

(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2012-199037

(P2012-199037A)

(43) 公開日 平成24年10月18日(2012.10.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 M 2/16 (2006.01)	H O 1 M 2/16 P	4 L O 4 5
D O 4 H 1/4374 (2012.01)	D O 4 H 1/42 W	4 L O 4 7
D O 1 D 5/04 (2006.01)	D O 1 D 5/04	5 E O 7 8
D O 1 D 5/08 (2006.01)	D O 1 D 5/08 D	5 H O 2 1
D O 4 H 1/728 (2012.01)	D O 4 H 1/72 C	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-61841 (P2011-61841)
 (22) 出願日 平成23年3月20日 (2011. 3. 20)

(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
 (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

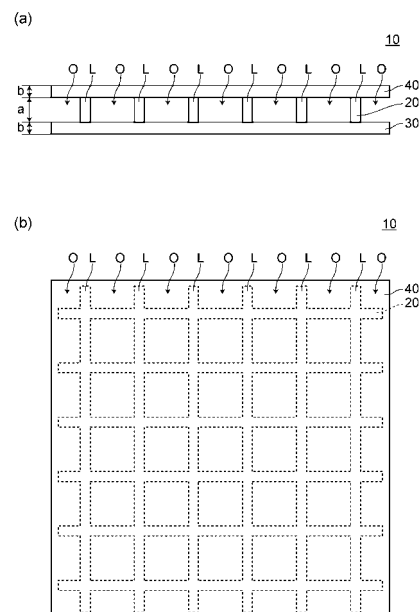
(54) 【発明の名称】 セパレーター及びセパレーターの製造方法

(57) 【要約】

【課題】高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有するセパレーターを提供する。

【解決手段】平面視格子状の第1ナノ繊維層20と、第1ナノ繊維層20の一方面に配設され、第1ナノ繊維層20よりも薄い第2ナノ繊維層30と、第1ナノ繊維層10の他方面に配設され、第1ナノ繊維層20よりも薄い第3ナノ繊維層40とを備えるセパレーター10。第1ナノ繊維層20は、7 μ m～30 μ mの範囲内にある厚さを有する。第2ナノ繊維層30及び第3ナノ繊維層40は、ともに1 μ m～5 μ mの範囲内にある厚さを有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

平面視格子状の第 1 ナノ繊維層と、
前記第 1 ナノ繊維層の一方面に配設され、前記第 1 のナノ繊維層よりも薄い第 2 ナノ繊維層と、

前記第 1 ナノ繊維層の他方面に配設され、前記第 1 のナノ繊維層よりも薄い第 3 ナノ繊維層とを備え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、

前記第 1 ナノ繊維層は、 $7\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有することを特徴とするセパレーター。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のセパレーターにおいて、

前記第 2 ナノ繊維層及び前記第 3 ナノ繊維層は、ともに $1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有することを特徴とするセパレーター。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のセパレーターにおいて、

前記第 1 ナノ繊維層は、平面視で格子の総面積よりも大きな総面積を有する多数の開口を有することを特徴とするセパレーター。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載のセパレーターにおいて、

前記開口は、平面視で $10\ \mu\text{m}^2 \sim 200\ \mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有することを特徴とするセパレーター。

【請求項 6】

絶縁性の支持体上に位置する平面視格子状のコレクター電極と、ノズルとの間に高電圧を印加した状態で、前記ノズルからポリマー溶液を吐出することにより、前記コレクター電極上に平面視格子状の第 1 ナノ繊維層を形成する第 1 工程と、

前記第 1 ナノ繊維層の一方面に前記第 1 ナノ繊維層よりも薄い第 2 ナノ繊維層を配設するとともに、前記第 1 ナノ繊維層の他方面に前記第 1 ナノ繊維層よりも薄い第 3 ナノ繊維層を配設する第 2 工程とをこの順序で含むことを特徴とするセパレーターの製造方法。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載のセパレーターの製造方法において、

前記第 1 工程においては、前記第 1 ナノ繊維層として、 $7\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有する第 1 ナノ繊維層を形成することを特徴とするセパレーターの製造方法。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載のセパレーターの製造方法において、

前記第 2 工程においては、前記第 2 ナノ繊維層及び前記第 3 ナノ繊維層として、ともに $1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有する第 2 ナノ繊維層及び第 3 ナノ繊維層を配設することを特徴とするセパレーターの製造方法。

40

【請求項 9】

請求項 6 ～ 8 のいずれかに記載のセパレーターにおいて、

前記第 1 工程においては、前記第 1 ナノ繊維層として、平面視で格子の総面積よりも大きな総面積を有する多数の開口を有する第 1 ナノ繊維層を形成することを特徴とするセパレーターの製造方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のセパレーターの製造方法において、

前記開口は、平面視で $10\ \mu\text{m}^2 \sim 200\ \mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有することを特徴とするセパレーターの製造方法。

