

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-30363
(P2013-30363A)

(43) 公開日 平成25年2月7日(2013.2.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 2/16 (2006.01)	HO 1 M 2/16 L	5E078
HO 1 G 9/02 (2006.01)	HO 1 M 2/16 P	5E082
HO 1 G 11/52 (2013.01)	HO 1 G 9/02 301	5H021
HO 1 G 13/00 (2013.01)	HO 1 G 9/00 301C	
	HO 1 G 13/00 381	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-165884 (P2011-165884)	(71) 出願人	504180239 国立大学法人信州大学 長野県松本市旭三丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年7月28日 (2011.7.28)	(71) 出願人	508231821 トップテック・カンパニー・リミテッド TOPTEC Co., Ltd. 大韓民国慶北龜尾市山東面鳳山里366
		(74) 代理人	100104709 弁理士 松尾 誠剛
		(72) 発明者	金 翼水 長野県上田市常田3-15-1 国立大学 法人信州大学繊維学部内
		(72) 発明者	金 ビョンソク 長野県上田市常田3-15-1 国立大学 法人信州大学繊維学部内

最終頁に続く

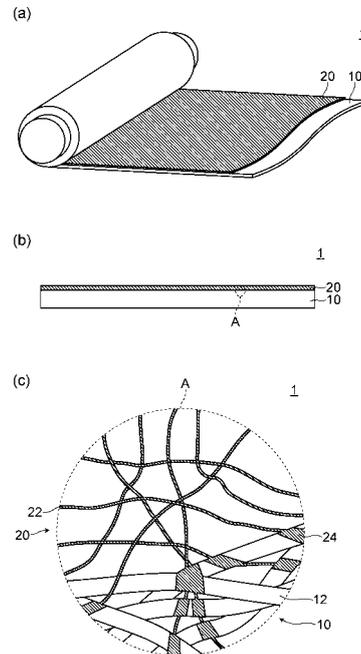
(54) 【発明の名称】 セパレーター、セパレーター製造装置及びセパレーター製造方法

(57) 【要約】

【課題】セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能であり、従来のセパレーターよりも、一層高い電解液吸収性や一層低いイオン抵抗を実現することが可能なセパレーターを提供する。また、上記のようなセパレーターを製造することが可能なセパレーター製造装置を提供する。さらにまた、上記のようなセパレーターを製造することが可能なセパレーター製造方法を提供する。

【解決手段】基材層10と、基材層10との接合に用いられる接合ナノ繊維22を少なくとも含むナノ繊維層20とを有し、基材層10とナノ繊維層20とは、接合ナノ繊維22により接合されているセパレーター1。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基材層と、
前記基材層との接合に用いられる接合ナノ繊維を少なくとも含むナノ繊維層とを有し、
前記基材層と前記ナノ繊維層とは、前記接合ナノ繊維により接合されていることを特徴とするセパレーター。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のセパレーターにおいて、
前記接合ナノ繊維は、熱接合性を有する樹脂からなり、
前記基材層と前記ナノ繊維層とは、少なくとも一部が熱で溶融した接合ナノ繊維により
接合されていることを特徴とするセパレーター。 10

【請求項 3】

請求項 2 に記載のセパレーターにおいて、
前記接合ナノ繊維を構成する前記熱接合性を有する樹脂の融点は、前記基材層を構成する材料の融点よりも低いことを特徴とするセパレーター。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のセパレーターにおいて、
前記接合ナノ繊維を構成する前記熱接合性を有する樹脂の融点は、前記基材層を構成する材料の融点よりも 10 以上低いことを特徴とするセパレーター。

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載のセパレーターにおいて、
前記接合ナノ繊維の平均径は、50 nm ~ 1000 nm の範囲内にあることを特徴とするセパレーター。 20

【請求項 6】

請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載のセパレーターにおいて、
前記ナノ繊維層は、前記熱接合性を有する樹脂の融点よりも高い融点を有する材料からなる高融点ナノ繊維をさらに含むことを特徴とするセパレーター。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のセパレーターにおいて、
前記接合ナノ繊維は、所定の溶媒に対して溶解性を有する樹脂からなり、
前記基材層と前記ナノ繊維層とは、少なくとも一部が前記所定の溶媒で溶解した接合ナノ繊維により接合されていることを特徴とするセパレーター。 30

【請求項 8】

請求項 7 に記載のセパレーターにおいて、
前記ナノ繊維層は、前記所定の溶媒に対して溶解性を有する樹脂よりも前記所定の溶媒に対して低い溶解性を有する材料からなる低溶解性ナノ繊維をさらに含むことを特徴とするセパレーター。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のセパレーターにおいて、
前記セパレーターの厚さは、1 μm ~ 100 μm の範囲内にあることを特徴とするセパレーター。 40

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載のセパレーターにおいて、
前記接合ナノ繊維は、電界紡糸法により得られたものであることを特徴とするセパレーター。

【請求項 11】

電界紡糸法により、基材層における一方の面に、接合ナノ繊維を含むナノ繊維層を形成してナノ繊維積層体とする電界紡糸装置と、
前記ナノ繊維積層体における前記接合ナノ繊維を用いて、前記基材層と前記ナノ繊維層とを接合する接合装置とを備えることを特徴とするセパレーター製造装置。 50

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載のセパレーター製造装置において、
前記接合装置は、前記基材層と前記ナノ繊維層とを積層した状態で熱圧着する熱接合装置からなることを特徴とするセパレーター製造装置。

【請求項 1 3】

基材層を準備する基材層準備工程と、
電界紡糸法により、前記基材層における一方の面に、接合ナノ繊維を含むナノ繊維層を形成してナノ繊維積層体とする電界紡糸工程と、
前記ナノ繊維積層体における前記接合ナノ繊維を用いて前記基材層と前記ナノ繊維層とを接合する接合工程とをこの順番で含むことを特徴とするセパレーター製造方法。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載のセパレーター製造方法において、
前記接合工程は、前記基材層と前記ナノ繊維層とを積層した状態で熱圧着する熱接合工程であって、当該熱接合工程により前記接合ナノ繊維の少なくとも一部を溶融させて前記基材層と前記ナノ繊維層とを前記接合ナノ繊維で接合することを特徴とするセパレーター製造方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本発明は、セパレーター、セパレーター製造装置及びセパレーター製造方法に関する。

