

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5120543号  
(P5120543)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int. Cl. F I  
**CO8J 5/22 (2006.01)** CO8J 5/22 IO2  
**BO1D 71/26 (2006.01)** CO8J 5/22 CES  
 BO1D 71/26

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-271475 (P2007-271475)	(73) 特許権者	396021483 財団法人塩事業センター 東京都港区赤坂1丁目12番32号
(22) 出願日	平成19年10月18日(2007.10.18)	(74) 代理人	100105647 弁理士 小栗 昌平
(65) 公開番号	特開2009-96923 (P2009-96923A)	(74) 代理人	100105474 弁理士 本多 弘徳
(43) 公開日	平成21年5月7日(2009.5.7)	(74) 代理人	100108589 弁理士 市川 利光
審査請求日	平成21年8月18日(2009.8.18)	(72) 発明者	加留部 智彦 神奈川県小田原市酒匂4丁目13番20号 財団法人 塩事業センター海水総合研究 所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 陽イオン交換膜およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポリオレフィンからなり、平均孔径が0.01~2μmである多孔性のフィルム状基材の細孔内に、スチレンとジビニルベンゼンを70~90:30~10の重量割合で少なくとも共重合成分とし、かつスルホン酸基を有する共重合体が充填された製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

【請求項 2】

前記細孔内に、スルホン酸基を導入可能な官能基を有するスチレン及びジビニルベンゼンを70~90:30~10の重量割合で含有する重合性混合物を充填して、熱重合を行うことにより得られた請求項1に記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

【請求項 3】

前記ポリオレフィンがポリエチレンであることを特徴とする請求項1または2記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

【請求項 4】

前記ポリオレフィンが超高分子量ポリエチレンであることを特徴とする請求項1または2記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

【請求項 5】

ポリオレフィンからなり、平均孔径が0.01~2μmである多孔性のフィルム状基材の細孔内に、スルホン酸基を導入可能な官能基を有するスチレン及びジビニルベンゼンを70~90:30~10の重量割合で含有する重合性混合物を充填して、熱重合を行う工

程を含む請求項 1 記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜の製造方法。

【請求項 6】

前記スルホン酸基を導入可能な官能基自体がスルホン酸基でない場合には、熱重合後に、スルホン酸基を付与できる化合物で処理した請求項 5 記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜の製造方法。

【請求項 7】

前記スルホン酸基を導入可能な官能基自体がスルホン酸基である請求項 5 記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、製塩に用いられる陽イオン交換膜及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

イオン交換膜製塩法における海水濃縮工程には、陽および陰イオン交換膜を利用した電気透析槽が用いられている。電気透析槽に利用するイオン交換膜は、食塩の製造費低減のために、膜の電気抵抗を増加させることなく、濃縮性能を向上させることが必要である。

【0003】

製塩用イオン交換膜の製法については従来から数多くの方法が提案されている（例えば特許文献 1～3 参照）が、それらの中でもイオン交換基が導入可能な官能基を有する単量体、架橋剤および重合開始剤を主たる成分として含有する混合物をポリ塩化ビニル製の織布等に塗布して重合した後、必要に応じてイオン交換基を導入する方法が広く知られている。

20

【0004】

しかしながら、この方法により得られたイオン交換膜は、膜の電気抵抗を増加させることなく、濃縮性能を向上させることは困難であった。

【0005】

かかる問題点を解決するため、ポリプロピレン繊維基材等に重合性単量体を含浸担持させた後、電離放射線でグラフト重合しイオン交換膜を得る方法や、ポリオレフィン製基材等に重合性単量体を含浸担持させた後、電離放射線で一部重合をおこない、続いて重合開始剤の存在下で加熱することにより、重合を完結させてイオン交換膜を得る方法が提案されている（例えば特許文献 4～6 参照）。

