



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0033973

(51)⁸ C25B 13/08; C25B 9/00; C25B 1/34;
C25B 13/02

(13) B

(21) 1-2018-04248

(22) 24/11/2017

(86) PCT/JP2017/042291 24/11/2017

(87) WO 2018/139028 A1 02/08/2018

(30) 2017-013283 27/01/2017 JP

(45) 25/11/2022 416

(43) 25/12/2018 369A

(73) ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA (JP)

1-105, Kanda Jinbocho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8101 Japan

(72) OHASHI, Ryuji (JP); KAMEYAMA, Hiroyuki (JP); MORIKAWA, Takuya (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) MÀNG TRAO ĐỔI ION, THIẾT BỊ ĐIỆN PHÂN BAO GỒM MÀNG TRAO ĐỔI ION VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO MÀNG TRAO ĐỔI ION NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến màng trao đổi ion bao gồm lớp S bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit sulfonic, lớp C bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic, và các vật liệu làm tăng bền được bố trí bên trong lớp S và có chức năng làm ít nhất một trong số sợi gia cường và sợi chống ăn mòn, trong đó A và B, cả hai trong số này được xác định dưới đây, thỏa mãn các công thức (1) và (2) sau đây:

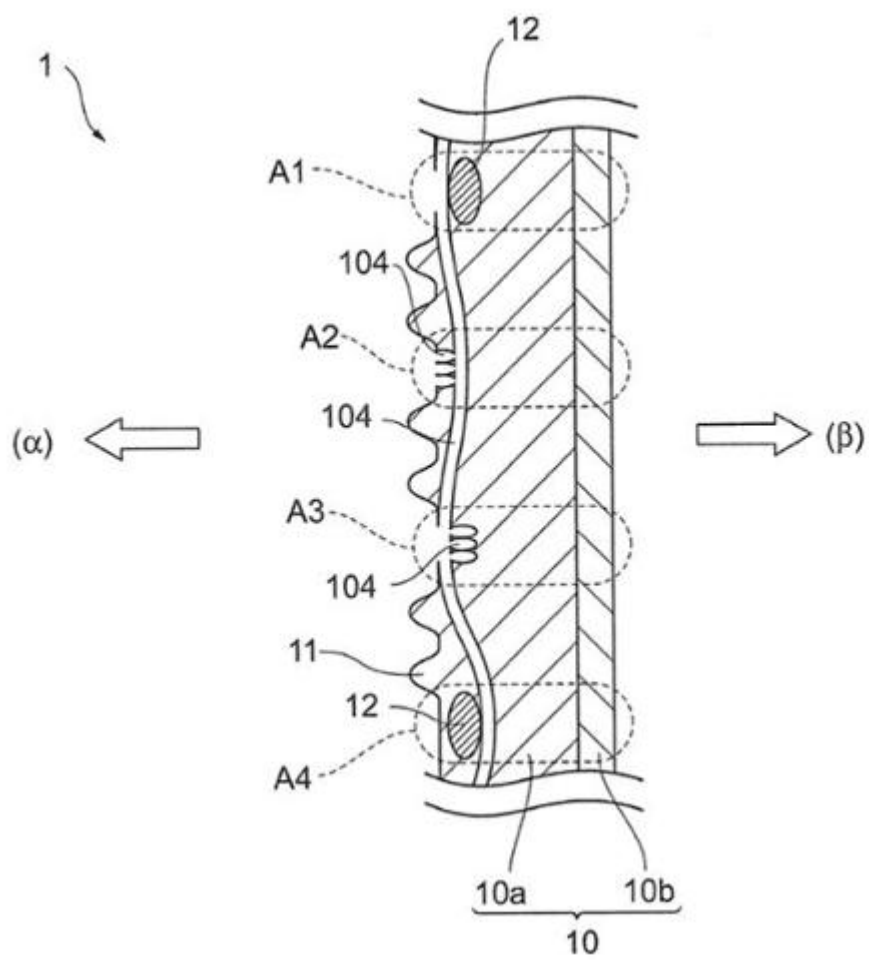
$$B \leq 240 \mu\text{m} \quad (1)$$

$$2,0 \leq B/A \leq 5,0 \quad (2)$$

trong đó, khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt đỉnh,

A là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, vật liệu làm tăng bền không tồn tại, và

B là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, các danh sợi gia cường chồng lên nhau, và trong vùng mà trong đó, sợi gia cường chồng lên sợi chống ăn mòn. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp chế tạo màng trao đổi ion và thiết bị điện phân bao gồm màng này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến màng trao đổi ion và thiết bị điện phân. Cụ thể, sáng chế đề cập đến màng trao đổi ion và thiết bị điện phân được sử dụng để điện phân muối clorua kim loại kiềm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Màng trao đổi ion chứa flo, mà có khả năng chịu nhiệt và khả năng chịu hóa chất tuyệt vời, được sử dụng làm màng điện phân để điện phân clorua kiềm, điện phân tạo ra ozon, pin nhiên liệu, điện phân nước, và điện phân axit clohydric trong nhiều ứng dụng khác nhau, và mở rộng thêm các ứng dụng mới.

Trong số này, trong quá trình điện phân clorua kiềm để tạo ra clo và hydroxit kiềm, phương pháp màng trao đổi ion gần đây chiếm ưu thế. Ngoài ra, để làm giảm mức tiêu thụ điện năng, thiết bị điện phân công nghệ khe hở zero tuần hoàn tự nhiên bao gồm màng trao đổi ion, anot, và catot tiếp xúc sát nhau trở nên chiếm ưu thế để điện phân clorua kiềm bằng phương pháp màng trao đổi ion. Đối với màng trao đổi ion được sử dụng trong quá trình điện phân clorua kiềm, cần đáp ứng nhiều khả năng khác nhau. Ví dụ về khả năng cần đáp ứng bao gồm khả năng thực hiện điện phân ở hiệu suất dòng điện cao và điện áp điện phân thấp, nồng độ tạp chất thấp (cụ thể là, clorua kiềm và các loại tương tự khác) chứa trong hydroxit kiềm được sinh ra, độ bền cơ cao của màng, và khả năng chịu hóa chất cao chống lại clo và hydroxit kiềm được sinh ra trong khi điện phân. Trong số này, việc làm giảm điện áp điện phân là yêu cầu cấp thiết trong khi độ bền cơ cao được duy trì.

Để đáp ứng các yêu cầu nêu trên, hình dạng của vật liệu lõi gia cường được kiểm soát để cải thiện điện áp điện phân trong khi độ bền cơ cao được duy trì. Ví dụ, trong các tài liệu sáng chế 1 và 2, việc ức chế tác dụng che chắn gây ra bởi sợi gia cường bên trong màng trao đổi ion bằng cách cải tiến sự bố trí và số đánh sợi chống ăn mòn được dệt hỗn hợp thành vật liệu lõi gia cường được thực hiện để nhờ đó làm giảm điện áp điện phân trong khi độ bền cơ cao vẫn được duy trì.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5792843

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn quốc tế số WO 2016/076325

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Liên quan đến các vấn đề kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 và 2, mặc dù quan sát thấy việc giảm điện áp điện phân gây ra bởi sự che chắn các ion bị giảm do các lỗ rửa giải được tạo ra từ sợi chống ăn mòn, vẫn tiếp tục cần cải tiến nhựa trao đổi ion dùng để tạo ra màng trao đổi ion và làm gia tăng điện áp điện phân gây ra bởi sự hấp phụ khí được sinh ra khi điện phân, đặc biệt là trong quá trình điện phân clorua kiềm bằng cách sử dụng thiết bị điện phân công nghệ khe hở zero tuần hoàn tự nhiên.

Sáng chế được thực hiện trên quan điểm về các vấn đề ở trên có trong các giải pháp đã biết thông thường, và mục đích của sáng chế là đề xuất màng trao đổi ion có điện áp điện phân giảm trong quá trình điện phân clorua kiềm bằng thiết bị điện phân công nghệ khe hở zero tuần hoàn tự nhiên trong khi độ bền cơ cao vẫn giữ lại được.

Giải quyết vấn đề

Theo kết quả của các nghiên cứu chuyên sâu để giải quyết các vấn đề này, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi màng trao đổi ion có cấu trúc xác định trước và hình dạng của mỗi phần của màng trao đổi ion được điều chỉnh trong khoảng cụ thể, điện áp điện phân bị giảm đột ngột trong khi độ bền cơ vẫn giữ lại được, nhờ đó sáng chế được hoàn thành.

Theo đó, sáng chế cụ thể là như sau.

[1] Màng trao đổi ion bao gồm:

lớp S bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit sulfonic;

lớp C bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic; và

các vật liệu làm tăng bền được bố trí bên trong lớp S và có chức năng làm ít nhất một trong số sợi gia cường và sợi chống ăn mòn;

trong đó A và B, cả hai trong số này được xác định dưới đây, thỏa mãn các công thức (1) và (2) sau đây:

$$B \leq 240 \mu\text{m} \quad (1)$$

$$2,0 \leq B/A \leq 5,0 \quad (2)$$

trong đó, khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt ở đỉnh,

A là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, vật liệu làm tăng bền không tồn tại, và

B là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, các đánh sợi gia cường chồng lên nhau, và đối với vùng mà trong đó, sợi gia cường chồng lên sợi chống ăn mòn.

[2] Màng trao đổi ion theo mục [1], trong đó A và C1 mà được xác định dưới đây thỏa mãn công thức (3) sau đây:

$$40 \mu\text{m} \leq A \leq C1 \quad (3)$$

trong đó, C1 là giá trị tối đa của khoảng cách giữa bề mặt của lớp S và sợi gia cường xa nhất từ bề mặt của lớp S, khoảng cách này được đo trong nước tinh khiết và theo hướng độ dày của màng trong vùng mà trong đó, các đánh sợi gia cường chồng lên nhau.

[3] Màng trao đổi ion theo mục [1] hoặc [2], trong đó:

lớp S có lỗ liên tục trong đó và các phần hở trên bề mặt của lớp này, và

tỷ lệ của tổng diện tích các phần hở trong diện tích bề mặt của lớp S nằm trong khoảng từ 0,4 đến 15%.

[4] Màng trao đổi ion theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó bề mặt của lớp S có các phần nhô lên có chiều cao là 20 μm hoặc lớn hơn, khi nhìn từ mặt cắt ngang.

[5] Màng trao đổi ion theo mục [4], trong đó mật độ bố trí của các phần nhô lên nằm trong khoảng từ 20 đến 1500 phần nhô lên/ cm^2 .

[6] Thiết bị điện phân bao gồm màng trao đổi ion theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5].

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Màng trao đổi ion theo sáng chế có độ bền cơ cao và điện áp điện phân thấp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện màng trao đổi ion làm ví dụ theo phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình phối cảnh đơn giản thể hiện màng trao đổi ion làm ví dụ theo phương án của sáng chế, được cắt một phần để được sử dụng nhằm minh họa sự bố trí của các phần hở và các lỗ liên tục.

