



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 02106934.4

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1204174C

[22] 申请日 2002.3.8 [21] 申请号 02106934.4

[30] 优先权

[32] 2001. 3. 9 [33] JP [31] 67300/2001

[71] 专利权人 旭硝子株式会社

地址 日本东京

共同专利权人 清美化学股份有限公司

[72] 发明人 熊井清作 深津隆 三原晴美

德仓良太

审查员 芮定坤

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 顾 敏

权利要求书 1 页 说明书 8 页

[54] 发明名称 回收含氟聚合物的方法

[57] 摘要

一种回收含氟聚合物的方法, 它包括将包含含羧酸基的含氟聚合物(下面称为 C-聚合物)和含磺酸基的含氟聚合物(下面称为 S-聚合物)并且有无机颗粒沉积在表面上的离子交换膜与对 C-聚合物是良溶剂并对 S-聚合物也是良溶剂的溶剂接触, 分离含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的溶液和无机颗粒, 然后酯化溶液中的 C-聚合物, 形成 C-聚合物酯的沉淀物, 经固-液分离法分离和回收沉淀物和含有溶解的 S-聚合物的溶液。

1. 一种回收含氟聚合物的方法，它包括用溶剂处理包含含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物并且有无机颗粒沉积在表面上的离子交换膜，使其溶胀，除去无机颗粒，然后将其与对含羧酸基的含氟聚合物是良溶剂并对含磺酸基的含氟聚合物也是良溶剂的溶剂接触，获得含有溶解的含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物的溶液，酯化溶液中的含羧酸基的含氟聚合物，形成含羧酸基的含氟聚合物酯的沉淀物，经固-液分离法分离和回收沉淀物和含有溶解的含磺酸基的含氟聚合物的溶液，其中使离子交换膜溶胀的溶剂是包含水溶性有机溶剂和水的混合溶剂，对含羧酸基的含氟聚合物是良溶剂并对含磺酸基的含氟聚合物也是良溶剂的溶剂是烷基醇或烷基醇和水的混合溶液，这种烷基醇用于酯化含羧酸基的含氟聚合物。

2. 如权利要求 1 所述的回收含氟聚合物的方法，其中在离子交换膜与对含羧酸基的含氟聚合物是良溶剂并对含磺酸基的含氟聚合物也是良溶剂的溶剂接触之前或在接触期间内，用酸处理含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物，使它们从盐型转变成酸型。

3. 如权利要求 1 所述的回收含氟聚合物的方法，其中含羧酸基的含氟聚合物是一种将四氟乙烯与含羧酸基的全氟乙烯基醚经聚合获得的共聚物，其离子交换量为 0.8—1.9 meq/g 干树脂。

4. 如权利要求 1 所述的回收含氟聚合物的方法，其中含磺酸基的含氟聚合物是一种将四氟乙烯与含磺酸基的全氟乙烯基醚经聚合获得的共聚物，其离子交换量为 0.8—1.3 meq/g 干树脂。

5. 如权利要求 1 所述的回收含氟聚合物的方法，其中对含羧酸基的含氟聚合物是良溶剂并对含磺酸基的含氟聚合物也是良溶剂的溶剂是甲醇或水含量至多为 30 质量%的甲醇水溶液。

6. 如权利要求 1 所述的回收含氟聚合物的方法，其中使离子交换膜溶胀的溶胀比至少为 1.2。

7. 如权利要求 1 所述的回收含氟聚合物的方法，其中水溶性溶剂是甲醇或乙醇。

回收含氟聚合物的方法

5 技术领域

本发明涉及一种从如电解氯化钠所用的含氟离子交换膜回收含氟聚合物的方法。

背景技术

10 含氟离子交换膜广泛地用作通过电解氯化钠制造氢氧化钠的电解池中的隔膜。作为这种含氟离子交换膜，有包含 2 至 4 层含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物的层压膜的层压离子交换膜，或含有诸如被聚四氟乙烯（下面称为 PTFE）制成的织造织物增强的层压离子交换膜。

另外，为了防止电解过程中产生的气体沉积在膜的表面上并降低电解电压，
15 使用含有涂覆在层压离子交换膜表面上的诸如碳化硅或氧化锆之类无机颗粒的膜。另一方面，在电解的过程中在离子交换膜的表面上很可能沉积主要由氧化铁或其水合物组成的沉淀物（下面称为表面沉淀物）。