30

【0006】

しかし、いずれの方法も、膜の濃縮性能については満足のいく成果は見られなかった。

【特許文献 1】特公昭 39 - 27861 号公報

【特許文献 2】特公昭 40 - 28951 号公報

【特許文献 3】特公昭 44 - 19253 号公報

【特許文献 4】特開昭 51 - 52489 号公報

【特許文献 5】特開昭 60 - 238327 号公報

【特許文献 6】特開平 06 - 271687 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、製塩に用いられる陽イオン交換膜について、従来使用されている膜と比較し、電気抵抗を増加させずに、濃縮性能を向上させることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者等は、前記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、ポリエチレン等からなる多孔性基材の細孔内に、スルホン酸基を有するポリスチレン系ポリマー等が充填されてい

50

る陽イオン交換膜が、従来使用されている製塩用のイオン交換膜と比較し、電気抵抗を増加させずに、濃縮性能を向上させることを見出した。より具体的には、超高分子量ポリエチレンからなる多孔性基材の細孔内に、スチレン及びジビニルベンゼン等の単量体を充填して熱重合し、得られたポリマーにスルホン酸基を導入することにより得られる陽イオン交換膜が、従来使用されている製塩用のイオン交換膜と比較し、電気抵抗を増加させずに、濃縮性能を向上させることを見出した。

#### 【0009】

すなわち、本発明は、下記の構成とすることにより上記の目的を達成するに至った。

(1) ポリオレフィンからなり、平均孔径が0.01~2 μmである多孔性のフィルム状 10  
基材の細孔内に、スチレンとジビニルベンゼンとを70~90:30~10の重量割合で  
 少なくとも共重合成分とし、かつスルホン酸基を有する共重合体が充填された製塩用電気  
透析用陽イオン交換膜。

(2) 前記細孔内に、スルホン酸基を導入可能な官能基を有するスチレン及びジビニルベンゼンを70~90:30~10の重量割合で含有する重合性混合物を充填して、熱重合を行うことにより得られた前記(1)に記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

(3) 前記ポリオレフィンがポリエチレンであることを特徴とする前記(1)または(2)記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

(4) 前記ポリオレフィンが超高分子量ポリエチレンであることを特徴とする前記(1)または(2)記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

(5) ポリオレフィンからなり、平均孔径が0.01~2 μmである多孔性のフィルム状 20  
基材の細孔内に、スルホン酸基を導入可能な官能基を有するスチレン及びジビニルベンゼ  
ンを70~90:30~10の重量割合で含有する重合性混合物を充填して、熱重合を行  
う工程を含む前記(1)記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜の製造方法。

(6) 前記スルホン酸基を導入可能な官能基自体がスルホン酸基でない場合には、熱重合後に、スルホン酸基を付与できる化合物で処理した前記(5)記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜の製造方法。

(7) 前記スルホン酸基を導入可能な官能基自体がスルホン酸基である前記(5)記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜の製造方法。

#### 【0010】

上記から明らかなように、本発明の骨子は、下記(1)~(3)に存する。

(1) ポリオレフィンからなり、平均孔径が0.01~2 μmである多孔性のフィルム状 30  
基材の細孔内に、スチレンとジビニルベンゼンとを70~90:30~10の重量割合で  
 少なくとも共重合成分とし、かつスルホン酸基を有する共重合体が充填された製塩用電気  
透析用陽イオン交換膜。

(2) 前記細孔内に、スルホン酸基を導入可能な官能基を有するスチレン及びジビニルベンゼンを70~90:30~10の重量割合で含有する重合性混合物を充填して、熱重合を行うことにより得られた前記(1)に記載の製塩用電気透析用陽イオン交換膜。

(3) ポリオレフィンからなり、平均孔径が0.01~2 μmである多孔性のフィルム状 40  
基材の細孔内に、スルホン酸基を導入可能な官能基を有するスチレン及びジビニルベンゼ  
ンを含有する重合性混合物を充填して、熱重合を行う工程を含む製塩用電気透析用陽イ  
オン交換膜の製造方法。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明により、現在製塩に用いられている陽イオン交換膜と比較して、電気抵抗を増加させずに、濃縮性能を向上させた陽イオン交換膜を提供できることから、製塩コスト低減に寄与できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

本発明の陽イオン交換膜製造方法は、包括的には、ポリオレフィンからなる多孔性基材の細孔内に陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含 50