20

【0002】

従来、基材層と、ナノ繊維を含むナノ繊維層とを有するセパレーターが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

従来セパレーターによれば、それぞれ異なる性質を有する基材層とナノ繊維層とを用いることにより、多様な性質を有するセパレーターとすることが可能となる。

また、従来セパレーターによれば、基材層が有する性質にナノ繊維層が有する性質（広い表面積や微細な空隙等）を付加することにより、一層多様な性質を有するセパレーターとすることが可能となる。

また、従来セパレーターによれば、一般的な繊維層を有するセパレーターと比較して繊維の平均径や空隙が微細なナノ繊維層を備えるため、高い電解液吸収性、低いイオン抵抗性及び高いデンドライト耐性を備え、さらに、総厚の薄いセパレーターとすることが可能となる。

30

【0004】

なお、「基材層」とは、ナノ繊維層を形成するための基材となる層のことをいう。また、「ナノ繊維」とは、ポリマー材料からなり、平均径が数 nm ~ 数千 nm の繊維のことをいう。さらに、「セパレーター」とは、電池（一次電池及び二次電池を含む。）やコンデンサー（キャパシターともいう。）等に用いるセパレーター（仕切り）のことをいう。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 103050 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、セパレーターの技術分野においては、基材層とナノ繊維層との間の結合強度が小さい（つまり、剥離しやすい）場合があるということが知られている。このため、種々の接合材料を用いて基材層とナノ繊維層とを接合することが行われている（例えば、特許文献 1 の [0040] 段落参照。）。しかしながら、本発明の発明者らの研究により、

50

上記のような場合には、セパレーターの通液性が低下し、その結果、一層高い電解液吸収性や一層低いイオン抵抗を実現することが困難であるという問題が判明した。

【0007】

そこで、本発明は、上記した問題を解決するためになされたもので、セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能であり、従来のセパレーターよりも、一層高い電解液吸収性や一層低いイオン抵抗を実現することが可能なセパレーターを提供することを目的とする。また、上記のようなセパレーターを製造することが可能なセパレーター製造装置を提供することを目的とする。さらにまた、上記のようなセパレーターを製造することが可能なセパレーター製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の発明者らは、基材層とナノ繊維層とを接合することによりセパレーターの通液性が低下してしまうことについて鋭意研究を重ねた結果、接合材料によりナノ繊維同士の間隙が埋まることが原因であることを見出した。これを踏まえて、本発明の発明者らは更なる研究を重ね、接合材料としてナノ繊維を用いることにより上記問題を解決することが可能であること（後述する実施形態参照。）に想到し、本発明を完成させるに至った。本発明は、以下の要素により構成される。

【0009】

[1] 本発明のセパレーターは、基材層と、前記基材層との接合に用いられる（接合材料としての）接合ナノ繊維を少なくとも含むナノ繊維層とを有し、前記基材層と前記ナノ繊維層とは、前記接合ナノ繊維により接合されていることを特徴とする。

【0010】

このため、本発明のセパレーターによれば、基材層との接合に用いられる接合ナノ繊維を少なくとも含むナノ繊維層を有するため、接合材料としての接合ナノ繊維がごく微細であることから、接合後にナノ繊維同士の間隙が埋まってしまうのを抑制することが可能となり、その結果、セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能であり、従来のセパレーターよりも、一層高い電解液吸収性や一層低いイオン抵抗を実現することが可能となる。

【0011】

また、本発明のセパレーターによれば、それぞれ異なる性質を有する基材層とナノ繊維層とを用いることにより、従来のセパレーターと同様に、多様な性質を有するセパレーターとすることが可能となる。

【0012】

また、本発明のセパレーターによれば、基材層が有する性質にナノ繊維層が有する性質（広い表面積や微細な空隙等）を付加することにより、従来のセパレーターと同様に、一層多様な性質を有するセパレーターとすることが可能となる。

【0013】

また、本発明のセパレーターによれば、一般的な繊維層を有するセパレーターと比較して繊維の平均径や空隙が微細なナノ繊維層を備えるため、従来のセパレーターと同様に、高い電解液吸収性、低いイオン抵抗性及び高いデンドライト耐性を備え、さらに、総厚の薄いセパレーターとすることが可能となる。

【0014】

[2] 本発明のセパレーターにおいては、前記接合ナノ繊維は、熱接合性を有する樹脂からなり、前記基材層と前記ナノ繊維層とは、少なくとも一部が熱で溶融した接合ナノ繊維により接合されていることが好ましい。

【0015】

このような構成とすることにより、基材層とナノ繊維層とを加熱により容易に接合することが可能となる。

【0016】

なお、熱接合性を有する樹脂とは、いわゆる熱可塑性樹脂（ポリエチレン、ポリプロピ

10

20

30

40

50

レン等)に加え、ポリウレタンのように熱による接合性を有する樹脂も広く含めたもの
ことをいう。

【0017】

[3]本発明のセパレーターにおいては、前記接合ナノ繊維を構成する前記熱接合性を有
する樹脂の融点は、前記基材層を構成する材料の融点よりも低いことが好ましい。

【0018】

このような構成とすることにより、加熱により接合ナノ繊維を選択的に溶融することが
可能となる。

【0019】

[4]本発明のセパレーターにおいては、前記接合ナノ繊維を構成する前記熱接合性を有
する樹脂の融点は、前記基材層を構成する材料の融点よりも10以上低いことが好まし
い。

10

【0020】

このような構成とすることにより、加熱により接合ナノ繊維を選択的に溶融することが
容易に可能となる。

【0021】

[5]本発明のセパレーターにおいては、前記接合ナノ繊維の平均径は、50nm~10
00nmの範囲内にあることが好ましい。

【0022】

このような構成とすることにより、基材層とナノ繊維層とを十分な強度で接合し、かつ
、セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能となる。