迄今为止，当用于电解的离子交换膜的性能下降时，通常的做法是将它们从电解池中拆除并加以利用，或者如作为废物加以填埋（land filling）处置掉。
20 然而，近年来，从避免对环境造成影响的角度来看，希望回收和再利用构成离子交换膜的含氟聚合物作为离子交换膜或燃料电池膜的材料。

为了从离子交换膜回收和再利用含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物，不仅必须将两者分开，而且必须从离子交换膜中除去上述织造织物和无机颗粒。

25 因此下述方法被认为是从含氟离子交换膜回收含氟聚合物的方法，将包含两层或多层含如羧酸基和/或磺酸基的含氟聚合物层的层压含氟离子交换膜转变成酸型或碱金属盐型，然后将其浸在水溶性有机溶剂中，洗脱各含氟聚合物，从洗脱液中回收各含氟聚合物的方法（JP-B-3-14860），或者将包含含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物的层压离子交换膜浸在含氟醇中，洗脱含磺酸基的
30 含氟聚合物的方法（JP-A-2000-86809）。

然而，在这些方法中，难以除去无机颗粒，这样就存在这样一个问题，即所

得的含氟聚合物的纯度低。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种分别以高的纯度有效回收含羧酸基的含氟聚合物和含磺酸基的含氟聚合物的方法，其办法是从包含含羧酸基的含氟聚合物、含磺酸基的含氟聚合物和沉积在表面上的无机颗粒的离子交换膜中去除无机颗粒。

本发明提供一种回收含氟聚合物的方法，它包括将包含含羧酸基的含氟聚合物（下面称为 C-聚合物）和含磺酸基的含氟聚合物（下面称为 S-聚合物）并且有无机颗粒沉积在表面上的离子交换膜与对 C-聚合物是良溶剂并对 S-聚合物也是良溶剂的溶剂接触，分离含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的溶液和无机颗粒，然后酯化溶液中的 C-聚合物，形成 C-聚合物酯的沉淀物，经固-液分离法分离和回收沉淀物和含有溶解的 S-聚合物的溶液。

在此的无机颗粒不仅包括沉积在离子交换膜表面上的诸如碳化硅或氧化锆的颗粒以防止附着气体，而且也包括在电解过程中沉积的表面沉淀物等。而且，在本说明书中，C-聚合物不仅包括酸型的形式，而且也包括其中的部分或全部含羧酸基的含氟聚合物是盐型的形式。类似地，S-聚合物不仅包括酸型的形式，而且也包括其中的部分或全部含磺酸基的含氟聚合物是盐型的形式。

按本发明，预先除去离子交换膜表面上的无机颗粒，然后回收 C-聚合物和 S-聚合物，这样就可以获得高纯度的 C-聚合物和 S-聚合物。另外，将含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的溶液中的 C-聚合物酯化成 C-聚合物酯的沉淀物，这样就可以容易地分离 C-聚合物和 S-聚合物，并经固-液分离法将它们回收。

另外，本发明的第二个方面是提供一种回收含氟聚合物的方法，它包括用溶剂处理包含 C-聚合物和 S-聚合物并且有无机颗粒沉积在表面上的离子交换膜，使其溶胀，除去无机颗粒，然后将其与对 C-聚合物是良溶剂并对 S-聚合物也是良溶剂的溶剂接触，获得含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的溶液，酯化溶液中的 C-聚合物，形成 C-聚合物酯的沉淀物，经固-液分离法分离和回收沉淀物和含有溶解的 S-聚合物的溶液。