有する重合性混合物を充填して、熱重合をおこない、必要に応じてクロロスルホン酸等を用いてスルホン酸基を導入することが特徴である。

より具体的には、ポリエチレンや超高分子量ポリエチレンからなる多孔性基材の細孔内に、スチレン及びジビニルベンゼン等の単量体を充填して熱重合をおこない、得られたポリマーにスルホン酸基を導入することを特徴とするものである。

#### 【0013】

以下、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

本発明においてポリオレフィンとは、分子中に二重結合を有する化合物の重合体である。具体的には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリブタジエン等の脂肪族オレフィンの重合体、ポリスチレン、ポリ - メチルスチレン、ポリジビニルベンゼン等芳香族オレフィンの重合体、ポリメタクリル酸メチル、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール等の含酸素オレフィンの重合体、ポリアクリロニトリル、ポリN - メチルピロリドン等の含窒素オレフィンの重合体、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレン等の含ハロゲンオレフィンの重合体等が挙げられる。これらのポリオレフィンを単独で使用してもよいし、複数のポリオレフィンを混合してもよい。また、上記の2個以上のオレフィンの共重合体、あるいはグラフト共重合体でもよい。2個以上の二重結合を有する化合物との共重合あるいは電子線照射、プラズマ照射、紫外線照射、化学反応等により架橋構造を有するものでもよい。その中でも化学的安定性やコストの面等からポリエチレンが好ましく、特に分子量が100万以上の超高分子量ポリエチレンが好適である。

#### 【0014】

本発明での多孔性基材とは、平均孔径が0.001~50 $\mu$ m、厚みが1~300 $\mu$ m、空孔率が1~95%のフィルム状物である。多孔性基材の平均孔径は、0.005~5 $\mu$ mが好ましく、特に0.01~2 $\mu$ mが好適である。また、多孔性基材の厚みは、5~200 $\mu$ mが好ましく、特に10~150 $\mu$ mが好適である。多孔性基材の空孔率は、10~90%が好ましく、特に20~80%が好適である。

#### 【0015】

本発明において多孔性基材の製造方法は、従来おこなわれている広範な方法が何の制限もなく使用できる。例えば、溶融ポリマーをシート化して、さらに熱処理によって積層ラメラ構造を形成させ、一軸延伸によって結晶界面の剥離をおこなう延伸開孔法や、ポリマーと溶剤を加熱溶融してシート化することでマイクロ相分離させ、その溶剤を抽出除去しながら一軸あるいは二軸延伸する相分離法等があげられる。

#### 【0016】

本発明にかかる多孔性基材としては、例えば旭化成ケミカルズ株式会社製ハイポア(製品名)、東燃化学那須株式会社製セティーラ(製品名)等が挙げられる。

#### 【0017】

本発明において陽イオン交換基とは、陽イオンとイオン結合できる官能基のことである。具体的には、スルホン酸基、カルボン酸基、ホスホン酸基等が挙げられ、特にスルホン酸基、カルボン酸基が好適である。

#### 【0018】

本発明においてポリマーとは、1種または2種以上の構造単位を繰り返して連結した分子からなる物質のことである。例えば、ポリスチレンのように二重結合を有する化合物が付加重合した重合体、ナイロン、ポリアミドのように同じあるいは異なる分子が重縮合した重合体、ポリウレタンのように同じあるいは異なる分子が重付加した重合体等があげられる。また、スチレンとジビニルベンゼンの共重合体のように架橋構造を有する重合体も含まれる。

#### 【0019】

本発明において、多孔性基材の細孔内に陽イオン交換基を有するポリマーを充填する方法は、従来おこなわれている広範な方法が何の制限もなく使用できる。例えば、陽イオン交換基を有するポリマー溶液に多孔性基材を浸漬した後、溶媒を除去する方法、陽イオン

交換基を有する単量体を多孔性基材の細孔内に充填した後、光照射により重合する方法、多孔性基材の細孔内に陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含む重合性混合物を充填して、熱重合をおこなう方法等があるが、特に多孔性基材の細孔内に陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含む重合性混合物を充填して、熱重合をおこなう方法が好適である。また、多孔性基材の細孔内に陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含む重合性混合物を充填する方法としては、陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含む液状重合性混合物またはその溶液に多孔性基材を浸漬する方法が好適である。