20

【0023】

なお、本発明において、接合ナノ繊維の平均径を50nm~1000nmの範囲内にし
たのは、当該平均径が50nmより小さい場合には十分な強度で接合することができない
場合があるためであり、当該平均径が1000nmより大きい場合にはセパレーターの通
液性が低下してしまう場合があるためである。

【0024】

[6]本発明のセパレーターにおいては、前記ナノ繊維層は、前記熱接合性を有する樹脂
の融点よりも高い融点を有する材料からなる高融点ナノ繊維をさらに含むことが好まし
い。

30

【0025】

このような構成とすることにより、繊維の平均径や空隙が微細というナノ繊維層の構造
が壊れてしまうのを抑制することが可能となる。

【0026】

[7]本発明のセパレーターにおいては、前記接合ナノ繊維は、所定の溶媒に対して溶解
性を有する樹脂からなり、前記基材層と前記ナノ繊維層とは、少なくとも一部が前記所定
の溶媒で溶解した接合ナノ繊維により接合されていることも好ましい。

【0027】

このような構成とすることにより、基材層とナノ繊維層とを所定の溶媒を用いて容易に
接合することが可能となる。

40

【0028】

所定の溶媒としては、例えば、ジクロロメタン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスル
ホキシド、メチルエチルケトン、クロロホルム、アセトン、水、蟻酸、酢酸、シクロヘキ
サン、THF等、種々の溶媒を用いることができる。また、複数種類の溶媒を混合して用
いてもよい。

【0029】

[8]本発明のセパレーターにおいては、前記ナノ繊維層は、前記所定の溶媒に対して溶
解性を有する樹脂よりも前記所定の溶媒に対して低い溶解性を有する材料からなる低溶解
性ナノ繊維をさらに含むことが好ましい。

【0030】

50

このような構成とすることにより、繊維の平均径や空隙が微細というナノ繊維層の構造が壊れてしまうのを抑制することが可能となる。

【0031】

[9] 本発明のセパレーターにおいては、前記セパレーターの厚さは、 $1\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。

【0032】

このような構成とすることにより、十分な機械的強度を有し、かつ、十分に低いイオン抵抗性を有するセパレーターとすることが可能となる。

なお、本発明において、セパレーターの厚さを $1\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ の範囲内にしたのは、当該厚さが $1\ \mu\text{m}$ より薄い場合にはセパレーターの機械的強度を十分に高くすることができない場合があるためであり、当該厚さが $100\ \mu\text{m}$ より厚い場合にはイオン抵抗性を十分に低くすることができない場合があるためである。

上記の観点からは、セパレーターの厚さが $10\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ の範囲内にあることが一層好ましい。

【0033】

[10] 本発明のセパレーターにおいては、前記接合ナノ繊維は、電界紡糸法により得られたものであることが好ましい。

【0034】

このような構成とすることにより、所望の性質（組成、厚さ、目付、接合ナノ繊維の平均径、溶融温度、溶媒に対する溶解性等）を有するナノ繊維層を形成することが可能となる。

【0035】

[11] 本発明のセパレーター製造装置は、電界紡糸法により、基材層における一方の面に、接合ナノ繊維を含むナノ繊維層を形成してナノ繊維積層体とする電界紡糸装置と、前記ナノ繊維積層体における前記接合ナノ繊維を用いて、前記基材層と前記ナノ繊維層とを接合する接合装置とを備えることを特徴とする。

【0036】

本発明のセパレーター製造装置によれば、上記したような本発明のセパレーターを製造することが可能となる。

【0037】

[12] 本発明のセパレーター製造装置においては、前記接合装置は、前記基材層と前記ナノ繊維層とを積層した状態で熱圧着する熱接合装置からなることが好ましい。

【0038】

このような構成とすることにより、接合ナノ繊維として熱接合性を有する樹脂からなる接合ナノ繊維を用いた場合において、基材層とナノ繊維層とを加熱により接合することが可能となる。

【0039】

[13] 本発明のセパレーター製造方法は、基材層を準備する基材層準備工程と、電界紡糸法により、前記基材層における一方の面に、接合ナノ繊維を含むナノ繊維層を形成してナノ繊維積層体とする電界紡糸工程と、前記ナノ繊維積層体における前記接合ナノ繊維を用いて前記基材層と前記ナノ繊維層とを接合する接合工程とをこの順番で含むことを特徴とする。

【0040】

本発明のセパレーター製造方法によれば、上記したような本発明のセパレーターを製造することが可能となる。

【0041】

[14] 本発明のセパレーター製造方法においては、前記接合工程は、前記基材層と前記ナノ繊維層とを積層した状態で熱圧着する熱接合工程であって、当該熱接合工程により前記接合ナノ繊維の少なくとも一部を溶融させて前記基材層と前記ナノ繊維層とを前記接合ナノ繊維で接合することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0042】

このような方法とすることにより、接合ナノ繊維として熱接合性を有する樹脂からなる接合ナノ繊維を用いた場合において、基材層とナノ繊維層とを加熱により接合することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】実施形態1に係るセパレーター1を説明するための図である。

【図2】実施形態1に係るセパレーター製造装置100の正面図である。

【図3】実施形態1に係るセパレーター製造方法のフローチャートである。

【図4】実施形態1に係るセパレーター製造方法を説明するための図である。

10

【図5】実施形態1における接合工程S3を説明するために示す図である。

【図6】実施形態2に係るセパレーター2を説明するための図である。

【図7】変形例におけるセパレーター製造方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0044】

以下、本発明のセパレーター、セパレーター製造装置及びセパレーター製造方法について図に示す実施の形態に基づいて説明する。

【0045】

[実施形態1]

1. 実施形態1に係るセパレーター1の構成

20

まず、実施形態1に係るセパレーター1の構成を説明する。

図1は、実施形態1に係るセパレーター1を説明するための図である。図1(a)は芯材(符号を図示せず。)に巻いた状態のセパレーター1の斜視図であり、図1(b)はセパレーター1の拡大断面図であり、図1(c)は図1(b)のAで示す範囲をさらに拡大して示す模式図(以下、拡大模式図という。)である。

