

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6604746号
(P6604746)

(45) 発行日 令和1年11月13日 (2019. 11. 13)

(24) 登録日 令和1年10月25日 (2019. 10. 25)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 M 1/18 (2006. 01)	A 6 1 M 1/18 5 1 0
B 0 1 D 63/02 (2006. 01)	B 0 1 D 63/02
B 0 1 D 61/28 (2006. 01)	B 0 1 D 61/28
B 0 1 D 69/00 (2006. 01)	B 0 1 D 69/00
B 0 1 D 69/08 (2006. 01)	B 0 1 D 69/08

請求項の数 11 外国語出願 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-107750 (P2015-107750)	(73) 特許権者	515143739
(22) 出願日	平成27年5月27日 (2015. 5. 27)		ビー. ブラウン アビタム アーゲー
(65) 公開番号	特開2016-2460 (P2016-2460A)		B. BRAUN AVITUM AG
(43) 公開日	平成28年1月12日 (2016. 1. 12)		ドイツ連邦共和国 34212 メルズン
審査請求日	平成30年5月7日 (2018. 5. 7)		ゲン シュヴァルツェンベルガー ヴェー
(31) 優先権主張番号	10 2014 108 230.3		グ 73-79
(32) 優先日	平成26年6月12日 (2014. 6. 12)		Schwarzenberger Weg
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		73-79, 34212 Melsu
			ngen, Germany
		(74) 代理人	110000110
			特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	ヘンリク ウォルフ
			ドイツ連邦共和国 37213 ヴィッツ
			ェンハウゼン フォア デア シャンツェ
			22
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空糸の束を備える透析器およびその中空糸の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中空糸の束が収容されている透析器ケーシングを備え、その各中空糸が、最大で中分子物質を通過させる細孔を含む、患者の体外血液処置用の透析器であって、

前記中空糸の内面における細孔サイズの分布が、 e^{-Kx} 関数に従うものであり、

前記 e^{-Kx} 関数の指数係数 (K) の逆数値は、少なくとも 30 nm^2 であることを特徴とする透析器。

【請求項 2】

前記細孔サイズは、少なくとも 30 nm^2 であることを特徴とする、請求項 1 に記載の透析器。

【請求項 3】

前記中空糸は、 $1 \mu\text{m}^2$ 当たり少なくとも 50 個の細孔を含むことを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の透析器。

【請求項 4】

前記中空糸の前記内面または血液接触面における有効流路面積の占有率は、少なくとも 2.5% であることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の透析器。

【請求項 5】

ポリマー溶液および沈殿剤から請求項 1～4 のいずれか一項に記載の前記透析器の中空糸を製造する方法であって、

a) 前記ポリマー溶液の選択された製造パラメータを事前設定するステップと、

b) ノズル内で中空糸成形体を製造するステップであって、前記ノズル内で、前記沈殿剤が前記ポリマー溶液からなる環の中に所定濃度で注入される、ステップと、
c) 調整された水槽内で前記中空糸を沈殿させるステップと、
d) 前記中空糸を、偏向ローラを介して水洗槽を通るように誘導するステップと、
e) 前記洗浄槽において、前記中空糸を洗浄して前記沈殿工程の残留物を除去するステップと、
f) 前記純粋な中空糸を乾燥させるステップと、
g) 前記中空糸をコイルに巻回するステップと、
h) 前記中空糸の特徴、すなわち、細孔サイズおよび細孔密度とともに、細孔サイズ分布および有効流路面積を検査するステップと、
i) 前記本中空糸の特徴を、体外血液処置に最適な所望の中空糸の特徴および／又は前記中空糸の特徴の定格範囲とそれぞれ比較し、必要な場合に、前記選択された製造パラメータ、好ましくは前記ポリマー溶液の設定を、前記所望の中空糸の特徴に近づく／それが達成されるまで、または前記本中空糸の特徴が前記中空糸の特徴の前記定格範囲内になるまで再調整するステップと、
を含む方法。

10

【請求項 6】

前記中空糸を製造するためのポリマーが、疎水性成分としてのポリスルホンを含み、前記中空糸を製造するためのポリマーが、親水性成分としてポリビニルピロリドン (PVP)を含むことを特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

