

(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2018-127745

(P2018-127745A)

(43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
DO1D 5/04 (2006.01)	DO1D 5/04	4LO45
DO4H 1/724 (2012.01)	DO4H 1/724	4LO47
DO4H 1/728 (2012.01)	DO4H 1/728	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-23435 (P2017-23435)
 (22) 出願日 平成29年2月10日 (2017.2.10)

(71) 出願人 504258527
 国立大学法人 鹿児島大学
 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
 (74) 代理人 100095407
 弁理士 木村 満
 (74) 代理人 100162259
 弁理士 末富 孝典
 (74) 代理人 100133592
 弁理士 山口 浩一
 (74) 代理人 100168114
 弁理士 山中 生太
 (72) 発明者 上田 岳彦
 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
 国立大学法人 鹿児島大学内

最終頁に続く

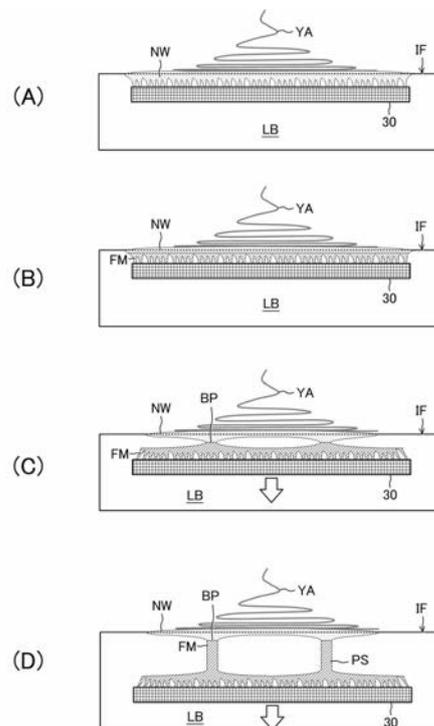
(54) 【発明の名称】 多孔質構造体製造方法及び多孔質構造体製造装置

(57) 【要約】

【課題】 得られる多孔質構造体の微視的及び巨視的な形態を柔軟に調整することができる製造技術を提供する。

【解決手段】 多孔質構造体製造方法は、多孔質構造体の原料とその原料の溶媒とを含む原料溶液よりなる糸条 Y A を、その溶媒が可溶で且つその原料の溶解度がその溶媒より小さい貧溶媒液 L B の気液界面 I F に向けて射出し、気液界面 I F に糸条 Y A よりなる集積物 N W を形成する集積物形成工程と、集積物 N W 中に溶媒が残留している間に、集積物 N W に外力を加えることにより、集積物 N W を貧溶媒液 L B 中で成形し、多孔質構造体 P S と成す成形工程とを有する。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

多孔質構造体の原料と前記原料の溶媒とを含む原料溶液を、前記溶媒が可溶で且つ前記原料の溶解度が前記溶媒より小さい貧溶媒液の気液界面に向けて射出し、前記気液界面又は前記貧溶媒液中に、前記原料と前記溶媒とを含む集積物を形成する集積物形成工程と、前記集積物中に前記溶媒が残留している間に、前記集積物に外力を加えることにより、前記集積物を前記貧溶媒液中で成形し、多孔質構造体と成す成形工程と、を有する、多孔質構造体製造方法。

【請求項 2】

前記集積物形成工程では、前記集積物を前記気液界面に形成し、
前記成形工程では、前記気液界面に形成された前記集積物の一部を、前記貧溶媒液中に引き込むことにより、前記集積物に前記外力として少なくとも引っ張り力を加える、
請求項 1 に記載の多孔質構造体製造方法。

10

【請求項 3】

前記気液界面への前記集積物の形成と、前記集積物の前記貧溶媒液中への引き込みとが連続的に行われるように、前記原料溶液を射出しつつ前記集積物の引き込みを行う、
請求項 2 に記載の多孔質構造体製造方法。

【請求項 4】

前記原料溶液を糸条が形成されるよう線状に射出すると共に、射出された前記糸条を被接合部材に接合させる事前工程、をさらに有し、
前記事前工程に続けて、前記原料溶液の射出を継続したまま、前記糸条よりなる前記集積物が前記気液界面に保持される速度で、前記被接合部材を前記貧溶媒液中に引き込むことにより、前記集積物の形成と、前記集積物の引き込みとを連続的に行う、
請求項 3 に記載の多孔質構造体製造方法。

20

【請求項 5】

前記原料溶液の射出が、電界紡糸法によって行われ、
前記被接合部材が、前記原料溶液を引きつけるクーロン引力が生じるように、前記原料溶液との間に電位差が形成される電極である、
請求項 4 に記載の多孔質構造体製造方法。

【請求項 6】

前記成形工程では、前記集積物の前記貧溶媒液中への引き込みを行いながら、その引き込みの速度を変化させる、
請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の多孔質構造体製造方法。

30

【請求項 7】

多孔質構造体の原料と前記原料の溶媒とを含む原料溶液が貯められるシリンジと、
前記シリンジに対向して配置され、前記溶媒が可溶で且つ前記原料の溶解度が前記溶媒より小さい貧溶媒液が貯められる液槽と、
前記貧溶媒液を介して前記シリンジと対向する位置に配置される電極と、
前記電極と前記シリンジとの間に電位差を与えることにより、前記シリンジから前記貧溶媒液の気液界面に向けて前記原料溶液を射出させる電源回路と、
前記原料溶液が前記気液界面に入射することにより前記液槽内に形成される集積物に対して、前記集積物中に前記溶媒が残留している間に外力を加えることにより、前記集積物を前記貧溶媒液中で成形する成形手段と、
を備える、多孔質構造体製造装置。