Fig.3 là hình phối cảnh đơn giản thể hiện màng trao đổi ion làm ví dụ theo phương án của sáng chế, được cắt một phần để được sử dụng nhằm minh họa sự bố trí của sợi gia cường.

Fig.4 là hình chiếu bằng sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày của màng theo phương án của sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày a của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.6 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày a của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.7 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày b của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày b của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày c1 và c2 của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.10 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện vị trí làm ví dụ để đo độ dày c1 và c2 của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.11 là hình phóng to một phần của vùng A1 trên Fig.1.

Fig.12 là hình phóng to một phần của vùng A2 trên Fig.1.

Fig.13 là hình phóng to một phần của vùng A3 trên Fig.1.

Fig.14 là hình khái quát để minh họa tỷ lệ độ hồng của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.15 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược theo phương án thứ hai của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.16 là hình vẽ sơ lược minh họa tỷ lệ diện tích lộ ra bên ngoài của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.17 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện phương án thứ ba của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.18 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện phương án thứ tư của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.19 là hình vẽ sơ lược để minh họa phương pháp tạo ra các lỗ liên tục của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế.

Fig.20 là hình vẽ sơ lược thể hiện thiết bị điện phân làm ví dụ theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, một phương án thực hiện sáng chế (sau đây, được gọi là “phương án của sáng chế”) sẽ được mô tả chi tiết. Sáng chế không bị giới hạn ở những phương án này và có thể được cải biến theo các cách khác nhau và được thực hiện theo ý đồ của nó. Mọi tương quan về vị trí như lên và xuống, trái và phải, hoặc các mối tương quan tương tự khác được dựa trên mối tương quan về vị trí được thể hiện trên các hình vẽ, trừ khi được quy định khác. Ngoài ra, tỷ lệ về kích thước trong các hình vẽ cũng không bị giới hạn ở tỷ lệ được minh họa.

Màng trao đổi ion

Màng trao đổi ion theo khía cạnh thứ nhất của phương án của sáng chế (sau đây, còn được gọi đơn giản là “màng trao đổi ion thứ nhất”) bao gồm lớp S bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit sulfonic, lớp C bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic, và các vật liệu làm tăng bền được bố trí bên trong lớp S và có chức năng làm ít nhất một trong số sợi gia cường và sợi chống ăn mòn. Ngoài ra, A và B, cả hai trong số này được xác định dưới đây, thỏa mãn các công thức (1) và (2) sau đây:

$$B \leq 240 \mu\text{m} \quad (1)$$

$$2,0 \leq B/A \leq 5,0 \quad (2)$$

trong đó, khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt đỉnh,

A là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, vật liệu làm tăng bền không tồn tại, và

B là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, các đánh sợi gia cường chồng lên nhau, và đối với vùng mà trong đó, sợi gia cường chồng lên sợi chống ăn mòn.

Khi có cấu hình như được mô tả ở trên, màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế có thể tạo ra độ bền cơ cao và điện áp điện phân thấp.

Ngoài ra, màng trao đổi ion theo khía cạnh thứ hai của phương án của sáng chế (sau đây, còn được gọi đơn giản là “màng trao đổi ion thứ hai”) bao gồm lớp S bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit sulfonic, lớp C bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic, và các vật liệu làm tăng bền được bố trí bên trong lớp S và có chức năng làm

ít nhất một trong số sợi gia cường và sợi chống ăn mòn, trong đó A, B, và C1, đều được xác định dưới đây, thỏa mãn các công thức (1'), (2), và (3) sau đây:

$$B < 245 \mu\text{m} \quad (1')$$

$$2,0 \leq B/A \leq 5,0 \quad (2)$$

$$40 \mu\text{m} \leq A \leq C1 \quad (3)$$

trong đó, khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt đỉnh,

A là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, vật liệu làm tăng bền không tồn tại,

B là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, các danh sợi gia cường chồng lên nhau, và đối với vùng mà trong đó, sợi gia cường chồng lên sợi chống ăn mòn, và

C1 là giá trị tối đa của khoảng cách giữa bề mặt của lớp S và sợi gia cường xa nhất tính từ bề mặt của lớp S, khoảng cách này được đo trong nước tinh khiết và theo hướng độ dày của màng trong vùng mà trong đó, các danh sợi gia cường chồng lên nhau.

Màng trao đổi ion có cấu hình như được mô tả ở trên cũng có thể tạo ra độ bền cơ cao và điện áp điện phân thấp.

Thuật ngữ “màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế” sau đây dùng để chỉ màng trao đổi ion thứ nhất và màng trao đổi ion thứ hai.

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện màng trao đổi ion làm ví dụ theo phương án của sáng chế. Fig.2 là hình phối cảnh đơn giản thể hiện màng trao đổi ion làm ví dụ theo phương án của sáng chế, được cắt một phần để được sử dụng nhằm minh họa sự bố trí của các phần hở và các lỗ liên tục. Fig.3 là hình phối cảnh đơn giản thể hiện màng trao đổi ion làm ví dụ theo phương án của sáng chế, được cắt một phần, để được sử dụng nhằm minh họa sự bố trí của sợi gia cường. Fig.2 và Fig.3 loại bỏ phần nhô lên được nêu dưới đây.

Màng trao đổi ion 1 được thể hiện trên Fig.1 có phần thân chính của màng 10 được cấu thành từ lớp S bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit sulfonic (10a) và lớp C bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic (10b), và sợi gia cường (vật liệu làm tăng bền) 12 được bố trí bên trong lớp S (10a).

Trên Fig.1, các phần nhô lên 11 và các phần hở 102 được tạo ra trên bề mặt của lớp S (10a), và các lỗ liên tục 104 để kết nối ít nhất hai trong số các phần hở 102 với

nhau được tạo ra bên trong lớp S (10a). Các lỗ 106 trên Fig.2 được tạo ra bằng cách được cắt ra khỏi màng trao đổi ion 1.

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng A

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng A được tính như sau.

Vị trí được thể hiện là “○” trên Fig.4 tương ứng với phần tâm của vùng, trong đó không có sợi gia cường lẫn sợi chống ăn mòn cấu thành nên vật liệu gia cường tồn tại (phần cửa sổ) khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt đỉnh, và độ dày a được đo ở vị trí này. Độ dày a, như được thể hiện trên Fig.5 hoặc Fig.6, tương ứng với độ dày của màng được đo trong nước tinh khiết, ở vị trí này và theo hướng mặt cắt ngang của màng. Khi phần nhô lên mà được tạo ra chỉ từ nhựa trao đổi ion, mà cấu thành nên màng trao đổi ion, tồn tại trên bề mặt của lớp S, thì khoảng cách từ bề mặt của lớp C đến phần đế của các phần nhô lên này được tính là độ dày a.

Đối với phương pháp đo độ dày a, một lát mỏng có chiều rộng là khoảng 100 μm có thể được cắt ra khỏi mặt cắt ngang của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết trước đó, bằng dao cạo hoặc dụng cụ tương tự, tiếp theo đó lát mỏng này có thể được nhúng trong nước tinh khiết với phần mặt cắt ngang hướng lên phía trên, và tiếp đó độ dày của lát mỏng này có thể được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi hoặc dụng cụ tương tự. Theo cách khác, hình ảnh chụp bằng tia X theo lớp của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết quan sát được bằng cách sử dụng phép chụp bằng tia X theo lớp có máy tính điều khiển (CT: computed tomography) hoặc phương pháp tương tự có thể được sử dụng để đo độ dày.

Độ dày được xác định tại 15 điểm, và độ dày của phần có độ dày nhỏ nhất được tính là a (min).

a (min) được xác định tại 3 vị trí khác nhau, và giá trị trung bình của nó là độ dày A.

Theo quan điểm về việc đảm bảo độ bền thích hợp của màng, trong màng trao đổi ion thứ nhất, độ dày A tốt hơn là 40 μm hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 50 μm hoặc lớn hơn. Trong màng trao đổi ion thứ hai, độ dày A là 40 μm hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 50 μm hoặc lớn hơn.

Độ dày A có thể nằm trong khoảng được ưu tiên nói trên, ví dụ, bằng cách kiểm soát độ dày mỗi lớp S và lớp C, hoặc bằng cách thiết lập các điều kiện thực hiện (điều kiện nhiệt độ và tỷ lệ giãn dài) khi thực hiện chế tạo màng trao đổi ion (cụ thể là, khi dát

mỏng màng và vật liệu làm tăng bền) trong khoảng thích hợp được mô tả dưới đây hoặc khoảng tương tự. Cụ thể hơn, khi nhiệt độ màng khi dát mỏng được gia tăng, độ dày A sẽ có xu hướng nhỏ đi. Khi tỷ lệ giãn dài khi giãn dài giảm xuống, độ dày A có xu hướng tăng lên. Điều kiện nhiệt độ khi dát mỏng và tỷ lệ giãn dài khi giãn dài là không bị giới hạn ở các khoảng đã được nêu ở trên và tốt hơn nữa là được điều chỉnh cho thích hợp, khi xem xét về các tính chất chảy và các tính chất tương tự của polyme chứa flo được sử dụng.

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng B

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng B được tính như sau.

Vị trí được thể hiện là “ $\triangle$ ” trên Fig.4 tương ứng với vùng mà trong đó đánh sợi gia cường cấu thành nên vật liệu làm tăng bền chồng lên nhau, và vị trí được thể hiện là “ $\square$ ” trên Fig.4 tương ứng với vùng mà trong đó sợi gia cường chồng lên sợi chống ăn mòn, cả hai sợi này cấu thành nên vật liệu làm tăng bền. Ở cả hai vị trí, độ dày b được đo. Độ dày b, như được thể hiện trên Fig.7 hoặc Fig.8, tương ứng với độ dày của màng được đo trong nước tinh khiết đối với điểm có độ dày lớn nhất trong vùng này theo hướng mặt cắt ngang của màng. Khi phần nhô lên được tạo ra chỉ từ nhựa trao đổi ion, mà cấu thành nên màng trao đổi ion, tồn tại trên bề mặt của lớp S, thì khoảng cách từ bề mặt của lớp C đến phần đế của các phần nhô lên được tính là độ dày b. Ví dụ được thể hiện trên Fig.8 tương ứng với trường hợp trong đó phần nhô lên được tạo ra từ nhựa trao đổi ion cấu thành nên màng trao đổi ion và vật liệu làm tăng bền tồn tại trên bề mặt của lớp S, và khoảng cách từ bề mặt của lớp C đến đỉnh của các phần nhô lên được tính là độ dày b.

Đối với phương pháp đo độ dày b, một lát mỏng có chiều rộng là khoảng 100 μm có thể được cắt ra khỏi mặt cắt ngang của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết trước đó, bằng dao cạo hoặc dụng cụ tương tự, tiếp theo đó lát mỏng này có thể được nhúng trong nước tinh khiết với phần mặt cắt ngang hướng lên phía trên, và tiếp đó độ dày của lát mỏng này có thể được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi hoặc dụng cụ tương tự. Theo cách khác, hình ảnh chụp bằng tia X theo lớp của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết quan sát được bằng cách sử dụng phép chụp bằng tia X theo lớp có máy tính điều khiển hoặc phương pháp tương tự có thể được sử dụng để đo độ dày.