【0046】

実施形態1に係るセパレーター1は、図1に示すように、基材層10と、ナノ繊維層20とを有する。セパレーター1においては、図1(c)に示すように、基材層10とナノ繊維層20とは、接合ナノ繊維22により接合されている。具体的には、基材層10とナノ繊維層20とは、少なくとも一部が熱で溶融した接合ナノ繊維24により接合されている。

30

セパレーター1の厚さは、 $1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲内にあり、例えば、 $20\mu\text{m}$ である。

【0047】

実施形態1に係るセパレーター1は、後述するように、実施形態1に係るセパレーター製造装置100を用いて、実施形態1に係るセパレーター製造方法により得ることができる。

【0048】

基材層10は長尺シートの形態を取っており、基材層10としては、各種材料からなる不織布、織物、編物、紙等、通気性のあるものを用いることができる。実施形態1においては基材層10として繊維質の基材層を用いており、図1(c)中、符号12で示すのは基材層10中の基材繊維である。なお、基材層10としては、繊維質以外のもの(例えば、多孔性のフィルム)も用いることができる。

40

基材層10の厚さは、例えば $1\mu\text{m} \sim 90\mu\text{m}$ のものを用いることができる。基材層10の長さは、例えば $10\text{m} \sim 10\text{km}$ のものを用いることができる。

【0049】

ナノ繊維層20は、基材層10との接合に用いられる接合ナノ繊維22からなる。なお、ナノ繊維層は接合ナノ繊維を少なくとも含んでいればよく、その上であれば接合ナノ繊維以外の物質を含んでもよい。接合ナノ繊維22は熱接合性を有する樹脂からなる。接合ナノ繊維22の平均径は、 $50\text{nm} \sim 1000\text{nm}$ の範囲内にあり、例えば、 100nm

50

である。接合ナノ繊維 22 は、後述するように電界紡糸法により得ることができる。

【0050】

セパレーター 1 においては、接合ナノ繊維 22 を構成する熱接合性を有する樹脂の融点は、基材層 10 を構成する材料（基材層繊維 12）の融点よりも低く、さらにいえば、10 以上低い。

【0051】

2. 実施形態 1 に係るセパレーター製造装置 100 の構成

次に、実施形態 1 に係るセパレーター製造装置 100 の構成を説明する。

図 2 は、実施形態 1 に係るセパレーター製造装置 100 の正面図である。なお、図 2 においては、一部の部材（筐体 200 や原料タンク 232 等）は断面図として示している。

10

【0052】

セパレーター製造装置 100 は、搬送装置 110 と、電界紡糸装置 120 と、接合装置 130 とを備える。セパレーター製造装置 100 は、電界紡糸装置 120 を 1 台備える。

【0053】

搬送装置 110 は、基材層 10 を所定の搬送速度で搬送する。搬送装置 110 は、基材層 10 を繰り出す繰り出しローラー 111、基材層 10 を巻き取る巻き取りローラー 112、基材層 10 の張りを調整するテンションローラー 113、118 及び繰り出しローラー 111 と巻き取りローラー 112 との間に位置する補助ローラー 114 を備える。繰り出しローラー 111 及び巻き取りローラー 112 は、図示しない駆動モーターにより回転駆動される構造となっている。

20

【0054】

電界紡糸装置 120 は、電界紡糸法により、基材層 10 における一方の面（実施形態 1 においては下方の面）に、接合ナノ繊維 22 を含むナノ繊維層 20' を形成してナノ繊維積層体 30 とする（後述する図 4（b）参照。）。

電界紡糸装置 120 は、図 2 に示すように、筐体 200 と、ノズルユニット 210 と、ポリマー溶液供給部 230 と、コレクター 250 と、電源装置 260 と、補助ベルト装置 270 とを備える。電界紡糸装置 120 は、後述する複数の上向きノズル 220 の吐出口からポリマー溶液をオーバーフローさせながら吐出して、ナノ繊維層 20' を形成する。

【0055】

筐体 200 は、導電体からなる。

30

ノズルユニット 210 は、複数の上向きノズル 220 を有する。

本発明のセパレーター製造装置には様々な大きさ及び様々な形状を有するノズルユニットを用いることができるが、ノズルユニット 210 は、上面から見たときに一辺が 0.5 m ~ 3 m の長方形（正方形を含む）に見える大きさで、ブロック状の形状を有する。

【0056】

上向きノズル 220 は、ポリマー溶液供給部 230 から供給される「接合ナノ繊維 22 の原料であるポリマー溶液（熱接合性を有する樹脂のポリマー溶液）」を吐出口から吐出するノズルである。上向きノズル 220 は、ポリマー溶液を吐出口から上向きに吐出する。上向きノズル 220 を構成する材料としては導電体を用いることができ、例えば、銅、ステンレス鋼、アルミニウム等を用いることができる。

40

【0057】

上向きノズル 220 は、例えば、1.5 cm ~ 6.0 cm のピッチで配列されている。上向きノズル 220 の数は、例えば、36 個（縦横同数に配列した場合、6 個 × 6 個）~ 21904 個（縦横同数に配列した場合、148 個 × 148 個）とすることができる。

【0058】

なお、実施形態 1 においては、ノズルとして上向きノズル 220 を用いているが、本発明はこれに限定されるものではない。ノズルとして横向きノズルを用いてもよいし、下向きノズルを用いてもよい。

【0059】

ポリマー溶液供給部 230 は、ポリマー溶液をノズルユニット 210 に供給する。ポリ

50

マ-溶液供給部 230 は、原料タンク 232、攪拌装置 233 及び供給装置 234 を備える。電界紡糸装置 120 の原料タンク 232 には、接合ナノ繊維 22 の原料が入る。

【0060】

コレクター 250 は、ノズルユニット 210 の上方に配置されている。コレクター 250 は導電体からなり、図 2 に示すように、絶縁部材 252 を介して筐体 200 に取り付けられている。

電源装置 260 は、上向きノズル 220 と、コレクター 250 との間に高電圧を印加する。電源装置 260 の正極はコレクター 250 に接続され、電源装置 260 の負極は筐体 200 を介してノズルユニット 210 に接続されている。

