であり、タテ糸およびヨコ糸の撚り数がそれぞれ24T/10cm、撚り係数が184のPPS系において、PPS系の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.43であり、作製されたPPS系を常圧プラズマ処理した後、さらに、濃度85%の95の濃硫酸で3分間処理し、グラフト率が2.8%の親水化PPS系を得る。作製された親水化PPS系をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が58.0本/インチ、ヨコ方向密度が54.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2722、厚さが0.51mm、最大ポアサイズが19 μ m、平均ポアサイズが4.8 μ mであり、6 μ m以下の孔が織物すべての孔の90.5%以上を占め、表面抵抗Rが3.6m \cdot cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ780N/3cm、602N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

30

40

【0047】

比較例3

横断面直径が8 μ mの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が20s、撚り数が48T/10cm、撚り係

50

数が261のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は2本であり、タテ糸として用いられる撚り数が40T/10cm、撚り係数が307であり、タテ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.83であり；ヨコ糸として用いられる撚り数が36T/10cm、撚り係数が277であり、ヨコ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.75である。作製されたPPS糸を濃度98%の90の濃硫酸で3分間処理し、グラフト率が1.5%の親水化PPS糸を得る。作製された親水化PPS糸をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が68.3本/インチ、ヨコ方向密度が44.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2729、厚さが0.62mm、最大ポアサイズが18μm、平均ポアサイズが2.9μmであり、6μm以下の孔が織物すべての孔の96%以上を占め、表面抵抗Rが2.0m・cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ820N/3cm、658N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

【0048】

実施例9

横断面直径が8μmの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が40s、撚り数が81T/10cm、撚り係数が311のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は2本であり、タテ糸として用いられる撚り数が80T/10cm、撚り係数が435であり、タテ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.99であり；ヨコ糸として用いられる撚り数が60T/10cm、撚り係数が326であり、ヨコ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.74である。作製されたPPS糸を濃度98%の90の濃硫酸で3分間処理し、グラフト率が1.8%の親水化PPS糸を得る。作製された親水化PPS糸をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が88.0本/インチ、ヨコ方向密度が62.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2577、厚さが0.42mm、最大ポアサイズが15μm、平均ポアサイズが3.0μmであり、6μm以下の孔が織物すべての孔の94%以上を占め、表面抵抗Rが2.1m・cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ769N/3cm、512N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

【0049】

実施例10

横断面直径が6μmの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が60s、撚り数が90T/10cm、撚り係数が282のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は3本であり、タテ糸として用いられる撚り数が54T/10cm、撚り係数が293であり、タテ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.60であり；ヨコ糸として用いられる撚り数が40T/10cm、撚り係数が217であり、ヨコ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.44である。作製されたPPS糸を織機によって製織し、タテ方向密度が95.0本/インチ、ヨコ方向密度が68.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2801、厚さが0.48mm、最大ポアサイズが12μm、平均ポアサイズが2.3μmであり、6μm以下の孔が織物すべての孔の96%以上を占め、表面抵抗Rが1.9m・cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ611N/3cm、457N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明の

PPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

【0050】

比較例4

横断面直径が10 μm の円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が20 s、撚り数が48 T / 10 cm、撚り係数が261のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は2本であり、タテ糸として用いられる撚り数が36 T / 10 cm、撚り係数が277であり、タテ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.75であり；ヨコ糸として用いられる撚り数が40 T / 10 cm、撚り係数が307であり、ヨコ糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.83である。作製されたPPS糸を濃度98%の90 の濃硫酸で3分間処理し、グラフト率が1.3%の親水化PPS糸を得る。作製された親水化PPS糸をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が58.2本/インチ、ヨコ方向密度が50.3本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をスルホン化加工する。最終的に、カバーファクターが2637、厚さが0.59 mm、最大ポアサイズが17 μm 、平均ポアサイズが3.9 μm であり、6 μm 以下の孔が織物すべての孔の95%以上を占め、表面抵抗Rが2.3 $\text{m} \cdot \text{cm}^2$ であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ698 N / 3 cm、856 N / 3 cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