Độ dày b được đo tại 15 điểm, và độ dày của phần có độ dày lớn nhất được tính là b (max).

b (max) được xác định tại 3 vị trí khác nhau, và giá trị trung bình của nó là độ dày B .

Trong quá trình điện phân clorua kiềm bằng cách sử dụng thiết bị điện phân công nghệ khe hở zero, khoảng cách giữa các điện cực được xác định bằng độ dày của màng trao đổi ion. Do đó, khi độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng B là lớn, điện trở giữa các điện cực có xu hướng tăng lên để nhờ đó dẫn đến sự gia tăng điện áp điện phân. Theo quan điểm này, trong màng trao đổi ion thứ nhất, độ dày B là 240 μm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 230 μm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 220 μm hoặc nhỏ hơn. Trong màng trao đổi ion thứ hai, mối tương quan giữa A và C được nêu dưới đây sẽ được điều chỉnh phù hợp. Do đó, độ dày B có thể nhỏ hơn 245 μm , tốt hơn là 240 μm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 230 μm hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 220 μm hoặc nhỏ hơn.

Độ dày B có thể nằm trong khoảng được ưu tiên nói trên, ví dụ, bằng cách kiểm soát độ dày mỗi lớp S và lớp C hoặc bằng cách thiết lập đường kính của vật liệu làm tăng bền và các điều kiện thực hiện (điều kiện nhiệt độ và tỷ lệ giãn dài) khi thực hiện chế tạo màng trao đổi ion (cụ thể là, khi dát mỏng màng và vật liệu làm tăng bền) trong khoảng thích hợp được mô tả dưới đây hoặc khoảng tương tự. Cụ thể hơn, khi nhiệt độ không khí bên ngoài khi dát mỏng là thấp, độ dày B sẽ có xu hướng nhỏ đi. Khi tỷ lệ giãn dài khi giãn dài giảm xuống, độ dày B có xu hướng tăng lên. Điều kiện nhiệt độ khi dát mỏng và tỷ lệ giãn dài khi giãn dài là không bị giới hạn ở các khoảng đã được nêu ở trên và tốt hơn nữa là được điều chỉnh cho thích hợp, khi xem xét về các tính chất chảy và các tính chất tương tự của polyme chứa flo được sử dụng.

Tỷ lệ độ dày B/A

Tỷ lệ độ dày B/A là giá trị thu được bằng cách chia độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng B cho độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng A .

Khi B/A được gia tăng, độ dày của phần cửa sổ mà qua đó cation thấm vào sẽ trở nên nhỏ hơn để làm cho điện áp điện phân được giảm đi. Do đó, trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, B/A là 2,0 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,3 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,5 hoặc lớn hơn.

Ngược lại, khi B/A là cực lớn, độ nhám trên bề mặt của màng trở nên cực lớn, và các bọt khí được sinh ra từ sự điện phân clorua kiềm tích tụ lại trong phần cửa sổ, là

phần hốc. Khi khí hấp phụ vào bề mặt của màng trao đổi ion, sự thẩm cation được ngăn chặn để nhờ đó dẫn đến sự gia tăng điện áp điện phân. Do đó, trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, B/A là 5,0 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4,5 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4,0 hoặc nhỏ hơn.

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng C1

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng C1 được tính như sau.

Vị trí được biểu thị bằng " $\triangle$ " trên Fig.4 tương ứng với vùng mà trong đó đánh sợi gia cường cấu thành nên vật liệu làm tăng bền chồng lên nhau, và độ dày $c1$ được đo ở vị trí này. Độ dày $c1$, như được thể hiện trên Fig.9 hoặc Fig.10, tương ứng với khoảng cách từ giao diện giữa sợi gia cường xa nhất từ bề mặt của lớp S và nhựa trao đổi ion đến bề mặt của lớp S, khoảng cách này được đo trong nước tinh khiết và theo hướng mặt cắt ngang của màng. Khi phần nhô lên được hình thành trên bề mặt của lớp S và được tạo ra chỉ từ nhựa trao đổi ion mà cấu thành nên màng trao đổi ion, thì khoảng cách từ bề mặt của lớp C đến phần đế của phần nhô lên được tính là độ dày $c1$. Ví dụ được thể hiện trên Fig.10 tương ứng với trường hợp mà trong đó, phần nhô lên được tạo ra từ nhựa trao đổi ion cấu thành nên màng trao đổi ion và vật liệu làm tăng bền tồn tại trên bề mặt của lớp S, và khoảng cách từ bề mặt của lớp C đến đầu nhọn của phần nhô lên được tính là độ dày b .

Đối với phương pháp đo độ dày $c1$, một lát mỏng có chiều rộng là khoảng 100 μm có thể được cắt ra khỏi mặt cắt ngang của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết trước đó, bằng dao cạo hoặc dụng cụ tương tự, tiếp theo đó lát mỏng này có thể được nhúng trong nước tinh khiết với phần mặt cắt ngang hướng lên phía trên, và tiếp đó độ dày của lát mỏng này có thể được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi hoặc dụng cụ tương tự. Theo cách khác, hình ảnh chụp bằng tia X theo lớp của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết quan sát được bằng cách sử dụng phương pháp chụp cộng hưởng từ (MRI: Magnetic Resonance Imaging) hoặc phương pháp tương tự có thể được sử dụng để đo độ dày.

Độ dày $c1$ được xác định ở 15 điểm, và độ dày của phần có độ dày lớn nhất được tính là $c1$ (max).

$c1$ (max) được xác định tại 3 vị trí khác nhau, và giá trị trung bình của nó là độ dày C1.

Cation thấm vào màng trao đổi ion trong khi điện phân clorua kiềm có đặc tính thấm một cách thuận lợi vào phần cửa sổ của màng trao đổi ion có độ dày nhỏ hơn. Khi độ dày A là bằng hoặc nhỏ hơn độ dày C1, cation có xu hướng thấm vào màng trao đổi ion mà không bị ảnh hưởng bởi phần bóng, là phần được hình thành phía sau sợi gia cường để giới hạn sự thấm ion. Theo quan điểm về việc làm giảm thêm điện áp điện phân theo cách này, độ dày A tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn độ dày C1 trong màng trao đổi ion thứ nhất. Trong màng trao đổi ion thứ hai, độ dày A là bằng hoặc nhỏ hơn độ dày C1.

Theo đó, trong màng trao đổi ion thứ nhất, A và C1 tốt hơn nữa là thỏa mãn công thức (3):

$$40 \mu\text{m} \leq A \leq C1 \quad (3)$$

trong đó C1 là giá trị tối đa của khoảng cách giữa bề mặt của lớp S và sợi gia cường xa nhất tính từ bề mặt của lớp S, khoảng cách này được đo trong nước tinh khiết và theo hướng độ dày của màng trong vùng mà trong đó, các dải sợi gia cường chồng lên nhau.

Trong màng trao đổi ion thứ hai, A và C1 được mô tả trên đây sẽ thỏa mãn công thức (3) trên đây.

Độ dày C1 có thể thỏa mãn mối tương quan nêu trên, ví dụ, bằng cách thiết lập đường kính sợi của vật liệu làm tăng bền trong khoảng thích hợp được mô tả dưới đây.
Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng C2

Độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng C2 được tính như sau.

Vị trí được thể hiện là “△” trên Fig.4 tương ứng với vùng mà trong đó dải sợi gia cường cấu thành nên vật liệu làm tăng bền chồng lên nhau, và tương ứng với vị trí mà độ dày c2 được đo. Độ dày c2, như được thể hiện trên Fig.9 hoặc Fig.10, tương ứng với khoảng cách trong vùng này từ giao diện giữa sợi gia cường xa nhất từ bề mặt của lớp S và nhựa trao đổi ion đến giao diện giữa sợi gia cường gần nhất với bề mặt của lớp S và nhựa trao đổi ion, theo hướng mặt cắt ngang của màng.

Đối với phương pháp đo độ dày c2, một lát mỏng có chiều rộng là khoảng 100 μm có thể được cắt ra khỏi mặt cắt ngang của phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết trước đó, bằng dao cạo hoặc dụng cụ tương tự, tiếp theo đó lát mỏng này có thể được nhúng trong nước tinh khiết với phần mặt cắt ngang hướng lên phía trên, và tiếp đó độ dày của lát mỏng này có thể được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi hoặc dụng cụ tương tự. Theo cách khác, hình ảnh chụp bằng tia X theo lớp của

phần đích của màng trao đổi ion đã nhúng trong nước tinh khiết quan sát được bằng cách sử dụng phương pháp MRI hoặc phương pháp tương tự có thể được sử dụng để đo độ dày.

Độ dày c2 được xác định ở 15 điểm, và độ dày của phần có độ dày lớn nhất được tính là c2 (max).

c2 (max) được xác định tại 3 vị trí khác nhau, và giá trị trung bình của nó là độ dày C2.

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, độ dày A tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn độ dày C2 bởi vì tác dụng làm giảm độ dày của màng do các lỗ liên tục được tạo ra bởi sợi chống ăn mòn được tận dụng một cách hiệu quả.

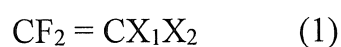
Độ dày C2 có thể thỏa mãn mối tương quan nêu trên, ví dụ, bằng cách thiết lập đường kính sợi của vật liệu làm tăng bền trong khoảng thích hợp được mô tả dưới đây hoặc khoảng tương tự.

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, C2 tốt hơn là 130 μm hoặc nhỏ hơn. C2 nằm trong khoảng này có xu hướng làm cho điện áp điện phân được giảm đi bằng cách triệt tiêu ảnh hưởng của phần bóng, là phần được hình thành phía sau sợi gia cường mà không có cation thấm vào để giới hạn sự thấm cation qua màng trao đổi ion. Theo quan điểm tương tự, trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, C2 tốt hơn nữa là 100 μm hoặc nhỏ hơn.

Lớp S

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, lớp S chứa polyme chứa flo A có nhóm axit sulfonic. Polyme chứa flo A có nhóm axit sulfonic, cấu thành nên lớp S, không bị giới hạn ở các nhóm sau đây, và có thể được tạo ra bằng cách copolyme hóa các monome trong nhóm thứ nhất và các monome trong nhóm thứ hai hoặc homopolyme hóa các monome trong nhóm thứ hai chẳng hạn.

Ví dụ về monome trong nhóm thứ nhất bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, hợp chất vinyl được flo hóa. Về hợp chất vinyl được flo hóa này, các hợp chất được thể hiện bằng công thức chung (1) sau đây là được ưu tiên:

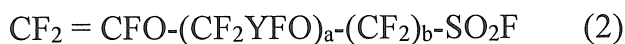


trong đó X_1 và X_2 độc lập là F, Cl, H, hoặc CF_3 .

Ví dụ về hợp chất vinyl được flo hóa được thể hiện bằng công thức chung (1) ở trên bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, vinyl florua, tetrafloetylen, hexaflopropylen, vinyliden florua, trifloetylen, và clotrifloetylen.