20

【請求項 7】

親水性ポリマーに対する疎水性ポリマーの比が、製造パラメータとして所定値および／または分析的に定義された値に設定されることを特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記中空糸を前記コイルに複数層で巻回するステップを特徴とする、請求項 5 ～ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

電子顕微鏡により、前記中空糸の前記細孔サイズおよび前記中空糸の内面のさらなるパラメータを求めるステップを特徴とする、請求項 5 ～ 8 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 10】

電子顕微鏡により、膜の細孔サイズおよび前記中空糸の内面のパラメータを求めるステップは、

中空糸を液体窒素において急速凍結させることと、

前記中空糸の前記内面を露出させるように前記中空糸を破断することと、

前記電子顕微鏡の電子ビームが前記内面に入射するように、前記中空糸を物体支持体の上で位置合せすることと、

を含むことを特徴とする、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記細孔サイズをヒストグラムに適用し、前記細孔サイズの分布に対して前記 e - 関数を適合させるステップと、

40

$1 \mu\text{m}^2$ 当りの細孔の数、全細孔サイズの合計および膜表面積の関数として前記膜の内側の有効流路面積を確立するステップと、

を特徴とする、請求項 5 ～ 10 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、中空糸の束を備える透析器とその中空糸の製造方法とに関する。

【背景技術】**【0002】**

中空糸の製造、およびそれを透析用の膜にするさらなる処理は、基本的に、たとえば非

50

特許文献1から知られている。したがって、中空糸紡糸は、6つの基本処理工程で実施される。この製造工程を、基本的に図1に示す。

【0003】

したがって、第1のかつ最も重要な部分工程は、中空糸成形体を製造することにある。これは、混合ノズルまたは環状ノズル内で行われ、そこでは、環状ノズルの長手方向において環状ノズルの中心を流れる沈殿剤が、環状ノズルから軸方向に流れ出るように、ポリスルホン等のポリマー溶液の環（環状流）の中に注入される。第2の部分工程は、ポリマー膜の実際の沈殿であり、それは、ノズルの軸方向下方の調整された水槽内で行われる。次の工程では、結果として得られた中空糸が、偏向ローラを介して水洗槽を通るように誘導され、水洗槽では、沈殿工程の残留物が除去されるように水洗いされ、それにより、続く乾燥の部分工程において、純粋な中空糸のみが処理される。最後に、中空糸は、蓄積され、透析器表面に対応する繊維の数に達するまで、コイルに巻回される。フィルタ製造のために、繊維束は、コイルに巻回された中空糸から切り出され、透析器ケーシングに取り付けられるように処理される。

10

【0004】

従来技術

従来技術では、特に、中分子クリアランスの改善を達成するように、選択された膜パラメータによって透析器の流れ特性および圧力特性の最適化が試みられている。

【0005】

特許文献1から、一般に、体外血液処理のための装置および方法が知られている。ここでは、透析器を通る透析液の流れを部分的に阻止するように、透析器内に流れ抵抗が設けられる。その結果、流れ抵抗の上方の透析液の圧力が、透析液の非線形圧力プロファイルを生成するのに十分となる。このように、単独の透析器によって、患者の血液から大量の水分量を除去することができる。

20

【0006】

特許文献2は、ケーシング内に複数の中空糸の束を有する透析器を記載している。透析液は、透析器ケーシングの軸方向入口から繊維束を通して透析器ケーシングの軸方向反対側の出口まで流れるが、患者の血液は、向流の原理に従って透析器ケーシング内で中空糸の軸方向の外側に流れる。透析器ケーシング内で、繊維束は、入口と流体連通し、かつ繊維束の周囲にわたって広がる、繊維束に設けられた複数の長手方向溝から構成されている