【請求項 11】

請求項 6 ～ 10 のいずれかに記載のセパレーターの製造方法において、

50

前記第 2 工程においては、電界紡糸法により前記第 1 ナノ繊維層の一方面に前記第 2 ナノ繊維層を形成するとともに、電界紡糸法により前記第 1 ナノ繊維層の他方面に前記第 3 ナノ繊維層を形成することを特徴とするセパレーターの製造方法。

【請求項 1 2】

請求項 6 ~ 1 0 のいずれかに記載のセパレーターの製造方法において、

前記第 2 工程を実施する前に、前記第 2 ナノ繊維層及び前記第 3 ナノ繊維層として、電界紡糸法により製造した第 2 ナノ繊維層及び第 3 ナノ繊維層を準備しておき、

前記第 2 工程においては、前記第 1 ナノ繊維層の一方面に前記第 2 ナノ繊維層を貼り付けるとともに、前記第 1 ナノ繊維層の他方面に前記第 3 ナノ繊維層を貼り付けることを特徴とするセパレーターの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、セパレーター及びセパレーターの製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ナノ繊維層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。）。ナノ繊維層を有するセパレーターは、一般的な繊維層を有するセパレーターと比較して繊維が細く空隙が微細かつ均一であるため、絶縁性及びデンドライト耐性が高い。このため、高い絶縁性及び高いデンドライト耐性を維持したままセパレーターの厚さを薄くしてイオン伝導性を高くすることが可能となる。また、ナノ繊維層を有するセパレーターは、一般的な繊維層を有するセパレーターと比較して空隙率が大きいため、高い電解液保持性を有し、このことからイオン伝導性を高くすることが可能となる。このため、ナノ繊維層を有するセパレーターは、高い絶縁性、高いデンドライト耐性及び高いイオン伝導性を有するセパレーターとなる。このようなセパレーターは、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。）等に好適に用いることができる。なお、本発明において、ナノ繊維とは、平均径が数 nm ~ 数千 nm の繊維のことをいう。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

30

【特許文献 1】特表 2 0 0 9 - 5 1 0 7 0 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、ナノ繊維層を有するセパレーターは、ナノ繊維層を構成するナノ繊維が極細の繊維からなるため、機械的強度が低いという問題がある。そこで、ナノ繊維層を厚くして機械的強度を高くすることが考えられるが、ナノ繊維層自体を厚くして機械的強度を高くしたのでは、イオン伝導性が低下するという問題がある。

【0 0 0 5】

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、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有するセパレーターを提供することを目的とする。また、そのようなセパレーターを製造可能なセパレーターの製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

[1] 本発明のセパレーターは、平面視格子状の第 1 ナノ繊維層と、前記第 1 ナノ繊維層の一方面に配設され、前記第 1 のナノ繊維層よりも薄い第 2 ナノ繊維層と、前記第 1 ナノ繊維層の他方面に配設され、前記第 1 のナノ繊維層よりも薄い第 3 ナノ繊維層とを備えることを特徴とする。

【0 0 0 7】

50

本発明のセパレーターによれば、平面視格子状の第1ナノ繊維層と、第1のナノ繊維層よりも薄い第2ナノ繊維層及び第3ナノ繊維層を備える。このため、第2ナノ繊維層及び第3ナノ繊維層の働きにより、高い絶縁性、高いデンドライト耐性及び高いイオン伝導性を有するものとなる。

【0008】

また、本発明のセパレーターによれば、平面視格子状の第1ナノ繊維層と、第1のナノ繊維層よりも薄い第2ナノ繊維層及び第3ナノ繊維層を備える。このため、平面視格子状の第1ナノ繊維層を厚くして機械的強度を高くすることができる。この場合、第1ナノ繊維層を厚くしたとしても、第1ナノ繊維層が平面視格子状の構造を有するため、電解液の流通が良好に保たれる結果、イオン伝導性が低下することもない。

10

【0009】

その結果、本発明のセパレーターは、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有するセパレーターとなる。

【0010】

[2] 本発明のセパレーターにおいては、前記第1ナノ繊維層は、 $7\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有することが好ましい。

【0011】

「第1ナノ繊維層が $7\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有すること」が好ましいのは、以下の理由による。すなわち、第1ナノ繊維層が $7\mu\text{m}$ 未満の厚さを有する場合には、機械的強度が低下する場合があるからであり、第1ナノ繊維層が $30\mu\text{m}$ を超える厚さを有する場合には、セパレーターの厚さが厚くなりすぎるからである。これらの観点から言えば、第1ナノ繊維層は、 $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有することがより一層好ましい。

20

【0012】

[3] 本発明のセパレーターにおいては、前記第2ナノ繊維層及び前記第3ナノ繊維層は、ともに $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有することが好ましい。