**【0020】**

本発明において陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体とは、陽イオン交換基を導入しやすい官能基を有するか、あるいは陽イオン交換基を有する重合性単量体であり、具体的には、以下に列記する単量体が挙げられる。

(1) スルホン酸基を導入しやすい芳香族環を有する単量体。例えば、スチレン、クロロメチルスチレン、*o*-メチルスチレン、ビニルトルエン、*p*-メトキシスチレン、*p*-エチルスチレン、*m*-エチルスチレン、*o*-エチルスチレン等。

(2) スルホン酸基を導入しやすいスルホン酸誘導体の単量体。例えば、ビニルスルホン酸エチル、アリルスルホン酸メチル、*p*-スチレンスルホン酸エチル、2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸メチル等。

(3) カルボン酸基を導入しやすいカルボン酸誘導体の単量体。例えば、アクリル酸メチル、メタクリル酸メチル、アクリルアミド、アクリロニトリル等。

(4) ホスホン酸基を導入しやすいホスホン酸誘導体の単量体。例えば、ビニルホスホン酸エチル、*p*-スチレンホスホン酸エチル、アリルホスホン酸メチル等。

(5) スルホン酸基を有する単量体。例えば、ビニルスルホン酸、ビニルスルホン酸ナトリウム、アリルスルホン酸、アリルスルホン酸ナトリウム、*p*-スチレンスルホン酸、*p*-スチレンスルホン酸ナトリウム、2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸、2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸ナトリウム等。

(6) カルボン酸基を有する単量体。例えば、アクリル酸、アクリル酸ナトリウム、メタクリル酸、メタクリル酸ナトリウム、*p*-スチレンカルボン酸、*p*-スチレンカルボン酸ナトリウム等。

(7) ホスホン酸基を有する単量体。例えば、ビニルホスホン酸、ビニルホスホン酸ナトリウム、*p*-スチレンホスホン酸、*p*-スチレンホスホン酸ナトリウム、アリルホスホン酸、アリルホスホン酸ナトリウム等。

**【0021】**

本発明において架橋性単量体は、ビニル基を少なくとも2個有するものであれば特に制限を受けずに使用できる。例えば、ジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ジビニルトルエン、ジビニルナフタレン、1,2-ビス(ビニルフェニル)エタン等の芳香族ジエン類、エチレングリコールジメタクリレート、*N,N*-メチレンビスアクリルアミド等のアクリル酸系ジエンが挙げられ、特にジビニルベンゼンが好適である。

**【0022】**

合成された陽イオン交換膜に柔軟性を付与するために、陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含む重合性混合物にゴム等の弾性体を添加することもできる。ゴムとしては、従来製塩用イオン交換膜に使用されているものが何の制限もなく使用できるが、特にニトリルブタジエンゴム(NBR)、スチレンブタジエンゴム(SBR)、天然ゴム等が好適である。

**【0023】**

本発明において熱重合は、従来おこなわれている広範な方法が何の制限もなく使用できる。重合開始剤を使用せず、加熱のみで重合することも可能であるが、重合開始剤を添加した陽イオン交換基を導入可能な官能基を有する重合性単量体、架橋性単量体を含む重合性混合物に多孔性基材を浸漬した後、多孔性基材をガラス板に挟んで、乾燥機中で加

10

20

30

40

50

熱する方法等が好適である。

【0024】

熱重合に使用する重合開始剤は、特に限定されないが、アゾビスイソブチロニトリル(AIBN)、1,1'-アゾビスシクロヘキサン-1-カルボニトリル、ジメチル-2,2'-アゾビス(2-メチルプロピオネ-ト)、2,2'-アゾビス(2,4-ジメチルバレロニトリル)等のアゾ系重合開始剤、過酸化ベンゾイル(BPO)、ペルオキシ安息香酸t-ブチル、過酸化ジラウリル、過酸化ジt-ブチル、過酸化ジコハク酸等の過酸化物系重合開始剤等が使用でき、特にAIBN、BPOが好適である。