30

【0007】

特許文献3から、中空糸束が設けられている略円筒状ケーシングを含む透析器が知られている。中空糸束は、特に熱収縮性チューブに配置されている。

【0008】

特許文献4から、中空糸、中空糸束とともに、それらから作製されたフィルタとそれらを製造する方法とが知られている。中空糸は、流れ抵抗としての狭窄部を有している。

【0009】

（特許文献5）から、さらに、改善された血液透析のための装置および方法が知られている。この文献によれば、血液透析膜として1つまたは複数のナノ細孔チューブが使用される。これらのチューブは、平均細孔径がおよそ5nm～10nmであるナノ細孔壁構造によって製造されるように適合されている。従来技術では、透析膜の細孔サイズは、膜のスクリーニング特性を確立することによって間接的に確立される。これに関連して、細孔サイズは準正規分布に従うものと想定される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許第5730712A号明細書

【特許文献2】欧州特許出願公開第1406685A1号明細書（国際公開第02/098490号パンフレット）

50

【特許文献3】欧州特許出願公開第1344542A1号明細書

【特許文献4】独国特許出願公開第102007009208A1号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2007/0119781A1号明細書

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】Uhlenbusch-Koerwer, I.; Bonnie-Schorn, E.; Grassmann, A. & Vienken, J. (Ed.) "Understanding Membranes and Dialyzers", Pabst Science Publishers, 2004

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、従来技術において実験的に開発された中空糸膜は、特に、以下の欠点を示す。

【0013】

1. これまで既知の中空糸膜は、体外血液処理用の透析器として適用されることに對して最適化されていない。ハイフラックス透析器の場合、中空糸膜の細孔径は6nm未満であり、細孔サイズは30nm²未満であり、ハイカットオフ透析器の場合、細孔径は10nm未満であり、細孔サイズは80nm²未満である。本発明によれば、これらの値は、中分子物質の浄化には最適ではないことが分かった。

20

【0014】

2. 従来技術では、さらに、中空糸膜の判断（性能評価）中、膜の細孔密度も有効流路面積も考慮されない。

【0015】

ポリスルホン中空糸膜を含み、かつ、他の点では等しいパラメータを有する透析器を比較すると、以下の結果となる。

【0016】

【表1】

	透析器 1	透析器 2	透析器 3
細孔サイズ nm ²	87	164	183
細孔 / μm ²	62	126	122
有効流路面積 / %	1.32	2.84	3.21
血流量 300 ml/min でのシトク ロムCクリアラン ス / ml/min	100	127	140

30

40

【0017】

ここでは、最適化された膜パラメータを有する、例示した透析器1～透析器3による実施形態により、シトクロムCの輸送が促進されることが明らかに分かる。すなわち、透析器クリアランスは、概して、有効流路面積の増大とともに増大する。

【0018】

しかしながら、本発明によれば、透析の際、500Daを超え60kDa未満の物質の

50

輸送に対する低い流れ抵抗を達成することができ、同時に、好ましくは、60 kDaを超える物質の輸送に対して高い流れ抵抗が確保される、細孔数および細孔サイズ分布を有する膜が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0019】

したがって、本発明の目的は、細孔構造および細孔の特徴の各々が、透析（特に、体外血液処理）に用いられる中空糸膜フィルタの要件に、より適切に調整されるようにする品質制御を含む中空糸膜、及びそれを製造する方法を提供することである。

【0020】

この目的は、請求項1に記載の中空糸を備える透析器と、請求項5に記載のこうした中空糸を製造する方法とによって達成される。本発明の好ましい実施形態は、それぞれの従属請求項の主題である。

【0021】

原則として、本発明は以下の手法に基づく。

【0022】

本発明による中空糸の製造中、親水性ポリマーに対する疎水性ポリマーの比のような、本発明によって選択された製造パラメータが、好ましくは実験的に（または「試行錯誤」による方法によって）調整または設定され、こうした調整／設定により、本発明による特徴を有する（透析膜として使用されるために最適化された）中空糸がもたらされる。透析膜の特徴は、好ましくは、

- 細孔サイズ分布のタイプおよび／または
- 細孔サイズおよび／または
- $1/\text{mm}^2$ での細孔密度および／または
- 膜表面積の％での膜の有効流路面積

である。

【0023】

膜の品質を、中空糸を製造／紡糸した直後にその特性に対して検査することができ、それにより、このように、選択された製造パラメータ（膜特性に影響を与える変量）を適切に制御することができる。