【0013】

「第2ナノ繊維層及び第3ナノ繊維層がともに $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有すること」が好ましいのは、以下の理由による。すなわち、第2ナノ繊維層又は第3ナノ繊維層が $1\mu\text{m}$ 未満の厚さを有する場合には、絶縁性及びデンドライト耐性が低下する場合があるからであり、第2ナノ繊維層又は第3ナノ繊維層が $5\mu\text{m}$ を超える厚さを有する場合には、イオン伝導性が低下する場合があるからである。これらの観点から言えば、第2ナノ繊維層及び第3ナノ繊維層は、ともに $2\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有することがより一層好ましい。

30

【0014】

[4] 本発明のセパレーターにおいては、前記第1ナノ繊維層は、平面視で格子の総面積よりも大きな総面積を有する多数の開口を有することが好ましい。

【0015】

このような構成とすることにより、第1ナノ繊維層を厚くして機械的強度を高くしたとしても、電解液の流通が良好に保たれる結果、イオン伝導性が低下することもない。

40

【0016】

[5] 本発明のセパレーターにおいては、前記開口は、平面視で $10\mu\text{m}^2 \sim 200\mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有することが好ましい。

【0017】

「開口が平面視で $10\mu\text{m}^2 \sim 200\mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有すること」が好ましいのは、以下の理由による。すなわち、開口が平面視で $10\mu\text{m}^2$ 未満の平均面積を有する場合には、イオン伝導性が低下する場合があるからであり、開口が平面視で $200\mu\text{m}^2$ を超える平均面積を有する場合には、セパレーターの機械的強度が低下する場合があるからである。これらの観点から言えば、開口は、平面視で $20\mu\text{m}^2 \sim 100\mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有することがより一層好ましい。

50

【 0 0 1 8 】

[6] 本発明のセパレーターの製造方法は、絶縁性の支持体上に位置する平面視格子状のコレクター電極と、ノズルとの間に高電圧を印加した状態で、前記ノズルからポリマー溶液を吐出することにより、前記コレクター電極上に平面視格子状の第 1 ナノ繊維層を形成する第 1 工程と、前記第 1 ナノ繊維層の一方面に前記第 1 ナノ繊維層よりも薄い第 2 ナノ繊維層を配設するとともに、前記第 1 ナノ繊維層の他方面に前記第 1 ナノ繊維層よりも薄い第 3 ナノ繊維層を配設する第 2 工程とをこの順序で含むことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明のセパレーターの製造方法によれば、上記した構成を有し、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有する本発明のセパレーターを製造することができる。

10

【 0 0 2 0 】

[7] 本発明のセパレーターの製造方法において、前記第 1 工程においては、前記第 1 ナノ繊維層として、 $7\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有する第 1 ナノ繊維層を形成することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

このような方法とすることにより、高い機械的強度を有し、かつ、適切な厚さを有するセパレーターを製造することができる。

【 0 0 2 2 】

[8] 本発明のセパレーターの製造方法において、前記第 2 工程においては、前記第 2 ナノ繊維層及び前記第 3 ナノ繊維層として、ともに $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有する第 2 ナノ繊維層及び第 3 ナノ繊維層を配設することが好ましい。

20

【 0 0 2 3 】

このような方法とすることにより、高い絶縁性、高いデンドライト耐性及び高いイオン伝導性を有するセパレーターを製造することができる。

【 0 0 2 4 】

[9] 本発明のセパレーターにおいて、前記第 1 工程においては、前記第 1 ナノ繊維層として、平面視で格子の総面積よりも大きな総面積を有する多数の開口を有する第 1 ナノ繊維層を形成することが好ましい。

【 0 0 2 5 】

このような方法とすることにより、第 1 ナノ繊維層を厚くして機械的強度を高くしたとしても、電解液の流通が良好に保たれる結果、イオン伝導性が低下することのないセパレーターを製造することができる。

30

【 0 0 2 6 】

[1 0] 本発明のセパレーターの製造方法において、前記開口は、平面視で $10\mu\text{m}^2 \sim 200\mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有することが好ましい。

【 0 0 2 7 】

このような方法とすることにより、第 1 ナノ繊維層を厚くして機械的強度を高くしたとしても、電解液の流通が良好に保たれる結果、イオン伝導性が低下することのないセパレーターを製造することができる。

40

【 0 0 2 8 】

[1 1] 本発明のセパレーターの製造方法においては、前記第 2 工程においては、電界紡糸法により前記第 1 ナノ繊維層の一方面に前記第 2 ナノ繊維層を形成するとともに、電界紡糸法により前記第 1 ナノ繊維層の他方面に前記第 3 ナノ繊維層を形成することが好ましい。