按本发明方法，用溶剂溶胀离子交换膜，这样就可以容易地从离子交换膜中分离出无机颗粒，从而就可以获得高纯度的 C-聚合物和 S-聚合物。

另外，在本说明书中，下面将对 C-聚合物是良溶剂并对 S-聚合物也是良溶剂的溶剂简单地称为良溶剂。而且，下面将使离子交换膜溶胀以除去无机颗粒的

溶剂称为溶胀溶剂。

可以述及下述化合物作为本发明较好的良溶剂。烷基醇如甲醇、乙醇、正丙醇或异丙醇，溶液，它是包含上述烷基醇和水的混合溶液，其中水的含量至多为30 质量%，酰胺如 N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺或 N-甲基吡咯烷酮，
5 酮如丙酮或 2-丁酮，醚如乙醚、二丙醚、二异丙醚、二丁醚、1,2-二甲氧基乙烷、四氢呋喃或 1,4-二噁烷，腈化合物如乙腈，含硫化合物如二甲亚砜或环丁砜，和含氟化合物如 1,1-二氯-2,2,3,3,3-五氟丙烷、1,3-二氯-1,1,2,2,3-五氟丙烷、1,1-二氯-2,2,2-三氟乙烷、1,1,1,2,3,3-六氟丙烷、1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-十氟戊烷、全氟(正丁基甲基)醚、1,1,1,3,3,3-六氟-2-丙醇、2,2,3,3,3-五氟-1-丙
10 醇、2,2,2-三氟乙醇或 2,2,3,3-四氟丙醇。

尤其是，当良溶剂是烷基醇如甲醇、乙醇、正丙醇或异丙醇或包含这种烷基醇和水的混合溶液时，这种良溶剂可以用于 C-聚合物的酯化反应，这是较好的。特别好的是甲醇或其中的水含量至多为 30 质量%的甲醇水溶液。

另外，在电解氯化钠中使用后的离子交换膜中，含氟聚合物主要是钠盐的形式，而不管它们是含羧酸基还是含磺酸基。因此，为了提高在良溶剂中的溶解度，
15 宜在离子交换膜与良溶剂接触之前或在接触期间内用酸处理 C-聚合物和 S-聚合物，使它们从盐型转变成酸型。

作为用于此目的的酸，例如盐酸、硫酸、磷酸、硝酸或乙酸是较好的。特别好的是盐酸。而且，为了中和大部分的盐，酸的量较好对 C-聚合物中盐型离子交
20 换基团和 S-聚合物中盐型离子交换基团的总和来说至少为 1 当量。另一方面，酸的量较好对上述盐型离子交换基团的总和来说至多为 10 当量。

而且，所用酸的较好浓度为 0.5—20 质量%，尽管该量可以视酸的种类而变。用酸对离子交换膜的这种处理较好是在分离无机颗粒的同时进行。

将离子交换膜与良溶剂接触时的温度视溶剂、加入的酸的种类和它们的混合
25 比而变，但通常较好为 0—100℃，特别好为 15—50℃。同时，压力可以是常压，但为了提高溶解度，溶解可以在升高的压力下进行。

另外，在本发明的第二种方法中，用溶胀溶剂溶胀离子交换膜，以便分离和去除无机颗粒，之后将离子交换膜与良溶剂接触。可以述及下述方法作为分离无机颗粒的较好方法。

30 1)固定离子交换膜。然后，连续地供入溶胀溶剂，采用诸如在加热下回流或用泵送进行循环的方法使所述溶剂与离子交换膜接触。当离子交换膜溶胀时，无

机颗粒就从离子交换膜中分离出来，分散在溶胀溶剂中。为了加快无机颗粒的分离，可以在溶剂与离子交换膜接触时振动离子交换膜。

- 2) 将离子交换膜切成合适的大小，较好是 1—30 平方厘米，将其放到溶胀溶剂中，随后搅拌。搅拌时间较好至少 5 小时，特别好至少 20 小时。此时，较好是
- 5 加热溶剂，以便加快溶胀。然后，采用下述方法除去无机颗粒，所述方法是进行筛分，使离子交换膜留在筛子上，这样就将其从分散有无机颗粒的溶剂中分离出来，或者所述方法是从包含离子交换膜和分散有无机颗粒的溶剂的混合物中沉淀和除去溶剂中的无机颗粒，然后取出离子交换膜。

- 使离子交换膜溶胀的溶胀比较好至少为 1.2，特别好为 1.3—3.0。在此的溶
- 10 胀比是溶胀后的离子交换膜的质量与溶胀前的离子交换膜的质量之比。当溶胀比至少为 1.2 时，可以充分地分离无机颗粒。另外，当溶胀比至多为 3.0 时，离子交换膜的处置变得容易，这是较好的。