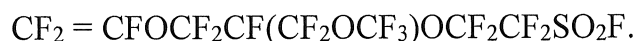
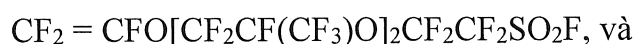
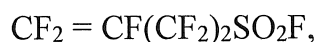
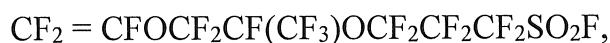
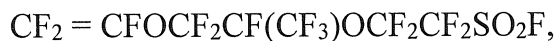
Cụ thể là, khi màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế được sử dụng làm màng để điện phân kiềm, hợp chất vinyl được flo hóa tốt hơn là perflo monome, tốt hơn nữa là perflo monome được chọn từ nhóm bao gồm tetrafloetylen và hexaflopropylen. Tetrafloetylen (TFE) là được ưu tiên hơn.

Ví dụ về monome trong nhóm thứ hai bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, hợp chất vinyl có nhóm chức mà có thể được chuyển hóa thành nhóm trao đổi ion loại sulfon. Về hợp chất vinyl có nhóm chức mà có thể được chuyển hóa thành nhóm trao đổi ion loại sulfon, các hợp chất được thể hiện bằng công thức chung (2) sau đây là được ưu tiên:



trong đó a là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2, b là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 4, Y là F hoặc CF_3 , và R là CH_3 , C_2H_5 , hoặc C_3H_7 .

Ví dụ cụ thể của nó bao gồm các monome được nêu dưới đây;



Trong số này, $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{SO}_2\text{F}$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{SO}_2\text{F}$ là được ưu tiên hơn.

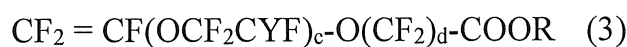
Kiểu kết hợp của các monome cấu thành nên polyme A, tỷ lệ, và mức độ polyme hóa của nó không bị giới hạn cụ thể. Polyme A chứa trong lớp S có thể là polyme duy nhất hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều polyme. Khả năng trao đổi ion của polyme chứa flo A có nhóm axit sulfonic có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi tỷ lệ giữa các monome được thể hiện bằng công thức chung (1) và (2) ở trên. Cụ thể hơn, ví dụ về sự điều chỉnh này bao gồm quá trình copolyme hóa các monome được thể hiện bằng công thức chung (1) ở trên và các monome được thể hiện bằng công thức chung (2) ở trên ở tỷ lệ nằm trong khoảng từ 4:1 đến 7:1.

Lớp S có thể là lớp đơn hoặc có thể là cấu trúc 2 lớp. Khi lớp S là lớp đơn, độ dày của nó tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến 180 μm , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 70 đến 160 μm , theo quan điểm nhằm đạt được một cách hiệu quả đặc tính điện phân và khả năng chống chịu sự phá hủy C trên bề mặt dẫn điện. Khi lớp S có cấu trúc 2 lớp, lớp được tiếp xúc với anot được gọi là lớp S-1, polyme tạo ra lớp S-1 là polyme chứa flo A-1, lớp được tiếp xúc với lớp C là lớp S-2, và polyme tạo ra lớp S-2 là polyme chứa flo A-2. Độ dày của lớp S-1 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 60 μm theo quan điểm nhằm đạt được một cách hiệu quả đặc tính điện phân và khả năng chống chịu sự phá hủy C trên bề mặt dẫn điện, và độ dày của lớp S-2 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30 đến 120 μm , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 40 đến 100 μm , theo quan điểm nhằm đạt được một cách hiệu quả đặc tính điện phân và khả năng chống chịu sự phá hủy C trên bề mặt dẫn điện. Theo quan điểm về việc duy trì độ bền của phần thân chính của màng ở mức cao hơn mức định trước, tốt hơn là điều chỉnh độ dày của lớp S như được nêu trên. Độ dày của lớp S có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, ví dụ, bằng cách sử dụng các điều kiện chế tạo ưu tiên được mô tả dưới đây.

Lớp C

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, lớp C chứa polyme chứa flo B có nhóm axit carboxylic. Polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic, cấu thành nên lớp C, không bị giới hạn ở các nhóm sau đây và có thể được tạo ra bằng cách copolyme hóa các monome trong nhóm thứ nhất được mô tả trên đây và các monome trong nhóm thứ ba được mô tả dưới đây hoặc bằng cách homopolyme hóa các monome trong nhóm thứ ba chẳng hạn.

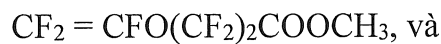
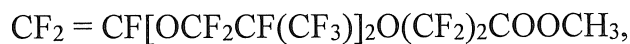
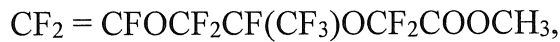
Ví dụ về monome trong nhóm thứ ba bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, hợp chất vinyl có nhóm chức mà có thể được chuyển hóa thành nhóm trao đổi ion loại axit carboxylic. Về hợp chất vinyl có nhóm chức mà có thể được chuyển hóa thành nhóm trao đổi ion loại axit carboxylic, các hợp chất được thể hiện bằng công thức chung sau đây (3) là được ưu tiên:



trong đó c là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2, d là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 4, Y là F hoặc CF_3 , và R là CH_3 , C_2H_5 , hoặc C_3H_7 .

Trong công thức chung (3) nêu trên, tốt hơn nếu Y là CF_3 và R là CH_3 .

Cụ thể là, khi màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế được sử dụng làm màng trao đổi ion để điện phân kiềm, tốt hơn nếu sử dụng ít nhất monome perfluoro làm các monome trong nhóm thứ ba. Tuy nhiên, nhóm alkyl trong nhóm este (xem R ở trên) được loại ra khỏi polyme khi thủy phân, và do đó, nhóm alkyl (R) có thể không phải là nhóm perfluoro alkyl trong đó tất cả các nguyên tử hydro được thay thế bằng nguyên tử flo. Trong số này, các monome được nêu dưới đây là được ưu tiên hơn, ví dụ:



Các monome trong nhóm thứ ba có thể được sử dụng ở dạng đơn chất hoặc hai hoặc nhiều chất này có thể được sử dụng kết hợp. Trong trường hợp sau, các monome không phải các chất đã được nêu ở trên có thể được sử dụng kết hợp. Ví dụ về các chất này bao gồm các hợp chất được thể hiện bằng công thức chung (2). Dạng kết hợp của các monome không bị giới hạn cụ thể. Copolyme chứa flo thu được bằng cách copolyme hóa các monome trong nhóm thứ nhất và các monome trong nhóm thứ ba và copolyme chứa flo thu được bằng cách copolyme hóa các monome trong nhóm thứ nhất và các monome không trong nhóm thứ ba đều có thể được kết hợp đơn giản, hoặc các monome trong nhóm thứ nhất, các monome trong nhóm thứ ba, và các monome không trong nhóm thứ ba có thể được copolyme hóa.

Kiểu kết hợp của các monome cấu thành nên polyme B, tỷ lệ, và mức độ polyme hóa của nó không bị giới hạn cụ thể. Polyme B chứa trong lớp C có thể là polyme duy nhất hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều polyme. Khả năng trao đổi ion của polyme chứa flo B có nhóm axit carboxylic có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi tỷ lệ giữa các monome được thể hiện bằng công thức chung (1) và (3) ở trên. Cụ thể hơn, ví dụ về sự điều chỉnh này bao gồm quá trình copolyme hóa các monome được thể hiện bằng công thức chung ở trên (1) và các monome được thể hiện bằng công thức chung (3) ở trên ở tỷ lệ nằm trong khoảng từ 6:1 đến 9:1.

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, độ dày của lớp C tốt hơn nằm trong khoảng từ 5 đến 40 μm , tốt hơn nữa là từ 15 đến 40 μm , còn tốt hơn nữa là

nằm trong khoảng từ 15 đến 30 μm , theo quan điểm nhằm đạt được một cách hiệu quả đặc tính điện phân và khả năng chống chịu sự phá hủy C trên bề mặt dẫn điện. Độ dày của lớp C có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, ví dụ, bằng cách sử dụng các điều kiện chế tạo ưu tiên được mô tả dưới đây.

Theo quan điểm nêu trên, trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, lớp S chứa polyme của hợp chất được thể hiện là $\text{CF}_2 = \text{CF}-(\text{OCF}_2\text{YF})_a-\text{O}(\text{CF}_2)_b-\text{SO}_2\text{F}$, và lớp C chứa polyme của hợp chất được thể hiện là $\text{CF}_2 = \text{CF}-(\text{OCF}_2\text{CYF})_c-\text{O}(\text{CF}_2)_d-\text{COOR}$. Trong các công thức này, tốt hơn nếu a là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2, c là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2, b và d là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 4, Y là F hoặc CF_3 , và R là CH_3 , C_2H_5 , hoặc C_3H_7 . Ngoài ra, được ưu tiên đặc biệt là độ dày của lớp S nằm trong khoảng từ 50 đến 180 μm và độ dày lớp polyme chứa flo C nằm trong khoảng từ 5 đến 40 μm .

Như được thể hiện trên Fig.1, trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, phần thân chính của màng 10 ít nhất bao gồm lớp thứ nhất có nhóm axit sulfonic làm nhóm trao đổi ion (lớp axit sulfonic: tương ứng với lớp S nêu trên) 10a và lớp thứ hai có nhóm axit carboxylic làm nhóm trao đổi ion được cán mỏng trên lớp thứ nhất 10a (lớp axit carboxylic: tương ứng với lớp C nêu trên) 10b. Thông thường, màng trao đổi ion 1 được bố trí sao cho lớp thứ nhất 10a, là lớp axit sulfonic, được bố trí ở phía anot của thiết bị điện phân (xem mũi tên chỉ α) và lớp thứ hai 10b, là lớp axit carboxylic, được bố trí ở phía catot của thiết bị điện phân (xem mũi tên chỉ β). Tốt hơn, nếu lớp thứ nhất 10a được cấu thành từ vật liệu có điện trở thấp. Tốt hơn, nếu lớp thứ hai 10b có đặc tính loại bỏ anion cao thậm chí khi có độ dày của màng nhỏ. Đặc tính loại bỏ anion được đề cập đến ở đây là đặc tính ngăn chặn sự thâm nhập và sự thấm anion vào màng trao đổi ion 1. Tốt hơn, nếu độ dày màng của lớp thứ hai 10b được điều chỉnh như được nêu trên, theo quan điểm nhằm làm giảm bớt sự giảm hiệu suất dòng điện và sự giảm chất lượng của hydroxit kiềm thu được và ngoài ra, cho phép chống lại sự phá hủy trên bề mặt catot ở mức độ thỏa mãn hoàn toàn. Khi phần thân chính của màng 10 có cấu trúc lớp như thế, độ thấm chọn lọc của cation như ion natri có xu hướng được cải thiện thêm.