40

【請求項 8】

前記電極が、前記貧溶媒液中に配置され、
前記成形手段が、前記電極を前記貧溶媒液中で移動させる移動装置を有する、
請求項 7 に記載の多孔質構造体製造装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、多孔質構造体製造方法及び多孔質構造体製造装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 に開示されるように、電界紡糸法を用いて、浴液中に多孔質構造体を形成する技術が知られている。この技術では、高分子の溶液を浴液に向けて射出する。高分子の溶液に含まれる溶媒は浴液に至るまでに蒸発し、溶質として的高分子が浴液に入射する。この結果、高分子よりなる多孔質構造体が浴液中に形成される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 2 6 1 0 6 4 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 】

上記浴液は、得られる多孔質構造体の目詰まりを抑えるクッションの役割を果たすに過ぎず、特許文献 1 の製造技術では、得られる多孔質構造体の微視的及び巨視的な形態を柔軟に調整することができない。なお、本明細書において、多孔質とは、内部に空隙を有する形態一般を指し、不織布状の形態も含む概念とする。

【 0 0 0 5 】

20

本発明の目的は、得られる多孔質構造体の微視的及び巨視的な形態を柔軟に調整することができる製造技術を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために、本発明に係る多孔質構造体製造方法は、

多孔質構造体の原料と前記原料の溶媒とを含む原料溶液を、前記溶媒が可溶で且つ前記原料の溶解度が前記溶媒より小さい貧溶媒液の気液界面に向けて射出し、前記気液界面又は前記貧溶媒液中に、前記原料と前記溶媒とを含む集積物を形成する集積物形成工程と、

前記集積物中に前記溶媒が残留している間に、前記集積物に外力を加えることにより、前記集積物を前記貧溶媒液中で成形し、多孔質構造体と成す成形工程と、

30

を有する。

【 0 0 0 7 】

前記集積物形成工程では、前記集積物を前記気液界面に形成し、

前記成形工程では、前記気液界面に形成された前記集積物の一部を、前記貧溶媒液中に引き込むことにより、前記集積物に前記外力として少なくとも引っ張り力を加える、こととしてもよい。

【 0 0 0 8 】

前記気液界面への前記集積物の形成と、前記集積物の前記貧溶媒液中への引き込みとが連続的に行われるように、前記原料溶液を射出しつつ前記集積物の引き込みを行う、

こととしてもよい。

40

【 0 0 0 9 】

前記原料溶液を糸条が形成されるよう線状に射出すると共に、射出された前記糸条を被接合部材に接合させる事前工程、をさらに有し、

前記事前工程に続けて、前記原料溶液の射出を継続したまま、前記糸条よりなる前記集積物が前記気液界面に保持される速度で、前記被接合部材を前記貧溶媒液中に引き込むことにより、前記集積物の形成と、前記集積物の引き込みとを連続的に行う、

こととしてもよい。

【 0 0 1 0 】

前記原料溶液の射出が、電界紡糸法によって行われ、

前記被接合部材が、前記原料溶液を引きつけるクーロン引力が生じるように、前記原料

50

溶液との間に電位差が形成される電極であってもよい。

【0011】

前記成形工程では、前記集積物の前記貧溶媒液中への引き込みを行いながら、その引き込みの速度を変化させる、

こととしてもよい。

【0012】

本発明に係る多孔質構造体製造装置は、

多孔質構造体の原料と前記原料の溶媒とを含む原料溶液が貯められるシリンジと、

前記シリンジに対向して配置され、前記溶媒が可溶で且つ前記原料の溶解度が前記溶媒より小さい貧溶媒液が貯められる液槽と、

前記貧溶媒液を介して前記シリンジに対向する位置に配置される電極と、

前記電極と前記シリンジとの間に電位差を与えることにより、前記シリンジから前記貧溶媒液の気液界面に向けて前記原料溶液を射出させる電源回路と、

前記原料溶液が前記気液界面に入射することにより前記液槽内に形成される集積物に対して、前記集積物中に前記溶媒が残留している間に外力を加えることにより、前記集積物を前記貧溶媒液中で成形する成形手段と、

を備える。

【0013】

前記電極が、前記貧溶媒液中に配置され、

前記成形手段が、前記電極を前記貧溶媒液中で移動させる移動装置を有する、

こととしてもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、集積物中に溶媒が残留している間に集積物を成形するので、得られる多孔質構造体の微視的及び巨視的な形態を柔軟に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施形態に係る多孔質構造体製造装置の構成を示す概念図である。

【図2】実施形態に係る多孔質構造体の製造プロセスの全体の流れを示す概念図であり、(A)～(D)の順にプロセスが進行する様子を示す。

【図3】実施形態に係る多孔質構造体の製造プロセスの要部を示す概念図であり、(A)～(D)の順にプロセスが進行する様子を示す。

【図4】多孔質構造体の巨視的な形態を示す写真であり、(A)は実施例に係る多孔質構造体を示し、(B)は別の実施例に係る多孔質構造体を示し、(C)はさらに別の実施例に係る多孔質構造体を示す。