【0024】

したがって、ポリマー溶液および沈殿剤から中空糸を製造する本発明による方法は、好ましくは所与の順序で少なくとも以下のステップ：

- a) 好ましくはポリマー溶液（ポリマー混合物）の選択された製造パラメータを（事前）設定するステップと、
- b) （環状）ノズル内で中空糸成形体を製造するステップであって、ノズル内で、所定の濃度を有する沈殿剤がポリマー溶液からなる環の中に注入されるステップと、
- c) ノズルの下方の調整された水槽内で中空糸／ポリマー膜を沈殿させるステップと、
- d) 中空糸を、偏向ローラを介して水洗槽を通るように誘導するステップと、
- e) 洗浄槽において、中空糸を洗浄して沈殿工程の残留物を除去するステップと、
- f) 純粋な中空糸を乾燥させるステップと、
- g) 中空糸をコイルに、透析器表面に対応する中空糸の数に達するまで巻回するステップと、
- h) 本中空糸の特徴（特に細孔サイズおよび細孔密度とともに、好ましくは細孔サイズ分布および有効流路面積）を検査するステップと、
- i) 本中空糸の特徴を、（体外血液処置に最適な）所望の中空糸の特徴および／又は中空糸の特徴の定格範囲とそれぞれ比較し、必要な場合に、選択された製作パラメータ、好ましくはポリマー溶液の調整を、所望の中空糸の特徴に近づく／それが達成されるまで、または本中空糸の特徴が中空糸の特徴の定格範囲内になるまで再調整するステップと、を含む。

【0025】

好ましくは、ポリマーは、中空糸を製造するための疎水性成分としてポリスルホンを含む。本方法のさらに好ましい実施形態では、ポリマーは、中空糸を製造するための親水性成分としてポリビニルピロリドン（PVP）をさらに含む。

【0026】

さらに、繊維の特徴を変更する層を適用することができる。このように、たとえば、中空糸の血液適合性を向上させることができる。

【0027】

特に、親水性ポリマーに対する疎水性ポリマーの比は、所定値／分析的に定義された値に設定される。

【0028】

本方法の別の好ましい実施形態では、中空糸は、コイルに複数層／巻きで巻回される。

【0029】

好ましくは、本方法を介して達成され／近づくべき所望の細孔サイズは、膜の内側、すなわち血液と接触する膜の部分において、少なくとも 30 nm^2 、好ましくは少なくとも 80 nm^2 である。あるいは、本方法により定められる細孔サイズは、 $30\sim 80\text{ nm}^2$ の範囲内にある。さらに好ましくは、達成され／近づくべき細孔密度は、少なくとも 50 細孔/ μm^2 である。

【0030】

さらに好ましくは、有効流路面積は、膜表面積全体（膜の測定された「血液接触面積」）の少なくとも 2.5% である。

【0031】

好ましくは、中空糸が結合された中空糸束を透析器ケーシングに組み込む前のさらなるステップ（ステップhに対応する）として、本方法は、電子顕微鏡によって、膜の細孔サイズおよび任意選択的に中空糸の内面のさらなるパラメータを求めるステップを含む。

【0032】

特に、電子顕微鏡による、膜の細孔サイズおよび任意選択的に中空糸の内面のさらなるパラメータの決定は、以下の予備的なステップ：

- 中空糸を好ましくは液体窒素において急速凍結させるステップと、
 - 中空糸の内面を露出させるように急速凍結された中空糸を破断するステップと、
 - 電子顕微鏡の電子ビームが内側に入射するように、中空糸を物体支持体の上で位置合せするステップと、
- を含む。

【0033】

方法ステップhは、好ましくは、製造された製品の分析／検査のために以下のサブステップ：

- 検出された細孔サイズをヒストグラムに適用し、細孔サイズの分布に対してe-関数を適合させるサブステップと、
 - 各 μm^2 に対する細孔の数、全細孔サイズの合計および膜表面積の関数として膜の有効流路面積を確立するサブステップと、
- を含む。