【0061】

補助ベルト装置 270 は、長尺シート W の搬送速度に同期して回転する補助ベルト 272 と、補助ベルト 272 の回転を助ける 5 つの補助ベルト用ローラー 274 とを有する。5 つの補助ベルト用ローラー 274 のうち 1 つ又は 2 つ以上の補助ベルト用ローラーが駆動ローラーであり、残りの補助ベルト用ローラーが従動ローラーである。コレクター 250 と基材層 10 との間に補助ベルト 272 が配設されているため、基材層 10 は、正の高電圧が印加されているコレクター 250 に引き寄せられることなくスムーズに搬送されるようになる。

【0062】

接合装置 130 は、ナノ繊維積層体 30 における接合ナノ繊維 22 を用いて基材層 10 とナノ繊維層 20 とを接合する装置である。接合装置 130 は、基材層 10 と、ナノ繊維層 20 とを積層した状態で熱圧着する熱接合装置からなる。接合装置 130 としては、図 2 に示すように、カレンダーロールを備えた熱接合装置を例示することができる。なお、加熱するための手段としては、例えば、カレンダーロール内にヒーター機能（図示せず。）を組み込んだものを用いることができるが、これ以外にも、たとえば、抵抗加熱器、赤外線加熱器、乾燥器、熱風発生器等を用いることも可能である。なお、図 2 においては、カレンダーロールは、上下 1 個ずつのローラーによってナノ繊維積層体 30 を挟むような構成のものを例示したが、このような構成に限られるものではなく、上下 2 個ずつのローラーが存在するもの等種々の構成を有するカレンダーロールを使用することができる。

【0063】

3. 実施形態 1 に係るセパレーター製造方法の説明

次に、実施形態 1 に係るセパレーター製造方法を説明する。

図 3 は、実施形態 1 に係るセパレーター製造方法のフローチャートである。

図 4 は、実施形態 1 に係るセパレーター製造方法を説明するための図である。図 4 (a) は基材準備工程 S1 のときの基材 10 の拡大断面図であり、図 4 (b) は接合電界紡糸工程 S2 後のナノ繊維積層体 30 の拡大断面図である。

図 5 は、実施形態 1 における接合工程 S3 を説明するために示す図である。図 5 (a) は接合工程 S3 の前の拡大模式図であり、図 5 (b) は接合工程 S3 の後の拡大模式図である。

【0064】

実施形態 1 に係るセパレーター製造方法は、図 3 に示すように、基材層準備工程 S1 と、電界紡糸工程 S2 と、接合工程 S3 とをこの順番で含む。実施形態 1 に係るセパレーター製造方法は、実施形態 1 に係るセパレーター製造装置 100 を用いて行う。

【0065】

1. 基材層準備工程 S1

基材層準備工程 S1 は、図 4 (a) に示すように、基材層 10 を準備する工程である。実施形態 1 においては、基材層 10 は長尺シートの形態を取っている。なお、本発明のセパレーター製造方法においては、長尺シート以外の形態を取る種々の形状の基材層を用いることもできる。

【0066】

2. 電界紡糸工程 S2

10

20

30

40

50

電界紡糸工程 S 2 は、図 4 (b) に示すように、電界紡糸法により、基材層 1 0 における一方の面に、接合ナノ繊維 2 2 を含むナノ繊維層 2 0 ' を形成してナノ繊維積層体 3 0 とする工程である。

具体的には、まず、接合ナノ繊維 2 2 の原料であるポリマー溶液を、電界紡糸装置 1 2 0 におけるポリマー溶液供給部 2 3 0 を通じてノズルユニット 2 1 0 へ供給する。次に、長尺シートである基材層 1 0 を搬送装置 1 1 0 にセットし、基材層 1 0 を繰り出しローラー 1 1 1 から所定の搬送速度で搬送させながら、電界紡糸装置 1 2 0 において基材層 1 0 にナノ繊維層 2 0 ' を形成し、ナノ繊維積層体 3 0 とする。

【 0 0 6 7 】

3 . 接合工程 S 3

接合工程 S 3 は、図 5 に示すように、ナノ繊維積層体 3 0 における接合ナノ繊維 2 2 を用いて基材層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とを接合する工程である。接合工程 S 3 は、基材層 1 0 とナノ繊維層 2 0 ' とを積層した状態で熱圧着する熱接合工程であって、当該熱接合工程により接合ナノ繊維 2 2 の少なくとも一部を溶融させて基材層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とを接合ナノ繊維 2 2 で接合する。当該工程はセパレーター製造装置 1 0 0 の接合装置 1 3 0 により行われ、セパレーター 1 が製造される。製造されたセパレーター 1 は、巻き取りローラー 1 1 2 に巻き取られる。

【 0 0 6 8 】

以下に、実施形態 1 における紡糸条件を例示的に示す。

【 0 0 6 9 】

接合ナノ繊維 2 2 の材料としては、熱接合性を有する樹脂、例えば、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、ポリ乳酸 (P L A)、ポリプロピレン (P P)、ポリエチレン (P E)、ポリ酢酸ビニル (P V A c)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリブチレンテレフタレート (P B T)、ポリエチレンナフタレート (P E N)、ポリアミド (P A)、ポリウレタン (P U R)、ポリビニルアルコール (P V A)、ポリアクリロニトリル (P A N)、ポリイミド (P I)、ポリエーテルイミド (P E I)、ポリカプロラクトン (P C L)、ポリ乳酸グリコール酸 (P L G A) 等を用いることができる。接合ナノ繊維 2 2 の材料としては、基材層 1 0 を構成する材料の融点よりも低い融点を有し、さらに例えば、1 0 以上低い融点を有するものを好適に用いることができる。

【 0 0 7 0 】

各種ポリマー溶液を製造するための溶媒としては、例えば、ジクロロメタン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、メチルエチルケトン、クロロホルム、アセトン、水、蟻酸、酢酸、シクロヘキサン、T H F 等を用いることができる。また、溶媒として複数種類の溶媒を混合して用いてもよい。ポリマー溶液には、導電性向上剤等の添加剤を含有させてもよい。