【図5】実施例に係る多孔質構造体の微視的な形態を示すSEM(Scanning Electron Microscope)写真であり、(A)は矢印の方向に引っ張り力を作用させた後の形態を示し、(B)は引っ張り力を作用させる前の形態を示す。

【図6】多孔質構造体の長さや電極の降下速度との関係を示すグラフである。

【図7】多孔質構造体の直径と電極の降下速度との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照し、本発明の一実施形態に係る多孔質構造体製造方法及び多孔質構造体製造装置について説明する。図中、同一又は対応する部分に同一の符号を付す。

【0017】

図1に示すように、本実施形態に係る多孔質構造体製造装置100は、原料溶液LAが貯められるシリンジ10と、シリンジ10の吐出口10aに対向して配置され、貧溶媒液LBが貯められる液槽20とを備える。

【0018】

原料溶液LAは、多孔質構造体の原料を溶媒に溶解してなる液体である。即ち、原料溶

10

20

30

40

50

液 L A は、多孔質構造体の原料と、その原料の溶媒とを含む。なお、原料溶液 L A は、多孔質構造体の原料及び溶媒以外の添加物を含んでもよい。

【 0 0 1 9 】

多孔質構造体の原料としては、例えば、コラーゲン、エラスチン、若しくはこれら以外の生体高分子、生体吸収性高分子、生分解性高分子、ポリグリコール酸、ポリウレタン系高分子、ポリアクリル酸エステル系ニトリル、ポリアクリルニトリル、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニル、6 - ナイロン、6 , 6 - ナイロン、全芳香族ポリアミド高分子、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリビニルピロリドン、アクリル、シクロオレフィン高分子、ポリ乳酸、キチンといった高分子、又はこれらの共重合体若しくは混合物を使用できる。

10

【 0 0 2 0 】

溶媒としては、用いる多孔質構造体の原料に応じて、例えば、水、エタノール、メタノール、プロパノール、ケトン、アセトン、ヘキサン、トルエン、ベンゼン、キシレン、フェノール、ジオキサン、アニリン、ホルムアルデヒド、ホルムアミド、アセトアルデヒド、蟻酸、酢酸、硫酸、塩酸、ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、エチルメチルエーテル、テトラヒドロフラン、酢酸エチル、ジメチルスルホキシド、トリクロロメタン、N - メチルピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、各種のイオン液体、又はこれらの混合物を使用できる。

【 0 0 2 1 】

貧溶媒液 L B は、上記溶媒が可溶であり且つ上記多孔質構造体の原料の溶解度が上記溶媒より小さいことを必須要件とする液体である。

20

【 0 0 2 2 】

貧溶媒液 L B には、誘電率が高い液体、具体的には、空気よりも比誘電率が高い液体、即ち比誘電率が 1 . 0 0 0 5 9 以上の液体を用いることが好ましい。より具体的には、貧溶媒液 L B の比誘電率は、例えば 1 0 以上であることが好ましい。このような観点から、貧溶媒液 L B として、ピリジン、アセトン、アセトアルデヒド、アルコール、アセトニトリル、N , N - ジメチルホルムアミド、エチレングリコール、トリフルオロ酢酸、グリセリン、ジメチルスルホキシド、ギ酸、ホルムアミド、若しくはこれらと水との混合溶媒、電解質の水溶液、各種のイオン液体、又は水が例示される。また、貧溶媒液 L B として、シアン化水素や水銀等も用いられうる。

30

【 0 0 2 3 】

また、貧溶媒液 L B には、表面張力の大きな液体を用いることが好ましい。具体的には、貧溶媒液 L B の表面張力は、用いる原料溶液 L A の表面張力以上であることが好ましい。表面張力が大きいという観点からは、貧溶媒液 L B として、例えば、水、N , N - ジメチルホルムアミド、o - トルイジン、p - ニトロアニソール、o - ニトロトルエン、アニリン、ニトロベンゼン、ジメチルスルホキシド、エチレングリコール、キノリン、o - ニトロアニソール、p - ニトロフェノール、グリセリン、又はこれらと水との混合溶媒が例示される。

【 0 0 2 4 】

なお、上記必須要件を満たすと共に、誘電率が高く、且つ表面張力が大きい貧溶媒液 L B としては、例えば、水やその電解質溶液、グリセリン、ジメチルスルホキシド、エチレングリコール、o - ニトロアニソール、各種のイオン液体等が挙げられる。

40

【 0 0 2 5 】

また、多孔質構造体製造装置 1 0 0 は、電界紡糸法によって、原料溶液 L A を貧溶媒液 L B に射出させる機構を有する。即ち、多孔質構造体製造装置 1 0 0 は、貧溶媒液 L B を介してシリンジ 1 0 と対向する位置、具体的には、貧溶媒液 L B 中に配置される電極 3 0 と、電極 3 0 - シリンジ 1 0 間に電位差を与える電源回路 4 0 とを備える。

【 0 0 2 6 】

電極 3 0 は、金属よりなる網状の板体で構成されており、貧溶媒液 L B の気液界面 I F と略平行な姿勢で、貧溶媒液 L B 中に配置される。

50

【 0 0 2 7 】

また、多孔質構造体製造装置 1 0 0 は、得られる多孔質構造体の微視的及び巨視的な形態を調整するために、電極 3 0 を貧溶媒液 L B 中で移動させる移動装置 5 0 も備える。