【0034】

好ましくは、本発明による中空糸／透析膜は、細孔サイズの分布が指数関数、特にe-関数に従うという特徴を含む。特に、前記e-関数の指数係数（K）の逆数値は、少なくとも 30 nm^2 に、特に少なくとも 80 nm^2 である。

【0035】

本発明の中空糸／透析膜は、好ましくは、 $1\mu\text{m}^2$ 当たり少なくとも50個の細孔を含む。より好ましくは、本発明の中空糸／透析膜では、透析膜の表面における有効流路面積の占有率は少なくとも 2.5% である。

【0036】

特に、本発明は、以下の利点を提供する。

- ー 中分子物質輸送の効率の向上が達成される。
- ー 同様に、患者に対して最適化された治療の質を確保することができる。
- ー 総じて、500Da～60kDaの中分子物質の浄化が、中空糸膜の内面における新たな細孔構造によって最適化される。

【0037】

以下、本発明について、添付の図を参照して好ましい実施形態により詳細に例示する。

【図面の簡単な説明】**【0038】**

【図1】透析器に組み込まれるように適合された中空糸の製造装置の基本構造／機能的構造を示す。

【図2】電子顕微鏡を用いることによる、本発明による中空糸／膜の画像を示す。

【図3】膜に形成された細孔を細孔分布とともに表すための、図2による画像の数学的処理を示す。

【図4】細孔サイズ分布を含む、図2による表現に基づいて書かれたヒストグラムを示す。

【発明を実施するための形態】**【0039】**

ポリマー溶液および沈殿剤から本発明による中空糸を製造する方法は、以下のステップに分割することができる。

【0040】

まず、ノズル1内で沈殿剤を所定濃度で、選択された（事前調整された）ポリマー溶液の環の中に注入することにより、ノズル1内で中空糸成形体を製造する。その後、中空糸／ポリマー膜を、ノズル1の下方（下流）の調整された水槽2内に沈殿させる。偏向ローラ4を介して、中空糸を、水洗槽6を通るように誘導し、水洗槽6において、先の処理工程からの残留物から浄化する。この後、水洗操作が続き、そこで、水洗槽において、中空糸から沈殿工程の残留物を除去する。最後に、ここで浄化された中空糸を乾燥器8で乾燥させ、コイル10に巻回する。巻回操作を、透析器表面に対応する中空糸の数に達するまで行う。ここまでの製造方法は、従来技術と一致している。

【0041】

中空糸を製造するために使用されるポリマーは、好ましくは、疎水性成分としてポリスルホンであり、ポリマーの親水性成分として、好ましくはポリビニルピロリドン（PVP）が使用される。2つの成分の比は、最初に、所定値（実験値）に設定される。

【0042】

透析膜を、このように製造された中空糸から以下のステップによって製造する。

【0043】

中空糸束（従来技術から既知であるため詳細には示さない）を、コイル10に巻回された中空糸から切り出す。切り出された中空糸束は、透析器ケーシング（同様に従来技術から既知であるため詳細には示さない）内に組み込まれ、透析フィルタとしての役割を果たす。

【0044】

透析膜の特性／特徴を保護するために、中空糸／膜の個々のパラメータ、好ましくは細孔サイズまたは細孔サイズ分布を求め、任意選択的に、電子顕微鏡によって中空糸の内面のさらなるパラメータを検査する。これに関して、添付の図2～図4を参照する。

【0045】

したがって、電子顕微鏡を用いることにより、中空糸を画像として検出し、そこから、たとえば図2による中空糸の表面の図がもたらされる。そして、この図に対して数学的処理手続きを施し、そこから図3による、細孔のみが示されるおおよその白黒表現がもたらされる。この白黒表現において、細孔サイズとともにその（細孔）数を、たとえば画素数により、または画像の目盛により、求めることができる。ここから、細孔サイズ分布を有する図4によるヒストグラムを、たとえば、「画素数」に対して「周波数」を適用するこ