【 0 0 2 9 】

このような方法とすることにより、第 1 ナノ繊維層と、第 2 ナノ繊維層及び第 3 ナノ繊維層との接合強度の高い高品質なセパレーターを製造することが可能となる。

【 0 0 3 0 】

[1 2] 本発明のセパレーターの製造方法においては、前記第 2 工程を実施する前に、前

50

記第2ナノ繊維層及び前記第3ナノ繊維層として、電界紡糸法により製造した第2ナノ繊維層及び第3ナノ繊維層を準備しておき、前記第2工程においては、前記第1ナノ繊維層の一方面に前記第2ナノ繊維層を貼り付けるとともに、前記第1ナノ繊維層の他方面に前記第3ナノ繊維層を貼り付けることが好ましい。

【0031】

このような方法とすることにより、高い生産性で本発明のセパレーターを製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】実施形態1に係るセパレーター10を説明するために示す図である。

10

【図2】実施形態1に係るセパレーターの製造方法を説明するために示す図である。

【図3】実施形態1に係るセパレーターの製造方法を説明するために示す図である。

【図4】実施形態1に係るセパレーターの製造方法に用いるコレクター110の構造を説明するために示す図である。

【図5】実施形態2に係るセパレーターの製造方法に用いるコレクター110aの構造を説明するために示す図である。

【図6】実施形態3に係るセパレーターの製造方法を説明するために示す図である。

【図7】変形例に係るセパレーター14, 16, 18を説明するために示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

20

以下、本発明のセパレーター及びセパレーターの製造方法について、図に示す実施形態に基づいて説明する。

【0034】

[実施形態1]

1. セパレーター

図1は、実施形態1に係るセパレーター10を説明するために示す図である。図1(a)はセパレーター10の断面図であり、図1(b)はセパレーター10の平面図である。

【0035】

実施形態1に係るセパレーター10は、図1に示すように、正方形の開口を有する平面視縦横格子状の第1ナノ繊維層20と、第1ナノ繊維層20の一方面に配設され、第1のナノ繊維層20よりも薄い第2ナノ繊維層30と、第1ナノ繊維層20の他方面に配設され、第1のナノ繊維層20よりも薄い第3ナノ繊維層40とを備える。

30

【0036】

第1ナノ繊維層20は、 $7\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さ(例えば $15\mu\text{m}$)を有する。第2ナノ繊維層30及び第3ナノ繊維層40は、ともに $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さ(例えば $3\mu\text{m}$)を有する。

【0037】

第1ナノ繊維層20は、平面視で格子Lの総面積 S_1 よりも大きな総面積 S_2 を有する多数の開口Oを有する。開口Oは、平面視で $10\mu\text{m}^2 \sim 200\mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積(例えば $50\mu\text{m}^2$)を有する。格子Lは、平面視で $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲にある太さ(例えば $2\mu\text{m}$)を有する。

40

【0038】

第1ナノ繊維層20は、電界紡糸法により製造された第1ナノ繊維からなる。第1ナノ繊維の平均径は、 $30\text{nm} \sim 3000\text{nm}$ (例えば 800nm)である。第1ナノ繊維層20は、ポリマー材料(例えばポリオレフィン)からなる。

【0039】

第2ナノ繊維層30及び第3ナノ繊維層40は、ともに電界紡糸法により製造された第2ナノ繊維及び第3ナノ繊維からなる。第2ナノ繊維及び第3ナノ繊維の平均径はともに、 $30\text{nm} \sim 3000\text{nm}$ (例えば 300nm)である。第2ナノ繊維層30及び第3ナノ繊維層40は、ともにポリマー材料(例えばポリオレフィン)からなる。

50

【 0 0 4 0 】

2. セパレーターの製造方法

図 2 及び図 3 は、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法を説明するために示す図である。図 2 (a) ~ 図 2 (c) はセパレーターが製造されていく様子を示す断面図であり、図 3 (a) ~ 図 3 (c) はセパレーターが製造されていく様子を示す装置断面図である。図 4 は、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法に用いるコレクター 1 1 0 の構造を説明するために示す図である。図 4 (a) はコレクター 1 1 0 の下面図であり、図 4 (b) は図 4 (a) の A 1 - A 1 断面図であり、図 4 (c) は図 4 (a) の A 2 - A 2 断面図である。

【 0 0 4 1 】

10

実施形態 1 に係るセパレーター 1 0 は、図 2 に示すように、平面視格子状の第 1 ナノ繊維層 2 0 を形成する第 1 工程 (図 2 (a) 参照。) と、第 1 ナノ繊維層 2 0 の一方面に第 1 ナノ繊維層よりも薄い第 2 ナノ繊維層 3 0 を配設するとともに、第 1 ナノ繊維層 2 0 の他方面に第 1 ナノ繊維層よりも薄い第 3 ナノ繊維層 4 0 を配設する第 2 工程 (図 2 (b) 及び図 2 (c) 参照。) とをこの順序で実施することにより製造することができる。以下、工程順に説明する。