【0025】

熱重合の具体例を以下に示す。以下の説明及び実施例において、部は全て重量部を示す 10

。スチレン80部、ジビニルベンゼン20部、NBR5部、AIBN1部を混合した重合性混合物中に多孔性基材を室温で3秒~12時間浸漬する。所定時間後、多孔性基材を取り出し、ガラス板に挟んで、乾燥機に入れる。熱重合の温度は30~120、好ましくは50~100であり、3~24時間保つ。

【0026】

スチレンとジビニルベンゼンの共重合体等を細孔内に充填した多孔性基材に、次の段階としてスルホン酸基等の陽イオン交換基を導入する。スルホン酸基の導入は従来おこなわれている広範な方法が何の制限もなく使用できるが、具体例を以下に示す。

【0027】

クロロスルホン酸濃度が1~10重量%の1,2-ジクロロエタン溶液に、スチレンとジビニルベンゼンの共重合体等を細孔内に充填した多孔性基材を0~80で1~72時間浸漬して反応させる。所定時間反応後、膜を十分に水洗する。その後、濃度1~10重量%の水酸化ナトリウム水溶液に1~24時間浸漬することで加水分解した後、膜を十分に水洗する。スルホン化反応に必要なスルホン化剤としては、濃硫酸、三酸化硫黄、チオ硫酸ナトリウムなども使用することができ、これらのスルホン酸基を導入できるものであれば特に限定されない。

【実施例】

【0028】

以下、本発明の陽イオン交換膜およびその製造方法を実施例にもとづいてさらに詳細に 30

説明する。なお、本発明はかかる実施例に限定されるものではない。

【0029】

(実施例1)

ガラス容器にスチレン80部、ジビニルベンゼン20部、NBR5部、AIBN1部からなる混合物を入れ、ポリエチレンからなる多孔性基材である旭化成ケミカル製ハイポアNA635(膜厚37 $\mu$ m、孔径0.048 $\mu$ m、空隙率42%)を3時間浸漬した。浸漬後、ハイポアNA635を取り出し、ガラス板に挟んで、乾燥機に入れて60で16時間、90で3時間熱重合をおこなった。

【0030】

クロロスルホン酸濃度が10重量%の1,2-ジクロロエタン溶液に、熱重合後のハイ 40

ポアNA635を室温で24時間浸漬した後、膜を十分に水洗した。その後、濃度10重量%の水酸化ナトリウム水溶液に24時間浸漬した。得られた陽イオン交換膜をよく水洗し、0.5N-NaCl水溶液中に保存した。

【0031】

さらに、該陽イオン交換膜と市販の陰イオン交換膜(旭硝子(株)ASA)を小型電気透析装置(膜面積8cm<sup>2</sup>)に装着し、濃縮試験を実施した。脱塩室流速は6cm/s、電流密度3A/dm<sup>2</sup>の濃縮条件で供給液は0.5Mの塩化ナトリウム水溶液を用いた。

【0032】

実施例1と異なる方法で合成した陽イオン交換膜を実施例2~18、現在製塩用陽イオン交換膜として使用されている膜(旭硝子(株)CSO)を比較例1、2とし、実施例1 50

とあわせ、前記陽イオン交換膜の合成に用いた多孔性基材の物性、熱重合条件及び得られた陽イオン交換膜の膜特性を表1及び表2に示す。

【0033】

【表1】

表1 本発明の実施例及び比較例における陽イオン交換膜の合成に用いた多孔性基材の物性

試料	多孔性基材の 製品名	多孔性基材の 材質	膜厚 [ $\mu\text{m}$ ]	孔径 [ $\mu\text{m}$ ]	空隙率 [%]
実施例 1~3	ハイポア NA635	ポリエチレン	37	0.048	42
実施例 4	ハイポア S6955	ポリエチレン	56	0.16	63
実施例 5	ハイポア 1080C	ポリエチレン	88	0.13	53
実施例 6~10	セティ-ラ F23DHA	超高分子量ポリエチレン	23	0.052	39
実施例 11~18	セティ-ラ E30MMS	超高分子量ポリエチレン	31	0.051	38
比較例 1	—	—	—	—	—
比較例 2	—	—	—	—	—