【0051】

実施例11

横断面直径が0.8 μm の円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が60 s、撚り数が90 T / 10 cm、撚り係数が282のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は6本であり、糸の撚り数が45 T / 10 cm、撚り係数が346、糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が0.50である。作製されたPPS糸をプラズマ加工し、グラフト率が0.8%の親水化PPS糸を得る。作製された親水化PPS糸をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が65.0本/インチ、ヨコ方向密度が51.5本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらに、熱セットしたPPS織物をプラズマ加工する。最終的に、カバーファクターが2831、厚さが0.63 mm、最大ポアサイズが15 μm 、平均ポアサイズが3.2 μm であり、6 μm 以下の孔が織物すべての孔の91%以上を占め、表面抵抗Rが6.4 $\text{m} \cdot \text{cm}^2$ であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ780 N / 3 cm、692 N / 3 cmのPPS繊維構造体を作製する。本発明のPPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

【0052】

実施例1 ~ 11で作製されたPPS繊維構造体は、電解装置用セパレーター、高温液体濾過、絶縁材料に応用することができる。

【0053】

比較例5

横断面直径が13 μm の円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が20 s、撚り数が56 T / 10 cm、撚り係数が304のPPS単糸を作製し、作製されたPPS単糸を、巻き返し - 合糸 - 撚糸 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は2本であり、タテ糸およびヨコ糸の撚り数がそれぞれ60 T / 10 cm、撚り係数が461のPPS糸において、PPS糸の撚り数と単糸の撚り数の比率が1.07であり、作製されたPPS糸をタテ糸およびヨコ糸として、織機によって製織し、タテ方向密度が67.0本/インチ、ヨコ方向密度が46.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し

、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらにプラズマ親水加工を行う。最終的に、カバーファクターが2746、厚さが0.50mm、最大ポアサイズが30μm、平均ポアサイズが5.2μmであり、6μm以下の孔が織物すべての孔の80%以上を占め、表面抵抗Rが4.8m・cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ1280N/3cm、903N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。該PPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

【0054】

比較例6

横断面直径が14μmの円形PPS繊維に、混打綿 - カーディング - 練条 - 粗紡 - 精紡 - 巻き返し - 熱セットの過程を経させ、番手が20s、撚り数が56T/10cm、撚り係数が304のPPS単系を作製し、作製されたPPS単系を、巻き返し - 合系 - 撚系 - 熱セットの綿紡プロセスを経て紡糸し、作製される撚り本数は4本であり、タテ系およびヨコ系の撚り数がそれぞれ40T/10cm、撚り係数が435のPPS系において、PPS系の撚り数と単系の撚り数の比率が0.71であり、作製されたPPS系をタテ系およびヨコ系として、織機によって製織し、タテ方向密度が45.0本/インチ、ヨコ方向密度が30.0本/インチの平織生機を作製し、しかるのちに、作製された生機を精練し、水洗し、乾燥し、180 で熱セットし、さらにプラズマ親水加工を行う。最終的に、カバーファクターが2577、厚さが0.80mm、最大ポアサイズが40μm、平均ポアサイズが8.3μmであり、6μm以下の孔が織物すべての孔の40%以上を占め、表面抵抗Rが3.4m・cm²であり、タテ方向とヨコ方向の強度がそれぞれ1691N/3cm、1319N/3cmのPPS繊維構造体を作製する。該PPS繊維構造体の各物理的特性を評価し、下記表1を参照する。