【 0 0 4 2 】

(1) 第 1 工程

第 1 工程は、図 3 (a) に示すように、電界紡糸装置 1 0 0 を用いて実施する。電界紡糸装置 1 0 0 は、コレクター電極 1 1 4 と、コレクター電極 1 1 4 に対向する位置に位置するノズル 1 2 2 と、コレクター電極 1 1 4 とノズル 1 2 2 との間に高電圧を印加する電源装置 1 3 0 と、ノズル 1 2 2 に供給するポリマー溶液を貯蔵する原料タンク (図示せず。) を備える。コレクター電極 1 1 4 は、図 4 に示すように、絶縁材料からなる支持体 1 1 2 上に位置する平面格子状の電極からなる。支持体 1 1 2 とコレクター電極 1 1 4 とでコレクター 1 1 0 が構成されている。ノズル 1 2 2 は上向きノズルからなり、ノズルブロック 1 2 0 に配設されている。電源装置 1 3 0 の正極はコレクター電極 1 1 4 に接続され、電源装置 1 3 0 の負極は、ノズルブロック 1 2 0 に接続されている。

20

【 0 0 4 3 】

そして、第 1 工程においては、コレクター電極 1 1 4 と、ノズル 1 2 2 との間に高電圧を印加した状態で、ノズル 1 2 2 からポリマー溶液を吐出することにより、コレクター 1 1 0 上に平面視格子状の第 1 ナノ繊維層 2 0 を形成する。

30

【 0 0 4 4 】

(2) 第 2 工程

第 2 工程は、図 3 (b) 及び図 3 (c) に示すように、電界紡糸装置 2 0 0 を用いて実施する。電界紡糸装置 2 0 0 は、一般的な電界紡糸装置であり、コレクター 2 1 0 は、平板状の電極からなる。

【 0 0 4 5 】

そして、第 2 工程においては、まず、電界紡糸装置 2 0 0 のコレクター 2 1 0 に第 1 ナノ繊維層 2 0 を設置した後、コレクター 2 1 0、ノズル 2 2 2 との間に高電圧を印加した状態で、ノズル 2 2 2 からポリマー溶液を吐出することにより、第 1 ナノ繊維層 2 0 の一方面に層状の第 2 ナノ繊維層 3 0 を形成する (図 2 (b) 参照。) 。

40

【 0 0 4 6 】

その後、第 1 ナノ繊維層 2 0 及び第 2 ナノ繊維層 3 0 からなる積層体をひっくり返して電界紡糸装置 2 0 0 のコレクター 2 1 0 に設置した後、コレクター 2 1 0 と、ノズル 2 2 2 との間に高電圧を印加した状態で、ノズル 2 2 2 からポリマー溶液を吐出することにより、第 1 ナノ繊維層 2 0 の他方面に層状の第 3 ナノ繊維層 4 0 を形成する (図 2 (c) 参照。) 。

【 0 0 4 7 】

これにより、実施形態 1 に係るセパレーター 1 0 を製造することができる。

【 0 0 4 8 】

50

3. 実施形態 1 の効果

(1) セパレーターの効果

実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、平面視格子状の第 1 ナノ繊維層 20 と、第 1 のナノ繊維層 20 よりも薄い第 2 ナノ繊維層 30 及び第 3 ナノ繊維層 40 を備えるため、第 2 ナノ繊維層 30 及び第 3 ナノ繊維層 40 の働きにより、高い絶縁性、高いデンドライト耐性及び高いイオン伝導性を有するものとなる。

【0049】

また、実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、平面視格子状の第 1 ナノ繊維層 20 と、第 1 のナノ繊維層 20 よりも薄い第 2 ナノ繊維層 30 及び第 3 ナノ繊維層 40 を備えるため、平面視格子状の第 1 ナノ繊維層 20 を厚くして機械的強度を高くすることができる。この場合、第 1 ナノ繊維層 20 を厚くしたとしても、第 1 ナノ繊維層 20 が平面視格子状の構造を有するため、電解液の流通が良好に保たれる結果、イオン伝導性が低下することもない。

10

【0050】

その結果、実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有するセパレーターとなる。

【0051】

また、実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、第 1 ナノ繊維層 20 が $7\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有するため、高い機械的強度を有し、かつ、適切な厚さを有するセパレーターとなる。

20

【0052】

また、実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、第 2 ナノ繊維層 30 及び第 3 ナノ繊維層 40 がともに $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の範囲内にある厚さを有するため、高い絶縁性、高いデンドライト耐性及び高いイオン伝導性を有するセパレーターとなる。

【0053】

また、実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、第 1 ナノ繊維層 20 が平面視で格子の総面積よりも大きな総面積を有する多数の開口を有するため、高いイオン伝導性を有するセパレーターとなる。

【0054】

さらにまた、実施形態 1 に係るセパレーター 10 は、開口が平面視で $10\mu\text{m}^2 \sim 200\mu\text{m}^2$ の範囲内にある平均面積を有するため、高いイオン伝導性を有するセパレーターとなる。