Phần nhô lên

Như được thể hiện trên Fig.1, tốt hơn nếu các phần nhô lên 11 được tạo ra trên bề mặt của lớp S (10a). Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, phần nhô lên được tạo ra trên bề mặt của lớp S (10a). Tốt hơn, nếu chiều cao là 20 μm hoặc lớn

hơn và mật độ bố trí trên bề mặt của lớp S (10a) là nằm trong khoảng từ 20 đến 1500 phần nhô lên/cm², như được nhìn thấy trên mặt cắt ngang. Phần nhô lên được đề cập đến ở đây là phần có chiều cao là 20 μm hoặc lớn hơn từ điểm tham chiếu, là điểm có chiều cao nhỏ nhất trên bề mặt của lớp S (10a). Mật độ bố trí của các phần nhô lên trên mỗi cm² bề mặt của màng trao đổi ion 1 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến 1500/cm², tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 50 đến 1200 phần nhô lên/cm², theo quan điểm nhằm cung cấp hiệu quả dung dịch điện phân lỏng cho màng. Ngoài ra, tổng diện tích của các phần nhô lên tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,01cm² đến 0,6cm² trên mỗi cm² của bề mặt lớp S theo quan điểm nhằm làm gia tăng lượng nước muối được cung cấp và làm giảm sự phá hủy C trên bề mặt dẫn điện. Chiều cao và mật độ bố trí của các phần nhô lên có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, ví dụ, bằng cách sử dụng các điều kiện chế tạo ưu tiên được mô tả dưới đây. Đối với việc kiểm soát được mô tả trên đây, các điều kiện thực hiện được mô tả trong các Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4573715 và 4708133 có thể được sử dụng.

Chiều cao, hình dạng, và mật độ bố trí của các phần nhô lên được mô tả trên đây đều có thể được xác định và được kiểm tra bằng phương pháp sau đây. Trước hết, trong diện tích 1000 μm^2 của bề mặt màng trao đổi ion, điểm có chiều cao nhỏ nhất được tính là điểm tham chiếu. Tiếp theo, các phần có chiều cao là 20 μm hoặc lớn hơn từ điểm tham chiếu được chọn làm phần nhô lên. Chiều cao được xác định bằng cách sử dụng “Kính hiển vi laze màu 3D (VK-9710)” được sản xuất bởi KEYENCE CORPORATION. Đặc biệt, một mảnh 10cm $\times$ 10cm được cắt tùy ý ra khỏi màng trao đổi ion ở trạng thái khô. Phía catot của màng trao đổi ion được cố định trên đĩa phẳng bằng băng dán hai mặt, và màng được gắn vào đĩa đo sao cho phía anot của màng trao đổi ion đối mặt với thấu kính đo. Hình dạng trên bề mặt của màng trao đổi ion được xác định trong diện tích đo 1000 μm^2 của mỗi mảnh 10cm $\times$ 10cm. Điểm có chiều cao nhỏ nhất được tính là điểm tham chiếu, và chiều cao từ điểm tham chiếu được xác định để nhờ đó có thể quan sát được phần nhô lên.

Mật độ bố trí của phần nhô lên là giá trị thu được bằng cách cắt ra 3 mảnh 10cm $\times$ 10cm từ màng, thực hiện đo ở 9 điểm trên toàn diện tích đo 1000 μm^2 của mỗi mảnh 10cm $\times$ 10cm, và tính trung bình các giá trị đo được.

Hình dạng của các phần nhô lên không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn nếu các phần nhô lên có ít nhất 1 hình dạng được chọn từ nhóm bao gồm hình nón, hình chóp đa diện,

hình nón cụt, hình chóp đa diện cụt, và hình bán cầu. Hình bán cầu được đề cập đến ở đây còn bao gồm hình dạng được gọi là hình dạng nghiêng về tâm.

Lỗ mở và lỗ liên tục

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, tốt hơn là, các phần hở 102 được hình thành trên bề mặt của lớp S (10a), và lỗ liên tục 104 để kết nối các phần hở 102 với nhau được tạo ra bên trong lớp S (10a) (xem Fig.2). Các lỗ liên tục 104 là các lỗ mà có thể đóng vai trò làm đường chảy cho cation được sinh ra khi điện phân và cho dung dịch điện phân lỏng. Việc tạo ra các lỗ liên tục 104 bên trong lớp S (10a) có thể đảm bảo độ linh động của cation được sinh ra khi điện phân và dung dịch điện phân lỏng. Hình dạng của các lỗ liên tục 104 không bị giới hạn cụ thể, và các lỗ liên tục 104 có thể có hình dạng xác đáng và thích hợp.

Các phần hở được tạo ra trên bề mặt của màng và các lỗ liên tục để kết nối các phần hở với nhau bên trong màng để nhờ đó cung cấp dung dịch điện phân lỏng bên trong màng trao đổi ion khi điện phân. Do sự thay đổi này, nồng độ tạp chất bên trong màng, lượng tạp chất được tích tụ bên trong màng có xu hướng giảm đi. Khi các ion kim loại được sinh ra từ việc rửa giải catot hoặc tạp chất chứa trong dung dịch điện phân lỏng được cấp cho phía catot của màng sẽ thâm nhập vào bên trong màng, tạp chất gần như được loại bỏ ra khỏi màng do các phần hở được tạo ra trên bề mặt của màng. Do đó, lượng tạp chất được tích tụ có xu hướng giảm đi. Theo đó, màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, khi có cấu hình như được mô tả trên đây, có xu hướng có sự chống chịu được cải thiện đối với tạp chất tồn tại trong dung dịch điện phân lỏng ở phía anot của màng cũng như đối với tạp chất được sinh ra trên mặt catot của màng.

Khi dung dịch clorua kiềm trong nước không được cung cấp đầy đủ, được biết rằng sự phá hủy rõ rệt sẽ xảy ra trên lớp gần catot của màng. Các phần hở theo phương án của sáng chế có thể cải thiện hiệu suất cung cấp của dung dịch clorua kiềm trong nước và làm giảm sự phá hủy xảy ra trên bề mặt catot của phần thân chính của màng.

Các phần hở 102 được tạo ra trên bề mặt của lớp S (10a) là một phần của lỗ liên tục 104 mà sẽ mở ra trên một bề mặt của phần thân chính của màng 10. Như được đề cập đến ở đây, việc được mở ra dùng để chỉ việc lỗ liên tục được mở ra bên ngoài từ bề mặt của lớp S (10a). Ví dụ, khi bề mặt của lớp S (10a) được phủ bằng lớp phủ được mô tả dưới đây, diện tích lỗ hở mà trên đó lỗ liên tục 104 được mở ra bên ngoài trên bề mặt của lớp S (10a) mà từ đó lớp phủ được loại bỏ được gọi là phần hở.

Các phần hở 102 có thể được tạo ra trên bề mặt của lớp S (10a) và có thể còn được tạo ra trên cả hai bề mặt của phần thân chính của màng 10 (tức là, trên bề mặt của lớp C (10b)). Khoảng cách bố trí và hình dạng của các phần hở 102 trên bề mặt của lớp S (10a) không bị giới hạn cụ thể, và các điều kiện xác đáng và thích hợp có thể được chọn, khi xem xét về hình dạng và đặc tính của phần thân chính của màng 10 và các điều kiện thực hiện khi điện phân.

Theo cách khác, tốt hơn nếu các lỗ liên tục 104 được tạo ra sao cho xuyên qua phía lớp S (10a) (phía (α) trên Fig.1) và qua phía lớp C (10b) (phía (β) trên Fig.1) của sợi gia cường 12. Cấu trúc này có thể làm cho dung dịch điện phân lỏng chảy trong khoảng không gian của các lỗ liên tục 104 và cation (ví dụ, các ion natri) chứa trong dung dịch điện phân được dịch chuyển giữa phía anot và phía catot của phần thân chính của màng 10. Kết quả là, sự gián đoạn của dòng cation trong màng trao đổi ion 1 khi điện phân được làm giảm, và do đó, có xu hướng làm cho điện trở của màng trao đổi ion 1 được giảm thêm.

Đặc biệt, như được thể hiện trên Fig.1, như được nhìn thấy trên mặt cắt ngang, tốt hơn nếu các lỗ liên tục 104 được tạo ra theo hướng lên-xuống trên Fig.1 được bố trí theo cách khác ở phía lớp S (10a) (phía (α) trên Fig.1) và phía lớp C (10b) (phía (β) trên Fig.1) tương ứng với sợi gia cường 12 mà phần mặt cắt của nó được thể hiện, theo quan điểm nhằm tạo ra hiệu suất điện phân và độ bền ổn định hơn. Đặc biệt, được ưu tiên là lỗ liên tục 104 được bố trí ở phía lớp S (10a) của sợi gia cường 12 trong vùng A1 và các lỗ liên tục 104 được bố trí ở phía lớp C (10b) của sợi gia cường 12 trong vùng A4.

Trên Fig.2, các lỗ liên tục 104 đều được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống và hướng phải-trái của tờ giấy. Điều đó nghĩa là, các lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống của Fig.2 kết nối các phần hở 102 được tạo ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 10 với nhau theo hướng lên-xuống. Các lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng phải-trái của Fig.2 kết nối các phần hở 102 được tạo ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 10 với nhau theo hướng phải-trái. Theo phương án của sáng chế, các lỗ liên tục 104 có thể được tạo ra dọc theo một hướng duy nhất được xác định trước của phần thân chính của màng 10 theo cách này, nhưng theo quan điểm nhằm tạo ra hiệu suất điện phân ổn định hơn, tốt hơn là các lỗ liên tục 104 được bố trí theo cả chiều dọc và chiều ngang của phần thân chính của màng 10.

Chỉ cần là, các lỗ liên tục 104 kết nối ít nhất hai hoặc nhiều phần hở 102, và mối tương quan về vị trí giữa các phần hở 102 và các lỗ liên tục 104 không bị giới hạn. Ví dụ về các phần hở 102 và lỗ liên tục 104 được mô tả ở đây bằng cách sử dụng Fig.11, Fig.12, và Fig.13. Fig.11 là hình phóng to một phần của vùng A1 trên Fig.1, Fig.12 là hình phóng to một phần của vùng A2 trên Fig.1, và Fig.13 là hình phóng to một phần của vùng A3 trên Fig.1. Các vùng A1 đến A3 lần lượt được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.11 đến Fig.13 là vùng trong đó các phần hở 102 được tạo ra trong màng trao đổi ion 1.

Trong vùng A1 trên Fig.11, một phần của lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống của Fig.1 được mở ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 10 để nhờ đó tạo ra phần hở 102. Phía sau lỗ liên tục 104, sợi gia cường 12 được bố trí. Vị trí mà ở đó phần hở 102 được tạo ra được tạo vạch bằng sợi gia cường 12. Vạch này có thể ngăn chặn sự xuất hiện của vết nứt trên màng bắt đầu từ phần hở khi màng được uốn cong, và do đó, độ bền cơ của màng trao đổi ion 1 có xu hướng được cải thiện thêm.