10

20

【表 1】

表 1

項目	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	比較例 1	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	比較例 2	比較例 3	実施例 9	実施例 10	比較例 4	実施例 11	比較例 5	比較例 6
横断面直径 (μm)	10	10	8	8	9	10	11	4	7	11	8	8	6	10	0.8	13	14
単糸の番手 (s)	40	40	60	40	20	40	60	60	60	20	20	40	60	20	60	20	20
単糸の撚り数 ($T/10\text{cm}$)	81	81	90	57	48	81	90	90	90	56	48	81	90	48	90	56	56
単糸の撚り係数 (α)	311	311	282	219	261	311	282	282	282	304	261	311	282	261	282	304	304
撚り糸本数	4	4	6	4	2	2	2	2	4	2	2	2	3	2	6	2	4
撚り糸の番手 (s)	10	10	10	10	10	20	30	30	15	10	10	20	20	10	10	10	5
撚り糸の撚り数 ($T/10\text{cm}$)	45	45	44	47	40	71	76	76	54	24	40	80	54	36	45	60	40
ヨコ糸	45	45	44	47	40	71	76	76	54	24	36	60	40	40	45	60	40
タテ糸	346	346	338	361	307	386	337	337	339	184	307	435	293	277	346	461	435
ヨコ糸	346	346	338	361	307	386	337	337	339	184	277	326	217	307	346	461	435
糸和単糸の撚り数比	0.56	0.56	0.49	0.82	0.83	0.88	0.84	0.84	0.60	0.43	0.83	0.99	0.60	0.75	0.50	1.07	0.71
ヨコ糸	0.56	0.56	0.49	0.82	0.83	0.88	0.84	0.84	0.60	0.43	0.75	0.74	0.44	0.83	0.50	1.07	0.71
糸の親水化加工	—	スルホン 化	—	—	スルホン 化	スルホン + スルホン 化	スルホン + スルホン 化	—	—	スルホン + スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	—	スルホン 化	スルホン 化	—	—
糸のグラフト率 (%)	—	1.8	—	—	1.3	2.6	0.6	—	—	2.8	1.5	1.8	—	1.3	0.8	—	—
織物の親水化加工	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン + スルホン 化	スルホン + スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	スルホン 化	—	—
厚さ (mm)	0.64	0.63	0.64	0.62	0.61	0.41	0.35	0.30	0.40	0.51	0.62	0.42	0.48	0.59	0.63	0.50	0.80
目付 (g/m^2)	293	292	290	328	338	293	169	154.2	210	334	335	289	219	307	363	308	414
密度	55.3	55.0	66.3	68.8	68.3	88.0	113.0	113.0	90.0	58.0	68.3	88.0	95.0	58.2	65.0	67.0	45.0
(本/インチ)	48.0	48.7	39.0	43.7	45.2	64.0	60.0	65.0	60.0	54.0	44.0	62.0	68.0	50.3	51.5	46.0	30.0
強度 ($\text{N}/3\text{cm}$)	900	750	991	1014	1031	900	640	625	900	780	820	769	611	698	780	1280	1691
ヨコ方向	602	521	654	711	846	602	400	378	570	602	658	512	457	856	692	903	1319
タテ方向	2510	2520	2559	2734	2758	2612	2427	2497	2976	2722	2729	2577	2801	2637	2831	2746	2577
カバリーファクター	3.0	3.0	4.9	4.5	3.3	3.0	4.3	4.2	4.4	4.8	2.9	3.0	2.3	3.9	3.2	5.2	8.3
平均ポアサイズ (μm)	16	15	17	18	19	16	18	16	16	19	18	15	12	17	15	30	40
最大ポアサイズ (μm)	94	95	92	93	95	94	91.5	90	91	90.5	96	94	96	95	91	80	40
6 μm 以下の孔の数比 (%)	320	420	410	405	400	420	405	400	430	499	482	506	380	356	361	304	250
精練加工の気密性 (mmH_2O)	4.8	7.2	4.5	3.8	5.5	6.0	6.5	4.0	4.3	6.6	6.2	6.9	5.5	5.8	3.4	2.3	3.9
織物のグラフト率 (%)	510	600	550	480	450	510	580	590	570	602	520	592	603	399	476	477	320
親水加工の気密性 (mmH_2O)	131	152	134	85	136	131	115	88	99	149	153	173	135	113	74	68	109
処理後のアルカリ吸収率 (%)	300	120	300	300	153	300	205	300	300	182	162	182	109	203	265	300	300
織物の処理前の吸水速度 (s)	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1 s 以下	1.3 s
処理後の吸水速度 (s)	2.2	1.3	1.5	1.6	2.0	2.2	2.4	1.4	1.4	3.6	2.0	2.1	1.9	2.3	6.4	4.8	3.4
表面抵抗 R ($\text{mQ} \cdot \text{cm}^2$)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

10

20

30

40

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>D 0 6 M</i>	<i>11/55</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>D 0 6 M</i>	<i>11/55</i>
<i>B 0 1 D</i>	<i>39/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i>	<i>39/08</i>
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/0202</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>8/0202</i>

Z

(56)参考文献 中国特許出願公開第104746202(CN,A)
中国特許出願公開第104178869(CN,A)
特開平2-99658(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

D 0 3 D 1 / 0 0 - 2 7 / 1 8
D 0 6 M 1 0 / 0 0 - 1 6 / 0 0
1 9 / 0 0 - 2 3 / 1 8
D 0 2 G 1 / 0 0 - 3 / 4 8
D 0 2 J 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 0 1 D 3 9 / 0 0 - 4 1 / 0 4
H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 0 2 9 7
8 / 0 8 - 8 / 2 4 9 5