【 0 0 2 8 】

移動装置 5 0 は、電極 3 0 につながれた支持棒 5 1 と、支持棒 5 1 をその長さ方向に昇降させる昇降機構 5 2 とを有する。昇降機構 5 2 は、液槽 2 0 の外部、具体的には液槽 2 0 の下方に配置されている。支持棒 5 1 は、昇降機構 5 2 から、液槽 2 0 の底面を貫通して液槽 2 0 内に進入し、電極 3 0 につながれている。なお、支持棒 5 1 は、電源回路 4 0 と電極 3 0 とを電氣的に接続する役割も担っている。

【 0 0 2 9 】

液槽 2 0 の底面における支持棒 5 1 が貫通する部分は、シール部材 5 3 によって液密性が保たれている。昇降機構 5 2 が支持棒 5 1 を昇降させたとき、シール部材 5 3 において貧溶媒液 L B の漏れを防止する液密性が保たれた状態で、支持棒 5 1 がシール部材 5 3 に対して摺動する。

【 0 0 3 0 】

以下、上述した多孔質構造体製造装置 1 0 0 を用いた多孔質構造体製造方法について説明する。

【 0 0 3 1 】

予め、昇降機構 5 2 によって、電極 3 0 の表面を気液界面 I F より上方に位置させた状態で、電源回路 4 0 によって、電極 3 0 とシリンジ 1 0 との間への電位差の印加を開始する。すると、まずシリンジ 1 0 の吐出口 1 0 a の部分に、テイラーコーンと呼ばれる、原料溶液 L A の液だまりが形成される。

【 0 0 3 2 】

テイラーコーンへの電荷の蓄積が進行し、蓄積した電荷間の斥力がテイラーコーンの表面張力を上回ったとき、帯電した原料溶液 L A が、糸条 Y A を形成するように、シリンジ 1 0 の吐出口 1 0 a から線状に射出される。

【 0 0 3 3 】

以降、多孔質構造体の製造を終えるまで、糸条 Y A の射出が継続される。シリンジ 1 0 が空にならないように、適宜に原料溶液 L A がシリンジ 1 0 に補充される。以下、図 2 を参照し、多孔質構造体の成長プロセスの全体の流れを説明する。図 2 (A) から (D) の順にプロセスが進行する。

【 0 0 3 4 】

図 2 (A) に示すように、射出された糸条 Y A は、この糸条 Y A と逆の極性に帯電した電極 3 0 へとクーロン引力によって引き付けられ、電極 3 0 の表面に入射する。電極 3 0 の表面に入射した糸条 Y A は、クーロン引力によって電極 3 0 と接合する。なお、上述したように、このとき電極 3 0 の表面は、気液界面 I F より上方に位置している。

【 0 0 3 5 】

図 2 (B) に示すように、電極 3 0 上にある程度の糸条 Y A が堆積すると、糸条 Y A によって集積物 N W が構成される。本実施形態においては、集積物 N W は、平面視でほぼ円形をなしている。

【 0 0 3 6 】

なお、集積物 N W 中には、原料溶液 L A 中の溶媒がまだ残留している。つまり、糸条 Y A が電極 3 0 に至る過程で、糸条 Y A から溶媒が蒸発するが、本実施形態では、溶媒が完全に蒸発してしまわないように、即ち、溶媒を含んだ集積物 N W が形成されるように、図 1 に示すシリンジ 1 0 の吐出口 1 0 a の口径や、吐出口 1 0 a と気液界面 I F との間隔や、電源回路 4 0 による印加電圧等の条件が調整される。

【 0 0 3 7 】

そして、図 2 (B) に示したように、電極 3 0 上に集積物 N W が構成されたタイミングで、図 1 に示した昇降機構 5 2 が、電極 3 0 の貧溶媒液 L B 中への引き込みを開始する。以降、昇降機構 5 2 によって電極 3 0 の降下が継続される。

10

20

30

40

50

【0038】

図2(C)に示すように、絶えず入射する糸条YAによって集積物NWを構成しつつ、集積物NWの一部を電極30と共に貧溶媒液LB中に引き込むことで、集積物NWと電極30との間に、中空管状の多孔質構造体PSが形成される。多孔質構造体PSは、集積物NWから溶媒が逸散したものよりなる。

【0039】

図2(D)に示すように、多孔質構造体PSは、電極30の引き込みと共に、液槽20の深さ方向に成長してゆく。以下、図2(B)から(C)へ移行する過程で多孔質構造体PSが形成されるメカニズムについて、図3を参照して詳細に説明する。図3(A)から(D)の順にプロセスが進行する。

10

【0040】

図3(A)に示すように、集積物NWが堆積した電極30が、気液界面IFより僅か下方に引き込まれたとき、集積物NWの一部が貧溶媒液LBに浸漬する。なお、上述したように、集積物NW中には、原料溶液LA中の溶媒が残留している。

【0041】

集積物NW中の溶媒は、貧溶媒液LBに対して可溶であるため、集積物NWから貧溶媒液LBへの溶媒の逸散が進行する。また、集積物NWから溶媒が消失するまでの間に、貧溶媒液LB中で集積物NWを構成する糸条YA同士の架橋が進行する。集積物NWにおいて溶媒の濃度が低下した部分は、相対的に可塑性が小さくなる。