Trong vùng A2 trên Fig.12, một phần của lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng thẳng đứng theo tờ giấy của Fig.1 (tức là, hướng tương ứng với hướng phải-trái trên Fig.2) được lộ ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 10 để nhờ đó tạo ra phần hở 102. Ngoài ra, lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng thẳng đứng theo tờ giấy của Fig.1 cắt ngang lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống của Fig.1. Như được mô tả trên đây, khi lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hai hướng (ví dụ, hướng lên-xuống và hướng phải-trái trên Fig.2, v.v.), phần hở 102 tốt hơn là được tạo ra ở điểm mà tại đó các lỗ liên tục này giao nhau. Điều này cho phép dung dịch điện phân lỏng được cung cấp đến cả lỗ liên tục dọc theo hướng lên-xuống và lỗ liên tục dọc theo hướng phải-trái, và do đó, dung dịch điện phân lỏng hầu như được cung cấp bên trong toàn bộ màng trao đổi ion. Điều này sẽ làm thay đổi nồng độ tạp chất bên trong màng, và lượng tạp chất được tích tụ bên trong màng có xu hướng giảm thêm. Khi các ion kim loại được sinh ra từ việc rửa giải catot hoặc tạp chất chứa trong dung dịch điện phân lỏng được cấp cho phía catot của màng sẽ thâm nhập vào bên trong màng, cả tạp chất được mang qua lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống và tạp chất được mang qua lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng phải-trái có thể được thoát ra qua phần hở 102. Theo quan điểm này, lượng tạp chất được tích tụ có xu hướng giảm đi.

Trong vùng A3 trên Fig.13, một phần của lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống của Fig.1 được lộ ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 10 để nhờ đó tạo ra phần hở 102. Ngoài ra, lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống theo tờ giấy của Fig.1 cắt ngang lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng thẳng đứng theo tờ giấy của Fig.1 (tức là, hướng tương ứng với hướng phải-trái trên Fig.2). Cũng trong vùng A3, tương tự với vùng A2, dung dịch điện phân lỏng được cấp cho cả lỗ liên tục dọc theo hướng lên-xuống và lỗ liên tục dọc theo hướng phải-trái, và do đó, dung dịch điện phân lỏng hầu như được cung cấp bên trong toàn bộ màng trao đổi ion. Điều này sẽ làm thay đổi nồng độ tạp chất bên trong màng, và lượng tạp chất được tích tụ bên trong màng có xu hướng giảm thêm. Khi các ion kim loại được sinh ra từ việc rửa giải catot hoặc tạp chất chứa trong dung dịch điện phân lỏng được cấp cho phía catot của màng sẽ thâm nhập vào bên trong màng, cả tạp chất được mang qua lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng lên-xuống và tạp chất được mang qua lỗ liên tục 104 được tạo ra dọc theo hướng phải-trái có thể được thoát ra qua phần hở 102. Theo quan điểm này, lượng tạp chất được tích tụ có xu hướng giảm đi.

Vật liệu làm tăng bền

Màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế có vật liệu làm tăng bền được bố trí bên trong lớp S (10a). Theo phương án của sáng chế, vật liệu làm tăng bền được cấu thành từ sợi gia cường và sợi chống ăn mòn. Ví dụ về các vật liệu này bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, vải được tạo ra bằng cách dệt sợi gia cường và sợi chống ăn mòn. Sợi gia cường, mà có thể tồn tại ổn định bên trong màng trao đổi ion 1 bằng cách đưa vật liệu làm tăng bền vào trong màng, tạo ra độ bền cơ mong muốn và sự ổn định về kích thước cho màng trao đổi ion. Sợi chống ăn mòn được rửa giải trong bước (5) được mô tả dưới đây để nhờ đó tạo ra lỗ liên tục. Lượng sợi chống ăn mòn được dệt hỗn hợp nằm trong khoảng từ 10 đến 80% khối lượng, tốt hơn nữa là từ 30 đến 70% khối lượng dựa trên tổng vật liệu làm tăng bền. Sợi chống ăn mòn có thể là ở dạng tơ đơn hoặc tơ kép, tốt hơn nữa là ở dạng tơ kép. Tốt hơn là, nếu sợi chống ăn mòn có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến 50 đơniê. Sợi chống ăn mòn có thể được tạo ra từ sợi thô bất kỳ mà được hòa tan trong bước (5) được mô tả dưới đây, và tốt hơn là được tạo ra từ polyeste như polyetylen terephtalat (PET).

Theo phương án của sáng chế, việc bố trí sợi gia cường 12 bên trong lớp S (10a) đặc biệt có thể làm cho màng trao đổi ion 1 giãn ra và co lại trong khoảng mong muốn. Màng trao đổi ion 1 này không giãn ra và co lại nhiều hơn mức độ cần thiết trong quá trình điện phân và các quá trình tương tự và có thể duy trì sự ổn định tuyệt vời về kích thước trong khoảng thời gian dài.

Cấu trúc của sợi gia cường 12 theo phương án của sáng chế không bị giới hạn cụ thể, và sợi được tạo ra là bằng cách kéo sợi gia cường có thể được sử dụng. Việc sử dụng sợi được tạo ra bằng cách kéo sợi gia cường này có thể làm tăng thêm sự ổn định tuyệt vời về kích thước và độ bền cơ cho màng trao đổi ion 1.

Vật liệu của sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể và tốt hơn nếu vật liệu này là vật liệu chịu được axit và kiềm. Theo quan điểm nhằm tạo ra khả năng chịu nhiệt trong thời gian dài và khả năng chịu hóa chất, vật liệu chứa polyme chứa flo là được ưu tiên. Ví dụ về polyme chứa flo bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, polytetrafluorethylen (PTFE), tetrafluorethylen-perfluoro alkyl vinyl ete copolyme (PFA), tetrafluorethylen-etylen copolyme (ETFE), tetrafluorethylen-hexafluoropropylene copolyme, trifluoroethylen-etylen copolyme, và vinylidene fluoride polyme (PVDF). Trong số này, polytetrafluorethylen (PTFE) được ưu tiên, theo quan điểm về khả năng chịu nhiệt và khả năng chịu hóa chất.

Đường kính sợi của sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến 150 đơn vị, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 50 đến 120 đơn vị. Mật độ dệt (số đánh sợi được đưa vào trên mỗi đơn vị chiều dài) của sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 50 đánh sợi/in-sơ (5 đến 50 đánh sợi/2,54 cm). Dạng của sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể, và sợi dệt, sợi không dệt, sợi dệt kim hoặc các loại tương tự được sử dụng, chẳng hạn. Trong số này, được ưu tiên là, dạng sợi dệt. Độ dày của sợi dệt không bị giới hạn cụ thể và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30 đến 150 μm , tốt hơn nữa là từ 30 đến 100 μm .

Theo phương án của sáng chế, sợi gia cường 12 có thể là tơ đơn hoặc tơ kép. Ngoài ra, tốt hơn nếu sợi như sợi chẻ hoặc các loại tương tự được sử dụng.

Phương pháp dệt và sự bố trí đối với sợi gia cường 12 trong lớp S (10a) không bị giới hạn cụ thể. Việc bố trí xác đáng và thích hợp có thể được sử dụng khi xem xét về kích cỡ và hình dạng của màng trao đổi ion 1, các đặc tính vật lý cần thiết cho màng trao đổi ion 1, môi trường sử dụng và các yếu tố tương tự. Ví dụ, sợi gia cường 12 có thể được bố trí dọc theo hướng xác định trước của lớp S (10a). Theo quan điểm về sự ổn

định về kích thước, được ưu tiên là, đánh sợi gia cường 12 được bố trí dọc theo hướng thứ nhất xác định trước và đánh sợi gia cường 12 khác được bố trí dọc theo hướng thứ hai gần như vuông góc với hướng thứ nhất (xem Fig.3). Các đánh sợi gia cường được bố trí theo chiều dọc bên trong lớp S (10a) của phần thân chính của màng sao cho gần như chạy thẳng. Điều này có xu hướng làm tăng thêm sự ổn định tuyệt vời về kích thước và độ bền cơ theo nhiều hướng. Ví dụ, ưu tiên sự bố trí trong đó sợi gia cường 12 được bố trí dọc theo chiều dọc (sợi dọc) được dệt lẫn với sợi gia cường 12 được bố trí dọc theo chiều ngang (sợi ngang) trên bề mặt của lớp S (10a). Tốt hơn, nếu sự bố trí là ở dạng dệt vân điểm được dệt bằng cách cho sợi dọc và sợi ngang chạy xen kẽ trên và dưới nhau, dệt xoắn trong đó hai sợi dọc được dệt vào sợi ngang trong khi được quấn lại, dệt vân điểm vuông được dệt bằng cách lồng, vào hai hoặc nhiều sợi dọc được bố trí song song, sợi ngang với cùng số lượng, hoặc dạng tương tự, theo quan điểm về sự ổn định về kích thước và độ bền cơ.

Cụ thể là, tốt hơn là sợi gia cường 12 được bố trí dọc theo cả hướng gia công (*machine direction*: MD) và hướng ngang (*transverse direction*: TD) của màng trao đổi ion 1. Điều đó nghĩa là, tốt hơn nếu sợi gia cường 12 được dệt vân điểm theo MD và TD. MD ở đây dùng để chỉ hướng trong đó phần thân chính của màng 10 và vật liệu làm tăng bền được mang (hướng dòng chảy) trong bước chế tạo màng trao đổi ion được mô tả dưới đây, và TD dùng để chỉ hướng gần như vuông góc với MD. Sợi được dệt dọc theo MD được gọi là sợi MD, và sợi được dệt dọc theo TD được gọi là sợi TD. Màng trao đổi ion 1 được sử dụng trong khi điện phân thường có dạng hình chữ nhật. Do đó, thông thường, hướng theo chiều dọc của nó là MD, và hướng theo chiều rộng của nó là TD. Bằng cách dệt lẫn sợi gia cường 12 mà là sợi MD với sợi gia cường 12 mà là sợi TD, sự ổn định tuyệt vời về kích thước và độ bền cơ có xu hướng được phát triển thêm theo nhiều hướng.

Khoảng cách bố trí đối với sợi gia cường 12 không bị giới hạn cụ thể. Sợi gia cường có thể được bố trí một cách xác đáng và thích hợp khi xem xét về các đặc tính vật lý cần thiết cho màng trao đổi ion 1, môi trường sử dụng và các yếu tố tương tự.

Tỷ lệ độ hồng

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, tỷ lệ độ hồng của sợi gia cường 12 không bị giới hạn cụ thể và tốt hơn là bằng 30% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 50% và nhỏ hơn hoặc bằng 90%. Tốt hơn, nếu tỷ lệ độ hồng bằng

30% hoặc lớn hơn theo quan điểm về các đặc tính điện hóa của màng trao đổi ion 1 và tốt hơn là bằng 90% hoặc nhỏ hơn theo quan điểm về độ bền cơ của màng trao đổi ion 1.

Tỷ lệ độ hở được đề cập đến ở đây là tỷ lệ của tổng diện tích của bề mặt mà qua đó các chất như ion (dung dịch điện phân lỏng và cation được chứa trong đó (ví dụ, các ion natri)) có thể đi qua (B) và diện tích thiết kế của một bề mặt phần thân chính của màng 10 (A) (B/A). Tổng diện tích của bề mặt mà qua đó các chất như ion có thể đi qua (B) có thể là tổng của diện tích thiết kế của vùng trong màng trao đổi ion 1 trong đó cation, dung dịch điện phân lỏng, và các chất tương tự không bị cản trở bởi sợi gia cường 12 có trong màng trao đổi ion 1 hoặc các sợi tương tự.