- 使离子交换膜溶胀的溶胀溶剂较好是包含水溶性有机溶剂和水的混合溶剂，这样含氟聚合物的溶解度是低的。作为较好的水溶性有机溶剂，可以述及的有甲
- 15 醇、乙醇、正丙醇、异丙醇、二噁烷、丙酮、环丁砜、乙二醇或丙二醇。其中，从回收和再利用溶剂的效率来看，以甲醇、乙醇、异丙醇或丙酮特别好，尤其是从处置的效率来看，以甲醇或乙醇为佳。

- 水在包含水溶性有机溶剂和水的混合溶剂中的含量视水溶性有机溶剂的种类、加入的酸的种类和量以及温度而变，但它较好至少为 50 质量%，特别好为 80
- 20 —95 质量%。而且，一种特别好的有机溶剂和水的混合溶剂是乙醇的水溶液，其中水的含量为 60—98 质量%。

- 另外，使离子交换膜溶胀的温度视溶剂、加入的酸的种类和它们的混合比而变，但它较好为 0—100℃，特别好为 15—50℃。若温度太高，则溶解在溶剂中的 C-聚合物和 S-聚合物的量增加，这样 C-聚合物和 S-聚合物的回收率将下降。使
- 25 离子交换膜溶胀的压力可以是常压或升高的压力。

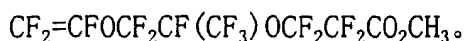
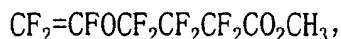
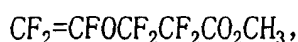
- 另外，仅使溶解有 C-聚合物和 S-聚合物的溶液中的 C-聚合物酯化的方法较好是这样一种方法，即加热上述溶液，使其与醇一起反应。在这种反应中，较好是加入酸如盐酸、硫酸或磷酸或亚硫酸氯进行反应。在上述方法中，醇较好是烷基醇如甲醇、乙醇、正丙醇或异丙醇。C-和 S-聚合物的良溶剂较好是这种烷基醇，
- 30 因为事实上良溶剂可以用于 C-聚合物的酯化反应。

可以视再利用的用途，以酯的形式使用所得的 C-聚合物酯，或者可以将其进

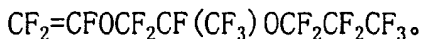
一步水解，以羧酸的形式使用之。

本发明回收含氟聚合物的方法适用于从包含 C-聚合物和 S-聚合物的用于电解氯化钠的离子交换膜回收 C-聚合物和 S-聚合物。

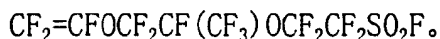
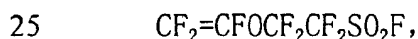
用于电解氯化钠的离子交换膜所用的 C-聚合物可以是由四氟乙烯和含羧酸基的全氟乙烯基醚的共聚物制成的离子交换膜，该离子交换膜的离子交换量为 0.8—1.9 meq/g 干树脂。上述共聚物较好是一种通过水解前体获得的共聚物，所述前体是四氟乙烯与含羧酸酯基的全氟乙烯基醚的共聚物。在此含羧酸酯基的全氟乙烯基醚较好是由式 $\text{CF}_2=\text{CF}-(\text{OCF}_2\text{CFX})_p-(\text{O})_q-(\text{CF}_2)_r-\text{CO}_2\text{CH}_3$ 表示的化合物，其中 $p=0-3$ ， q 是 0 或 1，条件是 $p+q \geq 1$ ， r 是 0—12， X 是 $-\text{F}$ 或 $-\text{CF}_3$ 。特别好的是下述化合物：



另外，作为前体，三组分型共聚物也是较好的，它是将下述全氟乙烯基醚与四氟乙烯和含羧酸酯基的全氟乙烯基醚进行聚合而得，



另外，用于电解氯化钠的上述离子交换膜所用的 S-聚合物可以是由四氟乙烯和含磺酸基的全氟乙烯基醚的共聚物制成的离子交换膜，该离子交换膜的离子交换量为 0.8—1.3 meq/g 干树脂。上述共聚物较好是一种通过水解前体获得的共聚物，所述前体是四氟乙烯与含磺酰氟基的全氟乙烯基醚的共聚物。在此含磺酰氟基的全氟乙烯基醚较好是由式 $\text{CF}_2=\text{CF}-(\text{OCF}_2\text{CFZ})_s-(\text{O})_t-(\text{CF}_2)_u-\text{SO}_2\text{F}$ 表示的化合物，其中 $s=0-3$ ， t 是 0 或 1，条件是 $s+t \geq 1$ ， u 是 0—12， Z 是 $-\text{F}$ 或 $-\text{CF}_3$ 。特别好的是下述化合物：