20

【0042】

図3(B)に、溶媒の逸散によって相対的に可塑性が小さくなった部分(以下、低可塑性部という。)FMが形成された集積物NWを示す。貧溶媒液LBに浸漬している時間が長い程、溶媒の逸散が進行するため、低可塑性部FMは、集積物NWの表層以外の、電極30と接合している部分に形成される。なお、図3(B)では、理解を容易にするために、低可塑性部FMにハッチングを付したが、低可塑性部FMの境界は必ずしも明確ではない。

【0043】

図3(C)に示すように、低可塑性部FMが接合された電極30を貧溶媒液LB中に引き込むと、集積物NWの低可塑性部FM以外の表層部分と、低可塑性部FMとが、貧溶媒液LBの深さ方向に分離し、両者はリング状の境界部分BPのみでつながるようになる。これは、集積物NWにおける低可塑性部FM以外の表層部分は、浮力と貧溶媒液LBの表面張力とによって気液界面IFにとどまろうとする一方、低可塑性部FMは、電極30と接合しているため、電極30と共に下方に引きずられるためである。

30

【0044】

低可塑性部FMが電極30と共に下方に引きずられる過程で、集積物NWにおける低可塑性部FM以外の表層部分と低可塑性部FMとの境界や、低可塑性部FMに、引っ張り力が作用し、これらが塑性変形する。つまり、低可塑性部FMが成形される。

【0045】

図3(D)に示すように、集積物NWにおける低可塑性部FM以外の表層部分と、低可塑性部FMとが完全には分離せずに、両者間のリング状の境界部分BPが維持されると共に、浮力と貧溶媒液LBの表面張力とによって、集積物NWにおける低可塑性部FM以外の表層部分が気液界面IFに保持され、且つ電極30と低可塑性部FMとの接合、及び低可塑性部FMの組織の連続性が保たれる速度で、電極30が降下する。これにより、低可塑性部FMよりなる中空管状体が液槽20の深さ方向に成長する。低可塑性部FMから溶媒が逸散すると、低可塑性部FMが固化し、多孔質構造体PSと成る。

40

【0046】

以上説明したように、本実施形態では、糸条YAよりなる集積物NWを電極30に接合させる事前工程に続けて、糸条YAの射出を継続したまま、集積物NWが気液界面IFに保持される速度で、電極30を貧溶媒液LB中に引き込む。これにより、気液界面IFに集積物NWを形成する集積物形成工程と、集積物NW中に溶媒が残留している間に、集積

50

物NWの低可塑性部FMに引っ張り力を加えることで、低可塑性部FMを貧溶媒液LB中で成形し、多孔質構造体PSと成す成形工程とを連続的に行う。

【0047】

このように、集積物NWの低可塑性部FM中に溶媒が残留している間に、集積物NWの低可塑性部FMを成形することで、得られる多孔質構造体PSの微視的及び巨視的な形態を柔軟に調整することができる。

【0048】

ここで、巨視的形態とは、多孔質構造体PSの全体としての形態を指す。具体的には、本実施形態では、低可塑性部FMが形成された集積物NWに引っ張り力を加えて、集積物NWを成形したことで、多孔質構造体PSの巨視的な形態を中空管状に調整することができた。

10

【0049】

また、微視的形態とは、多孔質構造体PSの組織の形態を指す。具体的には、本実施形態では、低可塑性部FMに引っ張り力を加えたことで、その引っ張り力が作用する方向に引き伸ばされた形状の空隙を有する多孔質構造体PSを形成できる。また、低可塑性部FMにおける架橋の進行度合いによっても、多孔質構造体PSの微視的形態を調整できる。架橋の進行度合いは、電極30の引き込みの開始のタイミングや、電極30の降下速度や、原料溶液LA又は貧溶媒液LBの成分構成によって制御できる。

【0050】

また、本実施形態では、集積物NWを気液界面IFに保持させたので、電極30を降下させるだけで、多孔質構造体PSの微視的及び巨視的な形態を制御するための引っ張り力を低可塑性部FMに与えることができた。集積物NWを気液界面IFにとどめることは、図1に示すシリンジ10の吐出口10aの口径や、吐出口10aと気液界面IFとの間隔や、電源回路40による印加電圧や、電極30の降下速度等の条件の調整によって実現できることは当業者に理解できるであろう。

20

【0051】

また、本実施形態では、貧溶媒液LBとして表面張力が高いものを用いることで、糸条YAが気液界面IFを貫通しにくくなるため、容易に集積物NWを気液界面IFにとどめることができる。

【0052】

また、本実施形態では、貧溶媒液LBとして高い誘電率を有するものを用いることで、貧溶媒液LB中では電場が弱められる結果、気液界面IFと電極30との間の電場が、気液界面IFとシリンジ10との間の電場よりも著しく小さくなる。このことも、糸条YAが気液界面IFを貫通することを抑制し、集積物NWを気液界面IFにとどめることに役立っている。