【0034】

【表 2】

表 2 本発明の実施例及び比較例における陽イオン交換膜の熱重合条件及び膜特性

試料	重合性単量体	重合性単量体量 [部]	架橋性単量体	架橋性単量体量 [部]	ジ・A	ジ・量 [部]	重合開始剤	重合開始剤量 [部]	熱重合温度 [°C]	熱重合時間 [時間]	膜抵抗 [Ω・cm <sup>2</sup> ]	かん水濃度 [mol・L <sup>-1</sup> ]
実施例1	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	NBR	5	AIBN	1	60 90	16 3	0.74	3.303
実施例2	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	—	—	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	0.9	3.141
実施例3	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	SBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.17	3.304
実施例4	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	NBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	0.9	3.155
実施例5	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	—	—	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.86	3.455
実施例6	アクリル	90	ジ・ビニルピリジン	10	NBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	0.62	2.202
実施例7	アクリル	85	ジ・ビニルピリジン	15	—	—	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	0.92	3.49
実施例8	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	—	—	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.15	3.765
実施例9	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	NBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.36	3.877
実施例10	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	SBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.19	3.708
実施例11	アクリル	85	ジ・ビニルピリジン	15	SBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	0.62	3.171
実施例12	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	—	—	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	0.76	3.36
実施例13	アクリル	75	ジ・ビニルピリジン	25	NBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.06	3.55
実施例14	アクリル	76	ジ・ビニルピリジン	25	SBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.19	3.606
実施例15	アクリル	70	ジ・ビニルピリジン	30	SBR	5	AIBN	1	60 90 90	16 3 3	1.29	3.686
実施例16	アクリル	75	ジ・ビニルピリジン	25	NBR	5	BPO	1	60 100	16 3	1.29	3.632
実施例17	アクリル	75	ジ・ビニルピリジン	25	—	—	AIBN	0.1	100	18	1.13	3.624
実施例18	アクリル	80	ジ・ビニルピリジン	20	—	—	—	—	120	19	1.5	3.761
比較例1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4	3.7
比較例2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4	3.8

【0035】

濃縮試験の結果として膜抵抗と濃縮液の塩化ナトリウム濃度との関係を図1に示す。

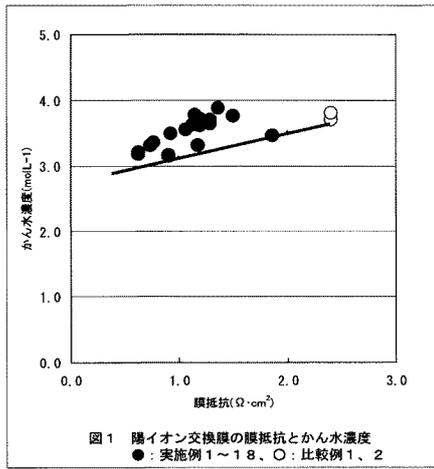
表2及び図1に示したとおり本発明に従って合成したいずれの膜も、市販されている製塩用陽イオン交換膜と比較し、高い濃縮性能を示した。なお、図1中に示した直線は、市販イオン交換膜と同等の濃縮性能を示す直線であり、直線より上部に示される膜性能はすべて市販膜より高い濃縮性能であるといえる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の実施例及び比較例における陽イオン交換膜の膜抵抗と濃縮液の塩化ナトリウム濃度との関係を表すグラフである。

【図 1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大村 信彦

東京都港区西新橋1丁目4番5号 株式会社アストム内

(72)発明者 吉川 直人

神奈川県小田原市酒匂4丁目13番20号 財団法人 塩事業センター海水総合研究所内

審査官 一宮 里枝

(56)参考文献 特開平02-088641(JP,A)

特開2003-012835(JP,A)

特開昭64-022932(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08J 5/00 - 5/02

C08J 5/12 - 5/22

B01D 71/26