30

【0055】

(2) セパレーターの製造方法の効果

実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法によれば、上記した第 1 工程及び第 2 工程をこの順序で含むものであるため、上記した構成を有し、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有する実施形態 1 に係るセパレーター 10 を製造することができる。

【0056】

また、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法によれば、第 2 工程においては、電界紡糸法により第 1 ナノ繊維層 20 の一方面に第 2 ナノ繊維層 30 を形成するとともに、電界紡糸法により第 1 ナノ繊維層 20 の他方面に第 3 ナノ繊維層 40 を形成するため、第 1 ナノ繊維層 20 と、第 2 ナノ繊維層 30 及び第 3 ナノ繊維層 40 との接合強度の高い高品質なセパレーターを製造することが可能となる。

40

【0057】

[実施形態 2]

図 5 は、実施形態 2 に係るセパレーターの製造方法に用いるコレクター 110a の構造を説明するために示す図である。図 5 (a) はコレクター 110a の下面図であり、図 5 (b) は図 5 (a) の A1 - A1 断面図であり、図 5 (c) は図 4 (a) の A2 - A2 断面図である。

50

【 0 0 5 8 】

実施形態 2 に係るセパレーターの製造方法は、基本的には、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法と同様の工程を含むが、第 1 工程で用いるコレクターの構造が異なる。すなわち、実施形態 2 に係るセパレーターの製造方法で用いるコレクター 1 1 0 a は、コレクター電極 1 1 4 が、ノズル 1 2 2 と等電位の電極体 1 1 8 に絶縁部材 1 1 6 を介して埋め込まれた構造を有する。

【 0 0 5 9 】

このように、実施形態 2 に係るセパレーターの製造方法は、第 1 工程で用いるコレクターの構造が異なるが、上記した第 1 工程及び第 2 工程をこの順序で含むものであるため、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法の場合と同様に、上記した構成を有し、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有するセパレーターを製造することができる。

10

【 0 0 6 0 】

また、実施形態 2 に係るセパレーターの製造方法によれば、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法により製造されるセパレーターよりも、しっかりと開口された開口 O を有するセパレーターを製造することができる。

【 0 0 6 1 】

なお、実施形態 2 に係るセパレーターの製造方法は、第 1 工程で用いるコレクターの構造が異なること以外は、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法と同様の工程を有するため、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法が有する効果のうち該当する効果を有する。

20

【 0 0 6 2 】

[実施形態 3]

図 6 は、実施形態 3 に係るセパレーターの製造方法を説明するために示す図である。図 6 (a) ~ 図 6 (c) はセパレーターが製造されていく様子を示す断面図である。

【 0 0 6 3 】

実施形態 3 に係るセパレーターの製造方法は、基本的には、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法と同様の工程を含むが、第 2 工程の内容が異なる。すなわち、実施形態 3 に係るセパレーターの製造方法においては、図 6 に示すように、第 2 工程を実施する前に、第 2 ナノ繊維層 3 2 及び第 3 ナノ繊維層 4 2 として、電界紡糸法により製造した第 2 ナノ繊維層及び第 3 ナノ繊維層を準備しておき、第 2 工程においては、第 1 ナノ繊維層 2 0 の一方面に上記した第 2 ナノ繊維層 3 2 を貼り付けるとともに、第 1 ナノ繊維層 2 0 の他方面に第 3 ナノ繊維層 4 2 を貼り付けることとしている。このようにして実施形態 3 に係るセパレーター 1 2 を製造することとしている。第 2 工程は、接着剤を用いて行うこともできるし、圧力を用いて行うこともできるし、熱及び圧力を用いて行うこともできる。

30

【 0 0 6 4 】

このように、実施形態 3 に係るセパレーターの製造方法は、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法とは第 2 工程の内容が異なるが、上記した第 1 工程及び第 2 工程をこの順序で含むものであるため、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法の場合と同様に、上記した構成を有し、高い絶縁性、高いデンドライト耐性、高いイオン伝導性及び高い機械的強度を有するセパレーターを製造することができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、実施形態 3 に係るセパレーターの製造方法によれば、高い生産性でセパレーターを製造することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

なお、実施形態 3 に係るセパレーターの製造方法は、第 2 工程の内容が異なること以外は、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法と同様の工程を有するため、実施形態 1 に係るセパレーターの製造方法が有する効果のうち該当する効果を有する。

【 0 0 6 7 】

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

50

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態様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。

【 0 0 6 8 】

(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。

【 0 0 6 9 】

(2) 上記各実施形態においては、正方形の開口を有する縦横格子状の第 1 ナノ繊維層を備え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。図 7 は、変形例に係るセパレーター 1 4 , 1 6 , 1 8 を説明するために示す図である。図 7 に示すように、第 1 ナノ繊維層は、図 7 (a) に示すように、六角形の開口を有する格子状の形状を有していてもよいし、図 7 (b) に示すように、三角形の開口を有する格子状の形状を有していてもよいし、図 7 (c) に示すように、円形の開口を有する格子状の形状を有していてもよいし、その他の格子状の形状を有していてもよい。すなわち、本発明において、「格子状」には、任意の形状を有する開口と、当該開口を仕切る仕切り (格子) を有するものすべてが含まれる。