30

【0053】

以下、多孔質構造体PSを具体的に製造した実施例について説明する。

【0054】

多孔質構造体PSの原料としてのポリメタクリル酸メチルを、溶媒としての1,4ジオキサンに溶解してなる濃度8.0質量%の原料溶液LAを準備した。貧溶媒液LBには、水を用いた。そして、図1に示す多孔質構造体製造装置100によって、原料溶液LAを貧溶媒液LBに射出させつつ、図2及び図3に示した要領で電極30を降下させた。

40

【0055】

この結果、図4(A)に示すように、中空管状の多孔質構造体PSが製造されることが確認された。また、多孔質構造体PSの微視的な組織を調べたところ、電極30の降下に伴う引っ張り力を与えたことで、図5(B)に示す多孔質な組織が、図5(A)に示すように調整されることが確認された。即ち、引っ張り力を加えることで、組織中の空隙が特に引っ張り力を与えた方向に大きくなる。なお、図5(A)中の矢印が、引っ張り力を与えた方向を示す。

【0056】

50

また、電極 30 の降下速度と得られる多孔質構造体 P S の長さとの関係、及び電極 30 の降下速度と得られる多孔質構造体 P S の直径との関係を調べた。これらの結果を図 6 と図 7 に示す。図 6 と図 7 において、原料溶液 L A の吐出速度を 6.111×10^{-5} [ml/sec] とした場合のプロットを丸印で示し、原料溶液 L A の吐出速度を 1.222×10^{-4} [ml/sec] とした場合のプロットを三角印で示し、原料溶液 L A の吐出速度を 1.83×10^{-4} [ml/sec] とした場合のプロットを四角印で示す。

【0057】

図 6 に示すように、得られる多孔質構造体 P S の長さは、電極 30 の降下速度にほぼ比例する。従って、電極 30 の降下速度によって多孔質構造体 P S の長さを調整できる。また、図 7 に示すように、得られる多孔質構造体 P S の直径も、電極 30 の降下速度にほぼ比例する。従って、電極 30 の降下速度によって多孔質構造体 P S の直径を調整できる。つまり、図 2 及び図 3 に示した集積物 N W の貧溶媒液 L B 中への引き込みを行いながら、その引き込みの速度を変化させることで、長さ方向の位置によって直径が異なる多孔質構造体 P S を得ることができる。

10

【0058】

実際、図 4 (B) に示すように、電極 30 の降下速度を相対的に高めることで、直径が相対的に小さいくびれ部 P S a を形成できた。また、図 4 (C) に示すように、電極 30 の降下速度を連続的に変化させることで、球面状をなす球面状部 P S b を形成することもできた。このように、得られる多孔質構造体 P S の巨視的な形態を、電極 30 の降下速度によって調整できることが確認された。

20

【0059】

以上、本発明の実施形態と実施例について説明したが、本発明はこれらに限られない。例えば、以下の変形も可能である。

【0060】

上記実施形態及び実施例では、多孔質構造体 P S の巨視的な形態を中空管状に調整した例を示したが、巨視的な形態はこれに限られない。例えば、内部に巨視的な意味での中空部を有する袋状等の閉曲面状の多孔質構造体を形成することもできるし、内部に巨視的な意味での中空部のない形状の多孔質構造体を得ることもできる。

【0061】

上記実施形態及び実施例では、集積物 N W に引っ張り力を加えたが、集積物 N W に加える外力は、引っ張り力に限られない。貧溶媒液 L B と電極 30 との相対移動によって、集積物 N W に任意の力を与えることができる。例えば、貧溶媒液 L B 中で電極 30 を上昇させることで、集積物 N W に圧縮力やせん断力を与えることもできる。

30

【0062】

上記実施形態及び実施例では、貧溶媒液 L B の気液界面 I F に集積物 N W を形成したが、貧溶媒液 L B の内部に集積物 N W を形成し、これを貧溶媒液 L B 中で成形してもよい。また、上記実施形態及び実施例では、電界紡糸法を用いたが、電界紡糸法を用いずに、例えば機械的な圧力によって、原料溶液 L A を貧溶媒液 L B に射出させてもよい。

【0063】

以下、上記実施形態によって得られる多孔質構造体の用途について、例示的に述べる。多孔質構造体は、例えば、培養する細胞を固定するためのスキャホルドとして使用できる。本実施形態では、得られる多孔質構造体の微視的及び巨視的な形態を柔軟に制御できるため、血管として再生するための管状のスキャホルドや、腸管や心臓や肺等の臓器の形状を有するスキャホルドを構成できる。複数の多孔質構造体をビルディングブロックとして組み合わせることで、所望形状のスキャホルドと成してもよい。

40

【0064】

得られる多孔質構造体が十分な通気率を有するように、多孔質構造体の微視的な形態を調整することで、スキャホルドとして使用した場合に、深部まで十分に物質を循環させることができる。このため、深部に固定された細胞に対しても十分な栄養と酸素の供給が可能であり、深部の細胞が飢餓又は窒息状態に陥りにくい。

50

【 0 0 6 5 】

この他、上記実施形態によって得られる多孔質構造体は、薬剤徐放性カプセル、生成物から微生物の分離を必要としない微生物発酵反応槽の構成等、医学・薬学・醗酵工学への応用が可能である。

【 0 0 6 6 】

本発明は、その広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な変形が可能とされる。上記実施形態及び上記実施例は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。本発明の範囲は、上記実施形態及び上記実施例ではなく、特許請求の範囲によって示される。