10

20

30

40

50

とにより確立することができ、そこでは、別法として、当然ながら、「画素数」を表面積 (nm^2) によって置き換えることも可能であり、適切に変換することができる。

【0046】

従来技術では、透析膜のこれらのパラメータの検証は、これまでまったく実施されなかったか、または限られた程度まで／間接的にしか実施されていなかった。したがって、従来技術では、膜における細孔の分布について、対応する想定しか行われていなかった。特に、簡略化した方法では、特定の目的（体外血液処理）に対する中空糸の適合性において、細孔サイズの直接的な影響が検出されなかったかまたは過小評価されていたため、細孔サイズに対する準正規分布が想定されていた。したがって、細孔サイズは、膜のスクリーニング特性からの結論のみに基づいて評価されていた。細孔サイズは直接測定されなかった。

10

【0047】

むしろ、従来技術では、膜は、膜のスクリーニング特性により、すなわち、膜を通過することができる分子のサイズによって特徴付けられていた。

【0048】

しかしながら、本発明によれば、製造された膜の品質に関する判断に対して、したがって中空糸製造工程を調整するために、中空糸／膜の細孔サイズは、好ましくは、電子顕微鏡測定技術によって検査される。繊維の内面の特徴的なパラメータを、電子顕微鏡により確立することができる。電子顕微鏡による細孔の直接的な視覚化は、本技術の解像限界にあり、中空糸の特徴／品質を決定する、および適切な場合は製造パラメータの再調整の基準となる、具体的な測定結果を提供する。

20

【0049】

サンプル調製のために、個々の繊維を液体窒素において急速凍結させる。その後、繊維内側の表面の写真を撮るために、繊維を破断する。最後に、繊維の内面に電子ビームを向けることができるように、物体支持体上で繊維を位置合せする。

【0050】

好ましくは、たとえば3 kVの加速電圧で操作され、かつ、50,000倍に拡大可能な走査電子顕微鏡により、走査電子顕微鏡写真を撮影する。サンプル調製を、上述したように、液体窒素において個々の中空糸を急速凍結させ、中空糸内側の表面の写真を撮影することができるように、中空糸の内面を露出させるように中空糸を破断し、電子顕微鏡の電子ビームが内側に入射するように、中空糸を物体支持体上で位置合せすることによって行われる。

30

【0051】

細孔サイズの分布をヒストグラムに示す。本発明によれば、ヒストグラムにおける細孔サイズ分布を、この場合もまたe-関数の特徴的なパラメータ、すなわち、指数係数(K)の逆数値を使用したe-関数によって表すことができる。このとき、 $f(x) = A \times e^{-(K \times x)}$ というタイプのe-関数が、値 $\{(1/e) \times A\}$ ($A = \text{最大値}$) を採用するため、指数係数の逆数値を容易に求めることができる。

【0052】

さらに、 $1 \mu\text{m}^2$ 当りの細孔の数を確立することができ、全細孔サイズの合計および膜表面積の関数として、膜の有効流路面積を求めることができる。細孔密度は、 $1 \mu\text{m}^2$ 当りの細孔の数であり、有効流路面積は、測定された表面積に対する全細孔サイズの合計とみなす。

40

【0053】

このように製造された中空糸／透析膜は、細孔サイズの分布を通して指数関数、特にe-関数を示す。特に適合された中空糸／透析膜として、e-関数の指数係数(K)の逆数値が少なくとも 30 nm^2 に、特に少なくとも 80 nm^2 であるものが選択される。特に望ましい細孔密度は、少なくとも50細孔/ μm^2 であり、透析膜の全表面積における有効流路面積の占有率は、少なくとも2.5%である。

【0054】

50

要約すると、本発明による膜は以下の特徴を備えている。

I. 細孔サイズ分布は指数関数に従う。

II. 指数係数 (K) の逆数値は、ハイフラックス透析器の場合、少なくとも 30 nm^2 に、好ましくは少なくとも 80 nm^2 である。

III. 細孔密度は、少なくとも $50 \text{ 細孔} / \mu\text{m}^2$ である。

IV. 有効流路面積は、少なくとも 2.5% である。

【0055】

このように、本発明は、透析膜および半製品としての中空糸と、中空糸を製造する方法とに関する。本発明による中空糸／透析膜は、指数関数、特に e-関数に従う細孔サイズの分布を含む。e-関数の指数係数 (K) の逆数値は、少なくとも 30 nm^2 、特に少なくとも 80 nm^2 である。中空糸／透析膜は、 $1 \mu\text{m}^2$ 当たり少なくとも 50 個の細孔を含み、中空糸／透析膜の表面における有効流路面積の占有率は、少なくとも 2.5% である。