【 0 0 7 1 】

搬送速度は、例えば 0 . 2 m / 分 ~ 1 0 0 m / 分に設定することができる。上向きノズル 2 2 0 とコレクター 2 5 0 とノズルユニット 2 1 0 に印加する電圧は、1 0 k V ~ 8 0 k V に設定することができ、5 0 k V 付近に設定することが好ましい。

【 0 0 7 2 】

紡糸区域の温度は、例えば 2 5 に設定することができる。紡糸区域の湿度は、例えば 3 0 % に設定することができる。

【 0 0 7 3 】

以下、実施形態 1 に係るセパレーター 1、セパレーター製造装置 1 0 0 及びセパレーター製造方法の効果を記載する。

【 0 0 7 4 】

実施形態 1 に係るセパレーター 1 によれば、基材層 1 0 との接合に用いられる接合ナノ繊維 2 2 を少なくとも含むナノ繊維層 2 0 を有するため、接合材料としての接合ナノ繊維がごく微細であることから、接合後にナノ繊維同士の間隙が埋まってしまうのを抑制することが可能となり、その結果、セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能

10

20

30

40

50

であり、従来のセパレーターよりも、一層高い電解液吸収性や一層低いイオン抵抗を実現することが可能となる。

【0075】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、それぞれ異なる性質を有する基材層10とナノ繊維層20とを用いることにより、従来のセパレーターと同様に、多様な性質を有するセパレーターとすることが可能となる。

【0076】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、基材層10が有する性質にナノ繊維層20が有する性質(広い表面積や微細な空隙等)を付加することにより、従来のセパレーターと同様に、一層多様な性質を有するセパレーターとすることが可能となる。

10

【0077】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、一般的な繊維層を有するセパレーターと比較して繊維の平均径や空隙が微細なナノ繊維層20を備えるため、従来のセパレーターと同様に、高い電解液吸収性、低いイオン抵抗性及び高いデンドライト耐性を備え、さらに、総厚の薄いセパレーターとすることが可能となる。

【0078】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、接合ナノ繊維22は熱接合性を有する樹脂からなり、基材層10とナノ繊維層20とは、少なくとも一部が熱で溶融した接合ナノ繊維24により接合されているため、基材層とナノ繊維層とを加熱により容易に接合することが可能となる。

20

【0079】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、接合ナノ繊維22を構成する熱接合性を有する樹脂の融点は、基材層10を構成する材料の融点よりも低いため、加熱により接合ナノ繊維を選択的に溶融することが可能となる。

【0080】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、接合ナノ繊維22を構成する熱接合性を有する樹脂の融点は、基材層10を構成する材料の融点よりも10以上低いため、加熱により接合ナノ繊維を選択的に溶融することが容易に可能となる。

【0081】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、接合ナノ繊維22の平均径は、50nm~1000nmの範囲内にあるため、基材層とナノ繊維層とを十分な強度で接合し、かつ、セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能となる。

30

【0082】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、セパレーター1の厚さが1 μ m~100 μ mの範囲内にあるため、十分な機械的強度を有し、かつ、十分に低いイオン抵抗性を有するセパレーターとすることが可能となる。

【0083】

また、実施形態1に係るセパレーター1によれば、接合ナノ繊維22は電界紡糸法により得られたものであるため、所望の性質(組成、厚さ、目付、接合ナノ繊維の平均径、溶融温度、溶媒に対する溶解性等)を有するナノ繊維層を形成することが可能となる。

40

【0084】

実施形態1に係るセパレーター製造装置100によれば、電界紡糸装置120と、接合ナノ繊維22を用いて基材層10とナノ繊維層20とを接合する接合装置130とを備えるため、上記したような実施形態に係るセパレーター1を製造することが可能となる。

【0085】

また、実施形態1に係るセパレーター製造装置によれば、接合装置130は、基材層10とナノ繊維層20とを積層した状態で熱圧着する熱接合装置からなるため、接合ナノ繊維として熱接合性を有する樹脂からなる接合ナノ繊維を用いた場合において、基材層とナノ繊維層とを加熱により接合することが可能となる。

【0086】

50

実施形態 1 に係るセパレーター製造方法によれば、基材層準備工程 S 1 と、電界紡糸工程 S 2 と、接合ナノ繊維 2 2 を用いて基材層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とを接合する接合工程 S 3 とをこの順番で含むため、上記したような実施形態 1 に係るセパレーター 1 を製造することが可能となる。

【 0 0 8 7 】

また、実施形態 1 に係るセパレーター製造方法によれば、接合工程 S 3 は、基材層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とを積層した状態で熱圧着する熱接合工程であって、当該熱接合工程により接合ナノ繊維 2 2 の少なくとも一部を溶融させて基材層 1 0 とナノ繊維層 2 0 とを接合ナノ繊維 2 2 で接合するため、接合ナノ繊維として熱接合性を有する樹脂からなる接合ナノ繊維を用いた場合において、基材層とナノ繊維層とを加熱により接合することが可能となる。

10

【 0 0 8 8 】

[実施形態 2]

図 6 は、実施形態 2 に係るセパレーター 2 を説明するための図である。図 6 (a) は芯材 (符号を図示せず。) に巻いた状態のセパレーター 2 の斜視図であり、図 6 (b) はセパレーター 2 の拡大断面図であり、図 6 (c) は図 6 (b) の B で示す範囲をさらに拡大して示す模式図である。

【 0 0 8 9 】

実施形態 2 に係るセパレーター 2 は、基本的には実施形態 1 に係るセパレーター 1 と同様の構成を有するが、ナノ繊維層の構成が実施形態 1 に係るセパレーター 1 とは異なる。すなわち、実施形態 2 に係るセパレーター 2 においては、図 6 に示すように、ナノ繊維層 4 0 は、熱接合性を有する樹脂の融点よりも高い融点を有する材料からなる高融点ナノ繊維 4 6 をさらに含む。なお、図 6 (c) において符号 4 2 で示すのは接合ナノ繊維であり、実施形態 1 における接合ナノ繊維 2 2 と同様の構成を有するものである。