Fig.14 là hình vẽ khái quát để minh họa tỷ lệ độ hở của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế. Fig.14, trong đó một phần của màng trao đổi ion 1 được phóng to, chỉ thể hiện sự bố trí của sợi gia cường 12 trong vùng mà không minh họa các thành phần khác. Tiếp theo, lấy diện tích thiết kế của màng trao đổi ion chứa sợi gia cường 12 được bố trí dọc theo chiều dọc và sợi gia cường 12 được bố trí dọc theo chiều ngang (A) trừ tổng diện tích thiết kế của sợi gia cường 12 (C) thì có thể xác định tổng diện tích của vùng mà qua đó các chất như ion có thể đi qua (B) trong phần diện tích của vùng được mô tả trên đây (A). Điều đó nghĩa là, tỷ lệ độ hở có thể được xác định bằng công thức (I) sau đây:

$$\text{Tỷ lệ độ hở} = (B)/(A) = ((A) - (C))/(A) \text{ (I)}.$$

Trong số các dạng của sợi gia cường 12, tốt hơn nếu dạng được ưu tiên đặc biệt là sợi dây đai và tơ đơn được định hướng ở mức cao chứa PTFE theo quan điểm về khả năng chịu nhiệt và khả năng chịu hóa chất. Đặc biệt, tốt hơn nếu sợi gia cường được tạo ra bằng cách dệt vân điểm bằng cách sử dụng sợi dây đai có độ mảnh nằm trong khoảng từ 50 đến 300 đơniê thu được bằng cách xẻ tấm xếp có độ bền cao được làm từ PTFE thành dạng dây đai hoặc tơ đơn được định hướng ở mức cao được làm từ PTFE ở mật độ dệt nằm trong khoảng từ 10 đến 50 danh sợi/in-sơ (từ 10 đến 50 danh sợi/2,54 cm), có độ dày nằm trong khoảng từ 50 đến 100 μm . Tỷ lệ độ hở của màng trao đổi ion chứa sợi gia cường này tốt hơn là 60% hoặc lớn hơn.

Hình dạng của sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể, và ví dụ về sợi này bao gồm sợi hình tròn và sợi dây đai. Các hình dạng này không bị giới hạn cụ thể.

Tỷ lệ diện tích phản hồi

Tốt hơn, nếu màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế 1 có tỷ lệ tổng diện tích của các phần hở 102 dựa trên diện tích bề mặt của lớp S (10a) mà trên đó các phần hở 102 được tạo ra (tỷ lệ diện tích phần hở) nằm trong khoảng từ 0,4 đến 15%. Khi tỷ lệ diện tích phần hở bị giới hạn trong khoảng này, tạp chất trong dung dịch điện phân lỏng có ảnh hưởng yếu lên hiệu suất điện phân, nên có thể thu được hiệu suất điện phân ổn định. Khi tỷ lệ diện tích phần hở là 0,4% hoặc lớn hơn, thì sự gia tăng điện áp điện phân, sự giảm hiệu suất dòng điện, và sự giảm độ tinh khiết của sản phẩm thu được, mà được gây ra bởi sự thâm nhập của tạp chất chứa trong dung dịch điện phân lỏng vào màng trao đổi ion 1 và sự tích tụ của tạp chất bên trong phần thân chính của màng 10, thì có xu hướng được làm giảm hơn nữa. Khi tỷ lệ diện tích phần hở theo phương án của sáng chế là 15% hoặc nhỏ hơn, sự giảm độ bền của màng và sự bộc lộ sợi gia cường có xu hướng được làm giảm hơn nữa. Điều đó nghĩa là, khi tỷ lệ diện tích phần hở của màng trao đổi ion 1 theo phương án của sáng chế được điều chỉnh để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, dòng thoát ra từ các lỗ liên tục 104 qua các phần hở 102 ra bên ngoài màng có thể được tạo điều kiện thuận lợi thậm chí khi tạp chất được tích tụ bên trong phần thân chính của màng 10. Do đó, tạp chất có ảnh hưởng yếu lên hiệu suất điện phân, và có thể thu được hiệu suất điện phân ổn định trong khoảng thời gian dài.

Cụ thể là, trong quá trình điện phân clorua kiềm, clorua kiềm được sử dụng làm dịch lỏng anot và hydroxit kiềm được sử dụng làm dịch lỏng catot chứa hợp chất kim loại, các ion kim loại, và tạp chất như các chất hữu cơ. Do đó, tạp chất này có ảnh hưởng lớn lên điện áp điện phân và hiệu suất dòng điện trong quá trình điện phân clorua kiềm. Khi tỷ lệ diện tích phần hở của màng trao đổi ion 1 theo phương án của sáng chế được điều chỉnh để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, tuy nhiên, dung dịch điện phân lỏng vẫn có thể được cung cấp bên trong màng trao đổi ion khi điện phân. Điều này sẽ làm thay đổi nồng độ của tạp chất bên trong màng, và lượng tạp chất được tích tụ bên trong màng có thể được giảm xuống. Khi các ion kim loại được sinh ra từ việc rửa giải catot hoặc tạp chất chứa trong dung dịch điện phân lỏng được cấp cho phía catot của màng sẽ thâm nhập vào bên trong màng, tạp chất được mô tả trên đây được để thấm vào qua các phần hở 102 và các lỗ liên tục 104 ra bên ngoài phần thân chính của màng 10 mà không có khó khăn gì. Vì lý do này, ảnh hưởng của tạp chất được sinh ra trong quá trình điện phân clorua kiềm lên hiệu suất điện phân có thể được giảm xuống, và hiệu suất điện phân ổn định có thể được duy trì trong khoảng thời gian dài. Ngoài ra, nồng

độ của tạp chất (clorua kiềm và tạp chất tương tự) trong hydroxit kiềm, là sản phẩm, cũng có thể được ngăn chặn không cho gia tăng. Theo quan điểm nhằm làm giảm ảnh hưởng của tạp chất lên hiệu suất điện phân trong màng trao đổi ion 1 theo phương án của sáng chế và duy trì độ bền không thay đổi của màng, tốt hơn nữa nếu tỷ lệ diện tích phản hử của các phần hử 102 nằm trong khoảng từ 0,5 đến 10%, còn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5%. Tỷ lệ diện tích phản hử được mô tả trên đây có thể được kiểm tra bằng phương pháp được mô tả trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế và có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, ví dụ, bằng cách sử dụng các điều kiện chế tạo ưu tiên được mô tả dưới đây.

Theo phương án của sáng chế, tỷ lệ diện tích phản hử của các phần hử là tỷ lệ diện tích của các phần hử với diện tích thiết kế, khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt đỉnh, của bề mặt màng trao đổi ion.

Mật độ phản hử

Trong màng trao đổi ion 1 theo phương án của sáng chế, mật độ phản hử của các phần hử 102 trên bề mặt của lớp S (10a) không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 phần hử/cm², tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 20 đến 800 phần hử/cm². Mật độ phản hử được đề cập đến ở đây là số phần hử 102 được tạo ra trên 1cm² của bề mặt của lớp S (10a) mà trên đó các phần hử 102 được tạo ra. Cần lưu ý rằng, 1cm² của bề mặt của lớp S (10a) là diện tích thiết kế khi lớp S (10a) được quan sát từ phía bề mặt đỉnh. Khi mật độ phản hử của phần hử 102 là 10 phần hử/cm² hoặc lớn hơn, diện tích trung bình trên mỗi phần hử 102 có thể nhỏ hơn một cách thích hợp, và do đó có thể đủ nhỏ hơn kích thước của một lỗ (lỗ nhỏ) mà từ đó vết nứt, là nguyên nhân của việc giảm độ bền của màng trao đổi ion 1, có thể xảy ra. Khi mật độ phản hử của các phần hử 102 là 1000 phần hử/cm² hoặc nhỏ hơn, diện tích trung bình trên mỗi phần hử 102 có kích thước đủ lớn để cho phép các ion kim loại và cation chứa trong dung dịch điện phân lỏng thâm nhập vào các lỗ liên tục 104, và do đó, màng trao đổi ion 1 có xu hướng cung cấp các ion kim loại và cation hoặc cho phép các ion kim loại và cation thấm vào hiệu quả hơn. Mật độ phản hử được mô tả trên đây có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, ví dụ, bằng cách sử dụng các điều kiện chế tạo ưu tiên được mô tả dưới đây.

Tỷ lệ diện tích phản lộ ra

Fig.15 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược theo khía cạnh thứ hai của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế. Theo phương án của sáng chế, như được thể hiện trong màng trao đổi ion 2 trên Fig.15, phần lộ ra A5, là một phần của sợi gia cường 22 lộ ra, có thể được tạo ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 20 mà trên đó phần nhô lên 21 và các phần hõ 202 được tạo ra. Theo phương án của sáng chế, tốt hơn nếu phần lộ ra là nhỏ. Điều đó nghĩa là, tốt hơn nếu tỷ lệ diện tích phần lộ ra được mô tả dưới đây là 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn. Tốt nhất là, tỷ lệ diện tích phần lộ ra là 0%, tức là, không hình thành phần lộ ra. Phần lộ ra A5 ở đây dùng để chỉ vị trí ở mà sợi gia cường 22 bị lộ ra bên ngoài từ bề mặt của phần thân chính của màng 20. Ví dụ, khi bề mặt của phần thân chính của màng 20 được phủ bằng lớp phủ được mô tả dưới đây, phần lộ ra A5 dùng để chỉ vùng mà từ đó sợi gia cường 22 bị lộ ra bên ngoài trên bề mặt của phần thân chính của màng 20 sau khi lớp phủ được loại bỏ. Khi tỷ lệ diện tích phần lộ ra là 5% hoặc nhỏ hơn, có xu hướng làm giảm sự gia tăng điện áp điện phân và làm giảm hơn nữa mức gia tăng nồng độ của clorua ion trong hydroxit kiềm thu được. Tỷ lệ diện tích phần lộ ra được mô tả trên đây được tính bằng công thức sau đây, và có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng được mô tả trên đây, ví dụ, bằng cách sử dụng các điều kiện chế tạo ưu tiên được mô tả dưới đây:

Tỷ lệ diện tích phần lộ ra (%) = (Tổng diện tích thiết kế của phần lộ ra, mà là các phần sợi gia cường bị lộ ra khi bề mặt của phần thân chính của màng được quan sát từ phía bề mặt đỉnh)/(Diện tích thiết kế của bề mặt của phần thân chính của màng) $\times$ 100.