10

【 0 0 7 0 】

(3) 上記各実施形態においては、上向きノズルを有する上向き式電界紡糸装置を用いて本発明のセパレーターの製造方法を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、下向きノズルを有する下向き式電界紡糸装置や横向きノズルを有する横向き式電界紡糸装置を用いて本発明のセパレーターの製造方法を実施することもできる。

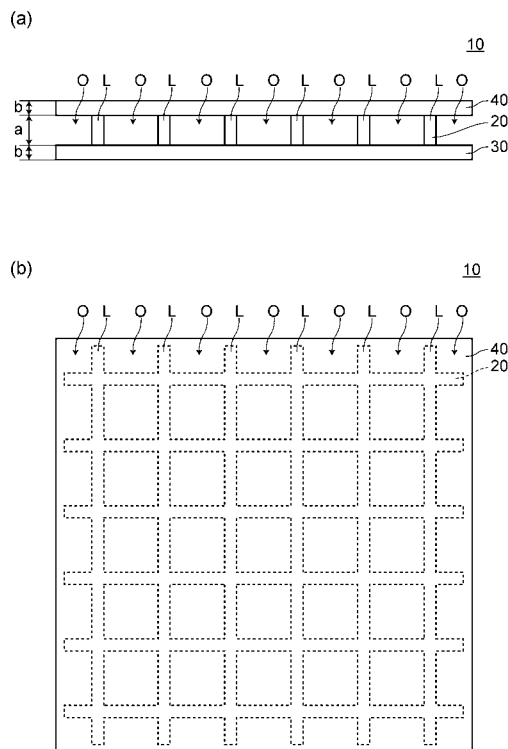
20

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

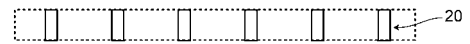
1 0 , 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 ... セパレーター、 2 0 ... 第 1 ナノ繊維層、 3 0 ... 第 2 ナノ繊維層、 4 0 ... 第 3 ナノ繊維層、 1 0 0 , 2 0 0 ... 電界紡糸装置、 1 1 0 , 1 1 0 a , 2 1 0 ... コレクター、 1 1 2 , 2 1 2 ... 支持体、 1 1 4 ... コレクター電極、 1 1 6 ... 絶縁部材、 1 1 8 ... 電極体、 1 2 0 , 2 2 0 ... ノズルブロック、 1 2 2 , 2 2 2 ... ノズル、 1 3 0 , 2 3 0 ... 電源装置

【図 1】

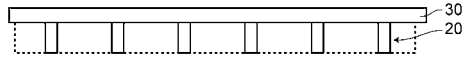


【図 2】

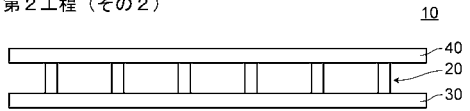
(a) 第 1 工程



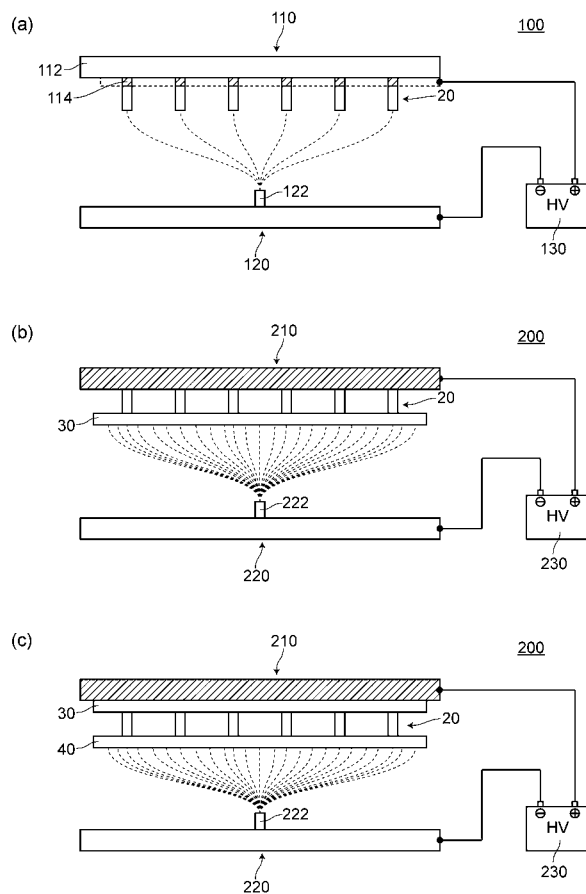
(b) 第 2 工程 (その 1)