20

【 0 0 9 0 】

高融点ナノ繊維 4 6 の材料としては、熱接合性を有する樹脂の融点よりも高い融点を有する材料であれば種々の材料を用いることができ、例えば、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、ポリ乳酸 (P L A)、ポリプロピレン (P P)、ポリエチレン (P E)、ポリ酢酸ビニル (P V A c)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリブチレンテレフタレート (P B T)、ポリエチレンナフタレート (P E N)、ポリアミド (P A)、ポリウレタン (P U R)、ポリビニルアルコール (P V A)、ポリアクリロニトリル (P A N)、ポリイミド (P I)、ポリエーテルイミド (P E I)、ポリカプロラクトン (P C L)、ポリ乳酸グリコール酸 (P L G A)、シルク、セルロース、キトサン等を用いることができる。

30

【 0 0 9 1 】

上記のように、実施形態 2 に係るセパレーター 2 においては、ナノ繊維層の構成が実施形態 1 に係るセパレーター 1 とは異なるが、実施形態 1 に係るセパレーター 1 の場合と同様に、基材層 1 0 との接合に用いられる接合ナノ繊維 4 2 を少なくとも含むナノ繊維層 4 0 を有するため、セパレーターの通液性が低下するのを抑制することが可能であり、従来のセパレーターよりも、一層高い電解液吸収性や一層低いイオン抵抗を実現することが可能となる。

40

【 0 0 9 2 】

また、実施形態 2 に係るセパレーター 2 によれば、ナノ繊維層 4 0 は、熱接合性を有する樹脂の融点よりも高い融点を有する材料からなる高融点ナノ繊維 4 6 をさらに含むため、繊維の平均径や空隙が微細というナノ繊維層の構造が壊れてしまうのを抑制することが可能となる。

【 0 0 9 3 】

なお、実施形態 2 に係るセパレーター 2 は、ナノ繊維層の構成以外は実施形態 1 に係るセパレーター 1 と同様の構成を有するため、実施形態 1 に係るセパレーター 1 が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

50

【0094】

以上、本発明を上記の実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。その趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態において実施することが可能であり、例えば、次のような変形も可能である。

【0095】

(1) 上記各実施形態における各構成要素の数、位置関係、大きさは例示であり、本発明はこれに限定されるものではない。

【0096】

(2) 上記各実施形態においては、基材層10及びナノ繊維層からなるセパレーターを例にとって本発明のセパレーターを説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、基材層及びナノ繊維層以外の構成要素(補強部材等)をさらに備えるセパレーターとしてもよい。

10

【0097】

(3) 上記実施形態1に係るセパレーター1は、実施形態に係るセパレーター製造装置100を用いて製造するものとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明のセパレーターは、電界紡糸装置及び接合装置がそれぞれ別体となっているセパレーター製造装置を用いて製造してもよい。このように、本発明のセパレーターは、種々のセパレーター製造装置を用いて製造することができる。

【0098】

(4) 上記実施形態1に係るセパレーター1は、実施形態に係るセパレーター製造方法により製造するものとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明のセパレーターは、基材層を製造する工程と電界紡糸工程とを同時に行うセパレーター製造方法により製造してもよい。このように、本発明のセパレーターは、種々のセパレーター製造方法を用いて製造することができる。

20

【0099】

(5) 上記実施形態1に係るセパレーター製造方法は、上記のセパレーター製造装置100を用いて行うものとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明のセパレーター製造方法は、電界紡糸装置及び接合装置がそれぞれ別体となっているセパレーター製造装置を用いて行ってもよい。このように、本発明のセパレーター製造方法は、種々のセパレーター製造装置を用いて行うことができる。

30

【0100】

(6) 上記各実施形態においては、熱接合性を有する樹脂からなる接合ナノ繊維を用い、基材層10とナノ繊維層とは、少なくとも一部が熱で溶融した接合ナノ繊維により接合されているセパレーターを例にとって本発明を説明したが、本発明のセパレーターはこれに限定されるものではない。図7は、変形例におけるセパレーター製造方法のフローチャートである。例えば、所定の溶媒に対して溶解性を有する樹脂からなる接合ナノ繊維を用い、基材層とナノ繊維層とは、少なくとも一部が所定の溶媒で溶解した接合ナノ繊維により接合されているセパレーターとしてもよい。このようなセパレーターは、例えば図7に示すように、接合ナノ繊維に対して適度な溶解性を有する溶媒にナノ繊維積層体を浸して、又は当該溶媒の蒸気にナノ繊維積層体を通して基材層とナノ繊維層とを接合する接合工程(溶解接合工程)S3'を行うことで製造することができる。このような構成とすることにより、基材層とナノ繊維層とを所定の溶媒を用いて容易に接合することが可能となる。

40

【0101】

(7) また、上記(6)の場合においては、ナノ繊維層は、所定の溶媒に対して溶解性を有する樹脂よりも所定の溶媒に対して低い溶解性を有する材料からなる低溶解性ナノ繊維をさらに含むことが好ましい。このような構成とすることにより、繊維の平均径や空隙が微細というナノ繊維層の構造が壊れてしまうのを抑制することが可能となる。

【0102】

(8) 上記実施形態1においては、電界紡糸装置120を1台備えるセパレーター製造装置100を例にとって本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例