另外，在本发明中，当离子交换膜与如 PTFE 制成的织造织物的增强材料层压起来时，较好是在除去无机颗粒的同时除去增强材料，或者将离子交换膜溶解在良溶剂中，随后过滤。

按本发明，由于分别可以以高的纯度回收 C-聚合物和 S-聚合物，所以回收后无需提纯就可以再利用它们。然而，若视特定的用途需要较高的纯度，则要进

行提纯。作为提纯方法，较好是这样一种方法，其中在硫酸存在下将回收的 C-聚合物或 S-聚合物在醇如甲醇中进行热处理，分离和除去所得的 C-聚合物的酯（固体）。

5 本发明回收的 C-聚合物或其酯化化合物可以被再利用作为电解氯化钠的离子交换膜材料。S-聚合物可用作燃料电池的膜材料，用作电解氯化钠的离子交换膜材料或用作氟树脂纤维的材料。

在本发明的回收方法中，使离子交换膜溶胀以除去无机颗粒的具体例子如下。

10 对含有层压的 PTFE 织造织物并且有无机颗粒沉积在表面上的离子交换膜切割，然后用酸溶液如 10 质量%盐酸水溶液和乙醇（10 质量%盐酸水溶液/乙醇=90%/10%）的混合溶液处理。然后，用筛子进行过滤，用洗涤液如水洗涤所得的过滤产物，除去无机颗粒（过滤产物是聚合物组分，而无机颗粒分散在滤液中）。将过滤产物溶解在良溶剂甲醇中，随后排出 C-聚合物和 S-聚合物的混合溶液，过滤除去 PTFE 的织造织物。然后，加热 C-聚合物和 S-聚合物的混合溶液，使 C-聚合物的甲酯沉淀，而后经固-液分离法分离 C-聚合物甲酯（固体）和 S-聚合物（液体）。

在本发明回收含氟聚合物的方法中，将离子交换膜与良溶剂接触以除去无机颗粒的具体例子如下。

20 对含有层压的 PTFE 织造织物并且有无机颗粒沉积在表面上的离子交换膜切割，用酸溶液如 10 质量%盐酸水溶液和乙醇（体积比：10 质量%盐酸水溶液/乙醇=90%/10%）的混合溶液处理，将所有的 C-聚合物和 S-聚合物转变成酸型。然后，将它们与良溶剂甲醇接触，排出 C-聚合物和 S-聚合物的混合溶液，同时过滤除去无机颗粒和 PTFE 的织造织物。加热 C-聚合物和 S-聚合物的混合溶液，使 C-聚合物的甲酯沉淀，经固-液分离法分离 C-聚合物甲酯（固体）和 S-聚合物（液体）。

具体实施方式

现在，将参考实施例（实施例 1 和 2）对本发明进行说明。

30 实施例 1

作为离子交换膜，制备包含相互层压的 C-聚合物膜、S-聚合物膜和 PTFE 织

造织物，并且在其表面上沉积有无机颗粒（碳化硅颗粒、氧化锆颗粒和表面沉淀物颗粒）的离子交换膜，该离子交换膜用于电解氯化钠。在此离子交换膜中，C-聚合物是四氟乙烯与含羧酸基的全氟乙烯基醚的共聚物的钠盐，所述聚合物的离子交换量为 1.8 meq/g 干树脂。S-聚合物是四氟乙烯与含磺酸基的全氟乙烯基醚的共聚物的钠盐，所述聚合物的离子交换量为 1.1 meq/g 干树脂。