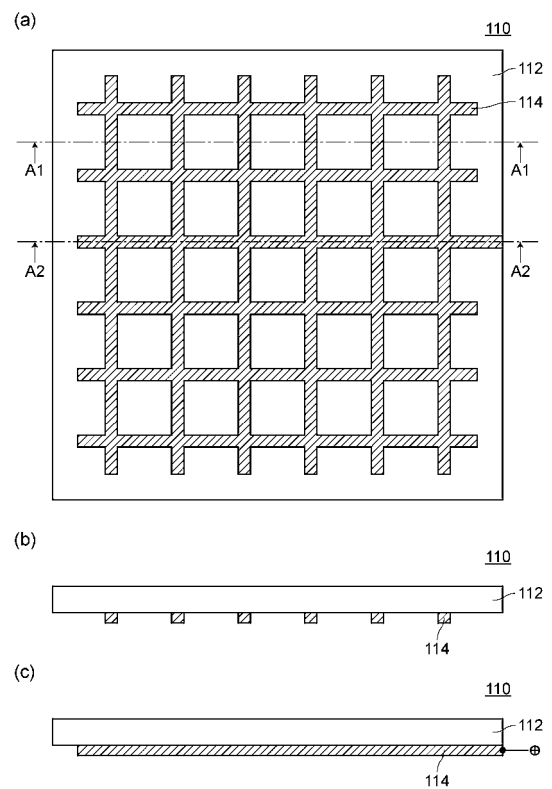
(c) 第 2 工程 (その 2)



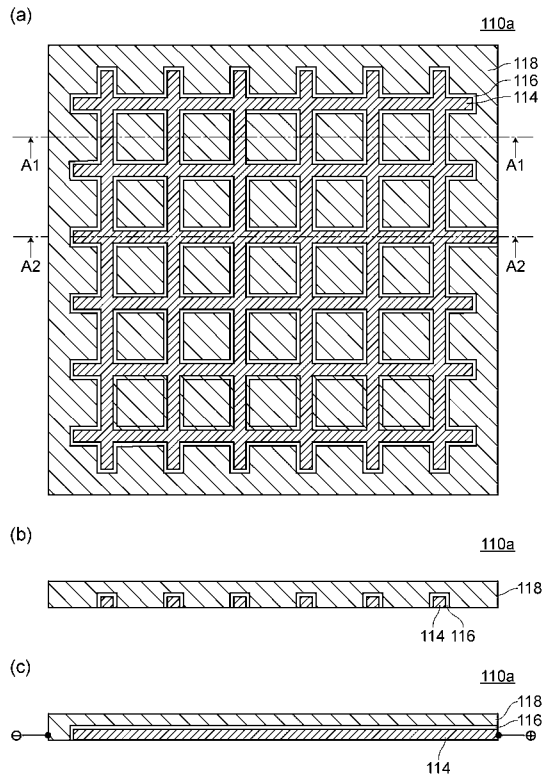
【図 3】



【図 4】



【 図 5 】

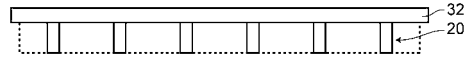


【 図 6 】

(a) 第 1 工程



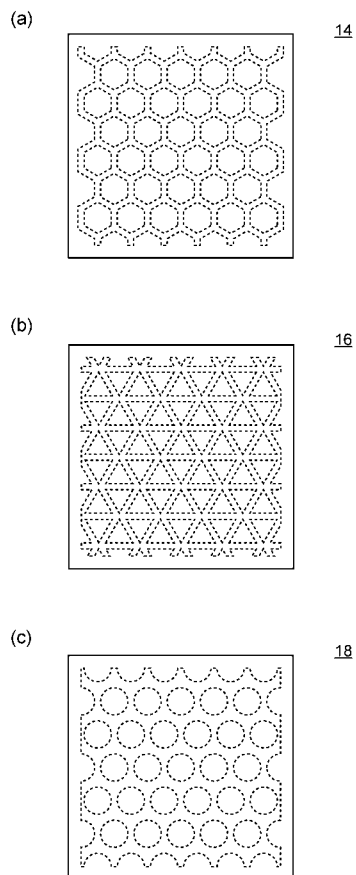
(b) 第 2 工程 (その 1)



(c) 第 2 工程 (その 2)



【 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	9/02		(2006.01)	
		H 0 1 G	9/00	3 0 1 C
		H 0 1 G	9/02	3 0 1

(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部内

(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部内

(72)発明者 金 圭梧

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部内

(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) 4L045 AA01 AA05 AA08 BA34 BA60 CA19 CB40 DA60

4L047 AB03 AB08 BA10 CA10 CB10 CC12 EA22

5E078 AA03 AA10 CA02 CA08 CA12 CA19

5H021 BB07 BB11 CC01 CC04 CC07 HH03 HH04