【 符号の説明 】

10

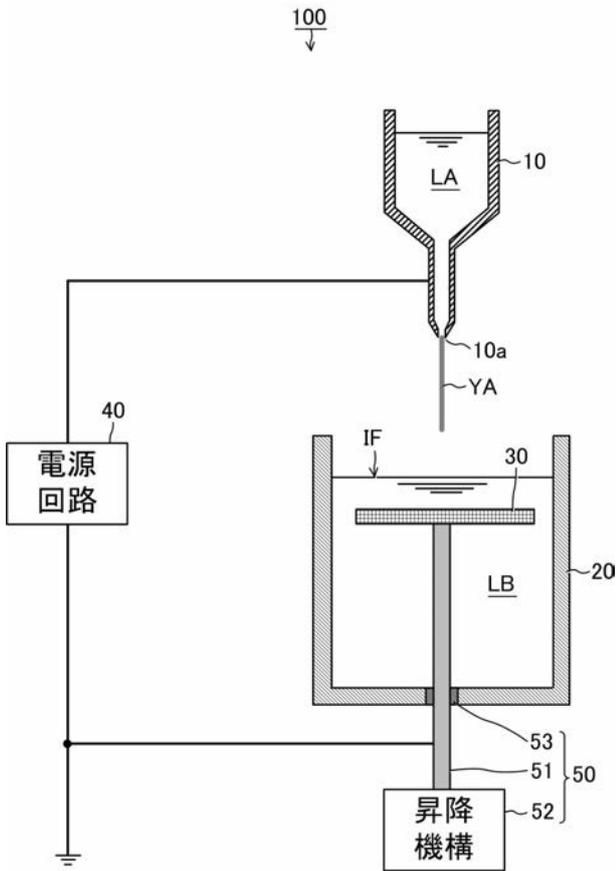
【 0 0 6 7 】

- 1 0 ... シリンジ、
- 1 0 a ... 吐出口、
- 2 0 ... 液槽、
- 3 0 ... 電極（被接合部材）、
- 4 0 ... 電源回路、
- 5 0 ... 移動装置、
- 5 1 ... 支持棒、
- 5 2 ... 昇降機構、
- 5 3 ... シール部材、
- 1 0 0 ... 多孔質構造体製造装置、
- L A ... 原料溶液、
- L B ... 貧溶媒液、
- I F ... 気液界面、
- N W ... 集積物、
- B P ... 境界部分、
- P S ... 多孔質構造体、
- P S a ... くびれ部、
- P S b ... 球面状部、
- F M ... 低可塑性部、
- Y A ... 糸条。