在 500 ml 装有冷凝管和搅拌器的烧瓶中加入 180 g 水和 20 g 乙醇，加入 10 g 切成 2 cm² 的上述离子交换膜。在 20℃ 时搅拌 15 小时后，使离子交换膜溶胀，用 10 目的筛子进行过滤。此时的溶胀比为 1.5。然后，将所得的固体过滤产物和 200 g 水倒入 500 ml 烧瓶中，在 20℃ 时搅拌 30 分钟，随后用 10 目的筛子过滤。重复这种混合和搅拌过滤产物和水、而后过滤的操作 3 次，除去无机颗粒。

将除去无机颗粒的过滤产物和 200 g 甲醇倒入 500 ml 烧瓶中，在 60℃ 时回流 15 小时，随后用 10 目的筛子过滤。取出过滤产物-PTFE 的织造织物，排出滤液-含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的甲醇溶液。然后，以 4,000 rpm 的速度对所得的滤液进行离心分离 30 分钟，随后用孔为 0.3 μm 的滤纸过滤上层清液，除去剩余的无机颗粒。

将所得含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的甲醇溶液和 0.4 g 10 质量% 的盐酸水溶液倒入烧瓶中，在 60℃ 时回流 6 小时，随后用孔为 0.3 μm 的滤纸过滤 0.5 小时，获得过滤产物 C-聚合物的甲酯，产率为 83.4%。另外，蒸馏除去滤液中的溶剂，获得 S-聚合物，产率为 67.3%。

对于各 C-聚合物甲酯和 S-聚合物，采用 ICP（高频感应耦合等离子体发射光谱）测量碳化硅、氧化锆和表面沉淀物（以铁元素计）的含量，在所有情况下的测得值均至多为 10 ppm。另外，采用 ¹⁹F-NMR（超导核磁共振谱）测量聚合物的纯度，C-聚合物甲酯的纯度为 95%，S-聚合物的纯度为 95%。

另外，按下述方法进一步提纯 C-聚合物。在 50 ml 装有冷凝管和搅拌器的烧瓶中加入 0.4 g 所得的 C-聚合物甲酯、19.6 g 甲醇和 0.02 g 浓硫酸，在约 58℃ 时在搅拌下回流 6 小时。冷却后，用孔为 3 μm 的膜滤器进行过滤，获得过滤产物-固体 C-聚合物甲酯。采用 ¹⁹F-NMR 分析这种产物，纯度为 99%。

另外，按下述方法进一步提纯 S-聚合物。在 50 ml 装有冷凝管和搅拌器的烧瓶中加入 0.4 g 实施例 1 所得的 S-聚合物、19.6 g 甲醇和 0.02 g 浓硫酸，在约 58℃ 时在搅拌下回流 6 小时。冷却后，用孔为 3 μm 的膜滤器进行过滤，获得过滤产物-S-聚合物的甲醇溶液。采用 ¹⁹F-NMR 分析产物，纯度为 99%。

实施例 2

在 500 ml 烧瓶中加入 10 g 实施例 1 所用相同的切成 2 cm² 的离子交换膜和 200 g 甲醇，在 60℃ 时搅拌 15 小时，随后用 10 目的筛子过滤。取出过滤产物-PTFE 制成的织造织物，排出滤液-含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的甲醇溶液。然后，以 4,000 rpm 的速度对这种滤液进行离心分离 30 分钟，接着用孔为 0.1 μm 的滤纸过滤上层清液 20 小时，除去剩余的无机颗粒。

按实施例 1 相同的方式，从含有溶解的 C-聚合物和 S-聚合物的甲醇溶液获得 C-聚合物甲酯，其产率为 80.7%，并获得 S-聚合物，其产率为 60.7%。

对于各 C-聚合物甲酯和 S-聚合物，采用 ICP 测量碳化硅、氧化锆和表面沉淀物（以铁元素计）的含量，在所有情况下的测得值均至多为 10 ppm。另外，采用 ¹⁹F-NMR 测量聚合物的纯度，C-聚合物甲酯的纯度为 90%，S-聚合物的纯度为 95%。

采用本发明可以有效和简单地回收用过的含氟离子交换膜中的含氟聚合物。创立了一种含氟聚合物的回收利用的方法，这样就可以减少废物。

在 2001 年 3 月 9 日申请的日本专利申请 No. 2001-67300 的全部内容（包括说明书、权利要求书和概要）在此全部参考引用。