50

えば、電界紡糸装置を2台以上備えるセパレーター製造装置を本発明に適用することもできる。

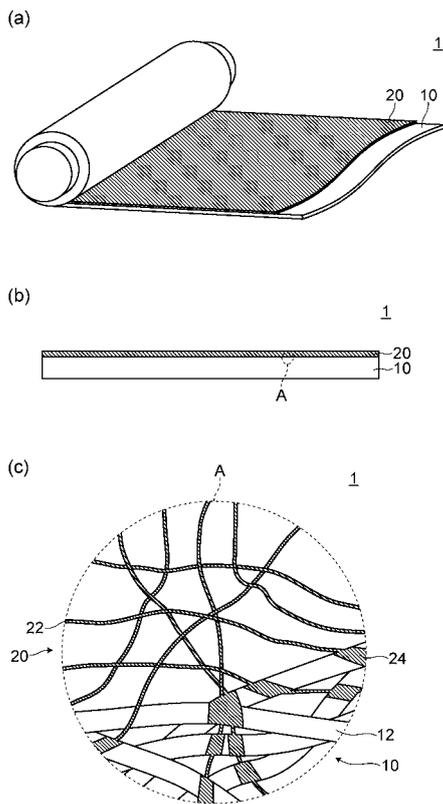
【符号の説明】

【0103】

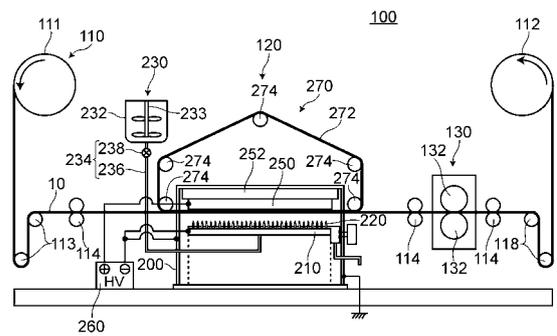
1, 2 ... セパレーター、10 ... 基材層、12 ... 基材繊維、20, 40 ... (接合工程後の) ナノ繊維層、20' ... (接合工程前の) ナノ繊維層、22, 42 ... 接合ナノ繊維、24, 44 ... 溶融した接合ナノ繊維、30 ... ナノ繊維積層体、46 ... 高融点ナノ繊維、100 ... セパレーター製造装置、110 ... 搬送装置、111 ... 繰り出しローラー、112 ... 巻き取りローラー、113, 118 ... テンションローラー、114 ... 補助ローラー、120 ... 電界紡糸装置、130 ... 接合装置、200 ... 筐体、210 ... ノズルユニット、220 ... 上向きノズル、250 ... コレクター、252 ... 絶縁体、260 ... 電源装置、270 ... 補助ベルト装置、272 ... 補助ベルト、274 ... 補助ベルト用ローラー

10

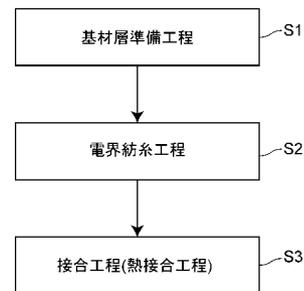
【図1】



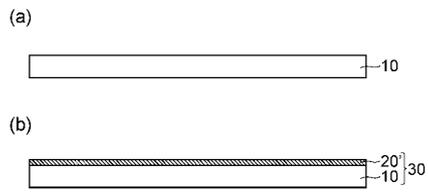
【図2】



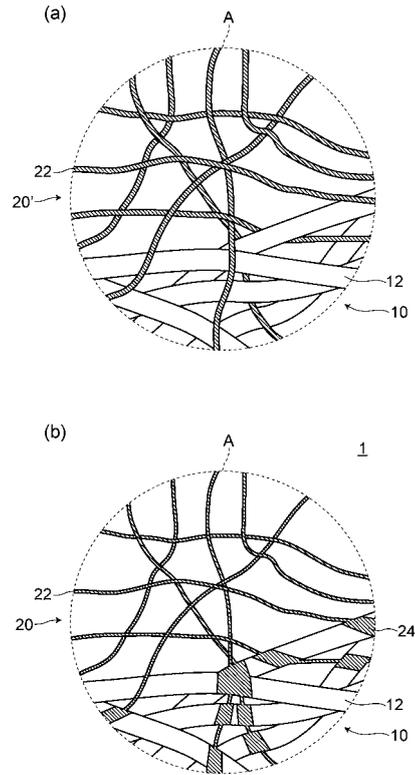
【図3】



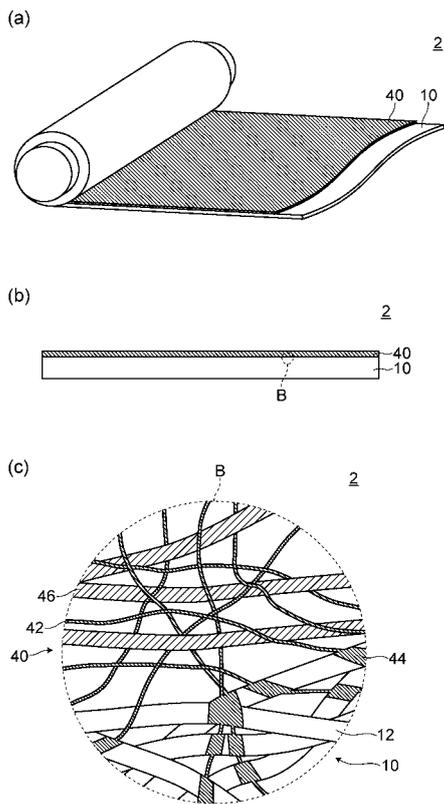
【 図 4 】



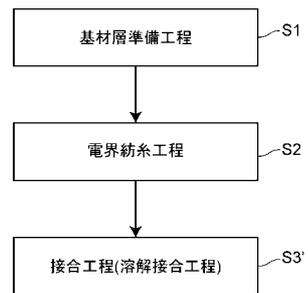
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 G 13/00 3 7 1 Z

(72)発明者 渡邊 圭

長野県上田市常田 3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学内

(72)発明者 木村 直貴

長野県上田市常田 3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学内

(72)発明者 金 ヘリン

長野県上田市常田 3 - 1 5 - 1 国立大学法人信州大学繊維学内

(72)発明者 李 在煥

大韓民国慶北龜尾市山東面鳳山里 3 6 6 トップテック・カンパニー・リミテッド内

Fターム(参考) 5E078 AA03 AA10 AA15 AB02 AB06 CA02 CA06 CA08 CA09 CA12

CA16 CA19 CA20 ZA02

5E082 AB09 AB10 BC30 KK04 LL21 PP06 PP09

5H021 BB07 BB11 BB19 CC01 CC04 EE02 HH03 HH06