10

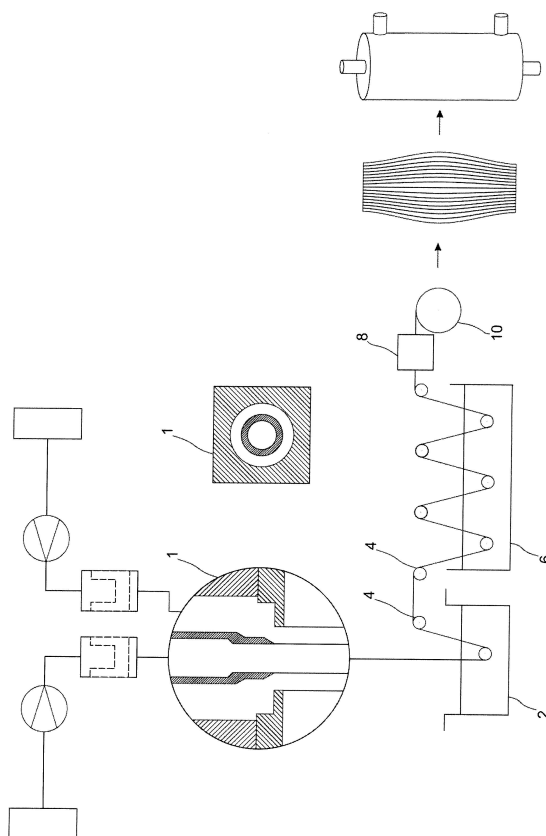
【符号の説明】

【0056】

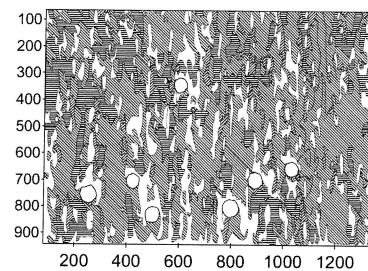
- 1 ノズル
- 2 水槽
- 4 偏向ローラ
- 6 水洗槽
- 8 乾燥器
- 10 コイル

20

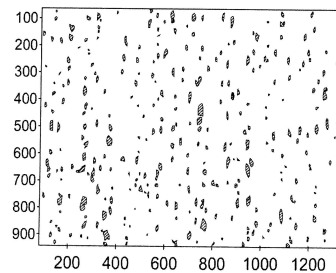
【図 1】



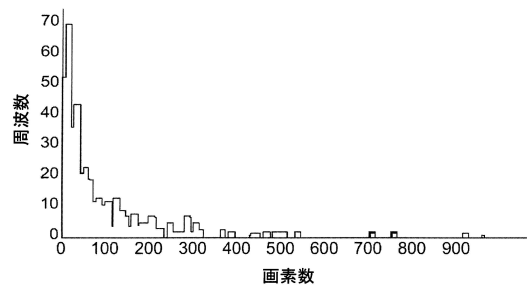
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 71/44 (2006.01) B 0 1 D 71/44
B 0 1 D 71/68 (2006.01) B 0 1 D 71/68
B 0 1 D 65/10 (2006.01) B 0 1 D 65/10
A 6 1 M 1/18 5 0 0

(72)発明者 クリストフ シュトロヘファー
ドイツ連邦共和国 3 4 1 2 3 カッセル ゲックスベルクシュターセ 1 3 a

審査官 宮崎 敏長

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 1 9 8 9 1 (J P, A)
米国特許第 0 5 7 3 0 7 1 2 (U S, A)
特表 2 0 1 0 - 5 1 9 0 2 3 (J P, A)
特表 2 0 0 4 - 5 2 9 7 2 3 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
A 6 1 M 1 / 1 4 - A 6 1 M 1 / 2 0
B 0 1 D 6 1 / 0 0 - B 0 1 D 7 1 / 8 2