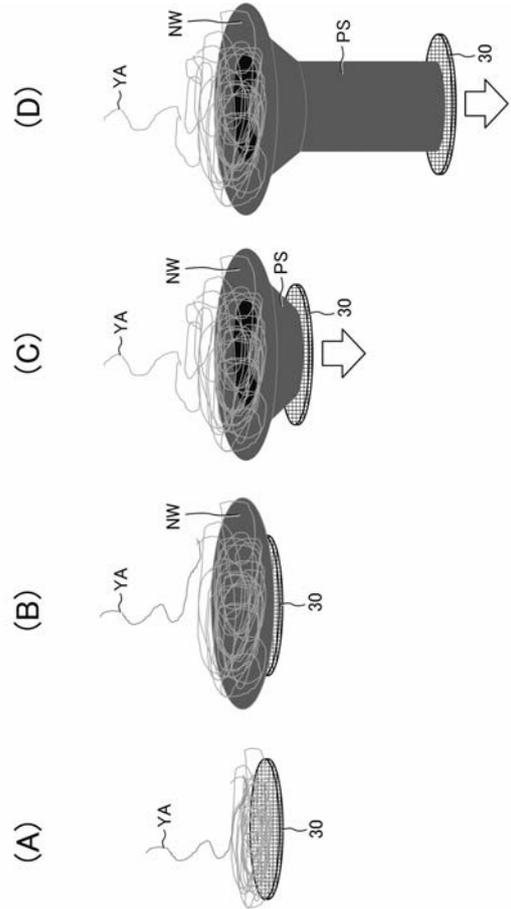
20

30

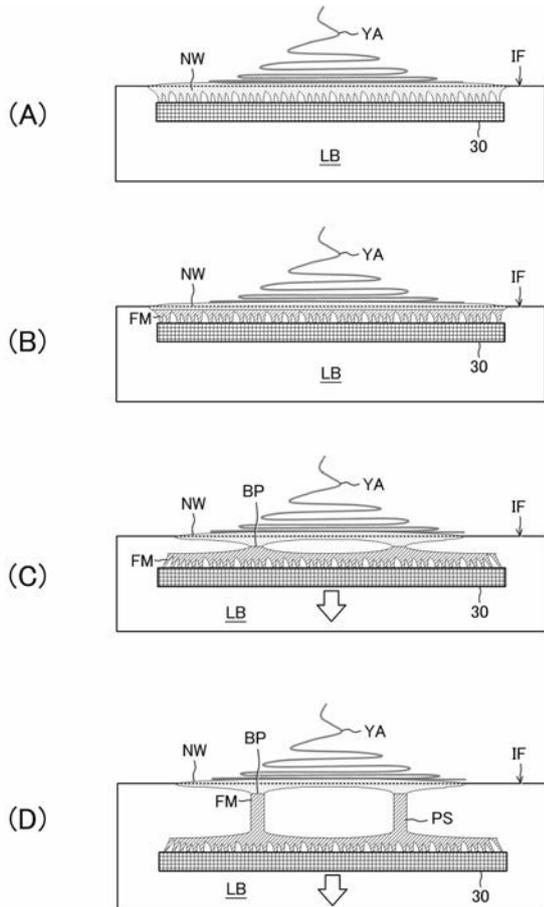
【 図 1 】



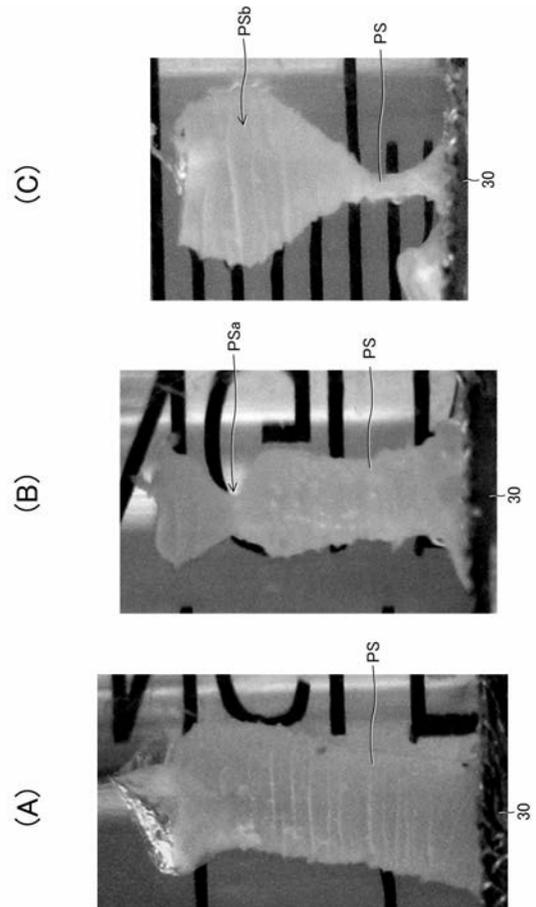
【 図 2 】



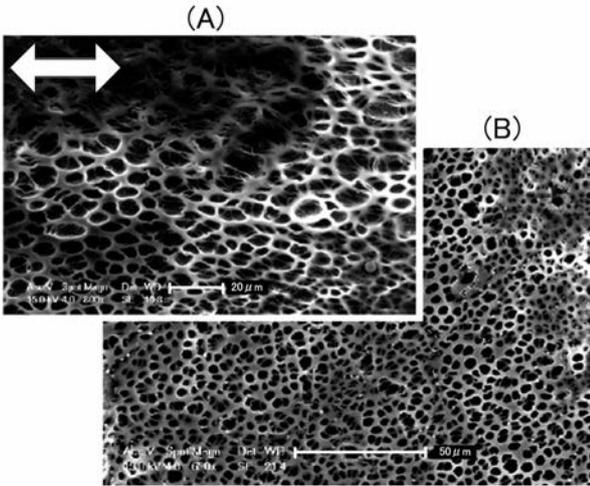
【 図 3 】



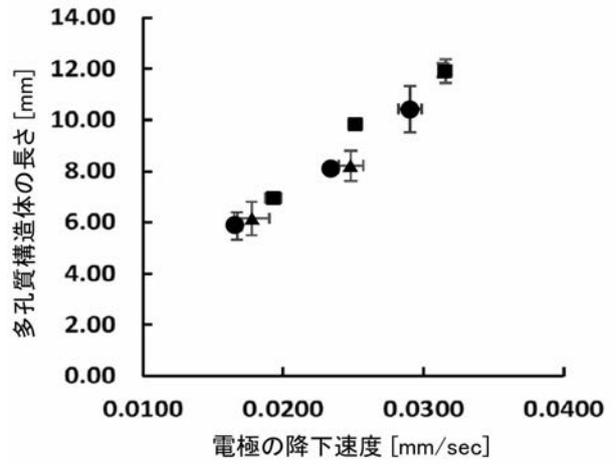
【 図 4 】



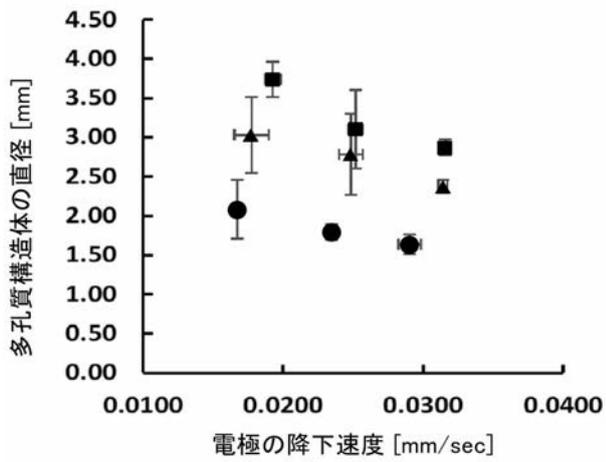
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4L045 AA01 AA08 BA34 CA19 CB40 DA60
4L047 AA11 AB08 BA08 BA10 EA22