Theo phương án của sáng chế, tốt hơn nếu sợi gia cường 22 chứa polyme chứa flo như polytetrafluetylen (PTFE). Khi sợi gia cường 22 được cấu thành từ polyme chứa flo được lộ ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 20, bề mặt của phần lộ ra A5 có thể có tính kỵ nước. Khi khí được sinh ra do điện phân ở trạng thái dung dịch và cation được hấp phụ vào phần lộ ra, mà có tính kỵ nước, sự thấm màng của cation có thể bị ức chế. Trong trường hợp này, điện áp điện phân tăng lên, và nồng độ của clorua ion trong hydroxit kiềm thu được cũng có thể tăng lên. Theo phương án của sáng chế, việc thiết lập tỷ lệ diện tích phần lộ ra ở trị số 5% hoặc nhỏ hơn có thể làm cho tỷ lệ hiện hữu của phần lộ ra kỵ nước nằm trong khoảng thích hợp, và mức tăng điện áp điện phân và mức tăng clorua ion trong hydroxit kiềm được mô tả trên đây có xu hướng được giảm một cách hữu hiệu.

Ngoài ra, khí được sinh ra do điện phân ở trạng thái dung dịch và tạp chất trong dung dịch điện phân lỏng như các ion kim loại hấp phụ vào phần lộ ra, thâm nhập vào bên trong phần thân chính của màng 20, và thấm vào màng, trở thành tạp chất trong natri hydroxit. Theo phương án của sáng chế, việc thiết lập tỷ lệ diện tích phần lộ ra ở trị số 3% hoặc nhỏ hơn có xu hướng làm giảm một cách hữu hiệu hơn đối với sự hấp phụ, sự thâm nhập, và sự thấm tạp chất, và do đó, có xu hướng làm cho natri hydroxit có độ tinh khiết cao được tạo ra nhiều hơn.

Cụ thể là, trong màng trao đổi ion 2 theo phương án của sáng chế, do tỷ lệ diện tích phần hở được mô tả trên đây nằm trong khoảng từ 0,4 đến 15% và tỷ lệ diện tích phần lộ ra được mô tả trên đây là 5% hoặc nhỏ hơn, mức giảm hiệu suất dòng điện do tạp chất có thể được làm giảm hơn nữa. Trong trường hợp điện phân kiềm, nồng độ của tạp chất trong natri hydroxit, mà là sản phẩm, có xu hướng được duy trì ở mức thấp. Ngoài ra, việc làm gia tăng điện áp điện phân cũng được giảm, và do đó, có xu hướng tạo ra hiệu suất điện phân ổn định hơn.

Theo phương án của sáng chế, tỷ lệ diện tích phần lộ ra của phần lộ ra là tổng diện tích thiết kế của phần lộ ra được tạo ra trên sợi gia cường trên tổng diện tích thiết kế của sợi gia cường, khi nhìn từ bề mặt đỉnh. Tỷ lệ diện tích phần lộ ra sẽ là chỉ số thể hiện mức độ mà sợi gia cường có trong màng trao đổi ion bị lộ ra. Do đó, tỷ lệ diện tích phần lộ ra của phần lộ ra có thể được tính trực tiếp bằng cách xác định diện tích thiết kế của sợi gia cường và diện tích thiết kế của phần lộ ra, và cũng có thể được tính bằng cách sử dụng tỷ lệ độ hỏng được mô tả trên đây bằng công thức (II) sau đây. Phần mô tả cụ thể hơn sẽ được đưa ra ở đây có dựa vào các hình vẽ. Fig.16 là hình vẽ sơ lược để minh họa tỷ lệ diện tích phần lộ ra của màng trao đổi ion 2 theo phương án của sáng chế. Fig.16, trong đó một phần của màng trao đổi ion 2, như được nhìn từ bề mặt đỉnh, được phóng to, chỉ thể hiện sự bố trí của sợi gia cường 22 mà không minh họa các thành phần khác. Trên Fig.16, các phần lộ ra A5 được hình thành trên bề mặt của sợi gia cường 22 được bố trí dọc theo chiều dọc và sợi gia cường 22 được bố trí dọc theo chiều ngang. Ở đây, tổng diện tích thiết kế của phần lộ ra A5, như được nhìn từ bề mặt đỉnh, được tính là S1, và tổng diện tích thiết kế của sợi gia cường 22 được tính là S2. Tiếp theo, tỷ lệ diện tích phần lộ ra được thể hiện là $S1/S2$, và công thức (II) có thể thu được bằng cách sử dụng công thức (I) được mô tả dưới đây.

Tỷ lệ diện tích phần lộ ra là $S1/S2$.

Ở đây, dựa trên công thức (I) ở trên,

$S_2 = C = A - B = A(1 - B/A) = A(1 - \text{tỷ lệ độ hồng})$ được thiết lập, và do đó, dẫn đến:

Tỷ lệ diện tích phần lộ ra = $S_1/(A(1 - \text{tỷ lệ độ hồng}))$ (II)

trong đó S_1 : tổng diện tích thiết kế của phần lộ ra A5,

S_2 : tổng diện tích thiết kế của sợi gia cường 22,

A: diện tích thiết kế của màng trao đổi ion bao gồm sợi gia cường 22 được bố trí dọc theo chiều dọc và sợi gia cường 12 (22) được bố trí dọc theo chiều ngang (xem Fig.14).

B: tổng diện tích của vùng mà qua đó các chất như ion có thể đi qua (B) (xem Fig.14) và

C: tổng diện tích của sợi gia cường 22.

Như được thể hiện trên Fig.15, màng trao đổi ion 2 theo phương án của sáng chế bao gồm phần thân chính của màng 20 được cấu thành từ lớp S (20a) và lớp C (20b) và sợi gia cường 22 bên trong lớp S (20a), và trên bề mặt của lớp S (20a) mà trên đó các phần hõ 202 được tạo ra, phần nhô lên 21 có chiều cao là 20 μm hoặc lớn hơn được tạo ra, như được nhìn thấy trên mặt cắt ngang. Như được mô tả trên đây, theo phương án của sáng chế, khi hướng thẳng đứng với bề mặt của lớp S (20a) được tính là hướng theo chiều cao (ví dụ, xem mũi tên chỉ α và mũi tên chỉ β trên Fig.15), tốt hơn nếu bề mặt có các phần hõ 202 có các phần nhô lên 21. Lớp S (20a), mà có các phần hõ 202 và phần nhô lên 21, cho phép dung dịch điện phân lỏng được cấp đầy đủ cho phần thân chính của màng 20 khi điện phân, và do đó, ảnh hưởng của tạp chất có thể được làm giảm hơn nữa. Ngoài ra, tốt hơn nữa nếu các phần hõ 202, phần lộ ra, và phần nhô lên 21 được tạo ra trên bề mặt của lớp S (20a). Thông thường, màng trao đổi ion được sử dụng ở trạng thái tiếp xúc gần với anot nhằm mục đích làm giảm điện áp điện phân. Tuy nhiên, khi màng trao đổi ion trở nên tiếp xúc gần với anot, dung dịch điện phân lỏng (dung dịch lỏng anot như nước muối) sẽ trở nên gần như không được cung cấp. Tiếp theo, do các phần nhô lên được tạo ra trên bề mặt của màng trao đổi ion, sự tiếp xúc gần của màng trao đổi ion với anot có thể được kìm hãm để nhờ đó có thể làm cho dung dịch điện phân lỏng được cung cấp một cách thuận lợi. Kết quả là, các ion kim loại hoặc tạp chất khác có thể được ngăn chặn không cho tích tụ trong màng trao đổi ion, nồng độ của clorua

ion trong hydroxit kiềm cần thu được được làm giảm, và tiếp theo, sự phá hủy bề mặt catot của màng có thể được làm giảm.

Lớp phủ

Tốt hơn, nếu màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế có thêm lớp phủ mà ít nhất một phần của ít nhất một bề mặt của phần thân chính của màng được phủ bằng lớp phủ này, theo quan điểm nhằm ngăn chặn sự hấp phụ khí trên bề mặt phía catot và bề mặt phía anot khi điện phân. Fig.17 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược theo khía cạnh thứ ba của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế. Màng trao đổi ion 3 bao gồm phần thân chính của màng 30 được cấu thành từ lớp S (30a) và lớp C (30b) và có sợi gia cường 32 được bố trí bên trong phần thân chính của màng 30. Trên bề mặt của phía lớp S (30a) (xem mũi tên chỉ α) của phần thân chính của màng 30, các phần nhô lên 31 được tạo ra và các phần hõ 302 được tạo ra, và lỗ liên tục 304 để kết nối ít nhất hai trong số các phần hõ 302 với nhau được tạo ra bên trong phần thân chính của màng 30. Ngoài ra, bề mặt của lớp S (30a) (xem mũi tên chỉ α) được phủ bằng lớp phủ 34a, và bề mặt của lớp C (30b) (xem mũi tên chỉ β) được phủ bằng lớp phủ 34b. Điều đó nghĩa là, màng trao đổi ion 3 là màng được tạo ra là bằng cách phủ bề mặt của phần thân chính của màng trao đổi ion 1 được thể hiện trên Fig.1 bằng lớp phủ. Việc phủ mỗi bề mặt của phần thân chính của màng 30 bằng lớp phủ 34a hoặc 34b có thể ngăn chặn khí được sinh ra khi điện phân không bị hấp phụ vào bề mặt màng. Điều này còn có thể cải thiện hơn nữa tính thấm màng của cation, và do đó, điện áp điện phân có xu hướng được làm giảm hơn nữa.

Các phần nhô lên 31 và các phần hõ 302 có thể được phủ hoàn toàn hoặc có thể được phủ không hoàn toàn bằng lớp phủ 34a. Điều đó nghĩa là, các phần nhô lên 31 và phần hõ 302 có thể quan sát được bằng mắt thường từ bề mặt của lớp phủ 34a.

Vật liệu cấu thành nên lớp phủ 34a và 34b không bị giới hạn cụ thể và tốt hơn là chứa các chất khoáng theo quan điểm nhằm ngăn chặn sự hấp phụ khí. Ví dụ về chất khoáng bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, ziricon oxit và titan oxit. Về phương pháp tạo ra lớp phủ 34a và 34b trên bề mặt của phần thân chính của màng 30, các phương pháp đã biết có thể được sử dụng mà không có giới hạn cụ thể. Ví dụ về các phương pháp này là phương pháp phủ chất lỏng được điều chế bằng cách phân tán các hạt mịn của oxit vô cơ trong dung dịch polyme gắn kết bằng cách phun hoặc phương pháp tương tự (phương pháp phun). Ví dụ về polyme gắn kết bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn

ở, hợp chất vinyl có nhóm chức mà có thể được chuyển hóa thành nhóm trao đổi ion loại sulfon. Điều kiện phủ không bị giới hạn cụ thể, và việc phun có thể được sử dụng ở 60°C chẳng hạn. Ví dụ về phương pháp khác không phải phương pháp phun bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, phủ lăn.

Lớp phủ 34a được cán mỏng trên bề mặt của lớp S (30a). Theo phương án của sáng chế, các phần hở 302 chỉ cần được mở ra trên bề mặt của phần thân chính của màng 30 và không nhất thiết phải mở ra trên bề mặt của lớp phủ.

Lớp phủ 34a và 34b chỉ cần phủ ít nhất một bề mặt của phần thân chính của màng 30. Do đó, ví dụ, lớp phủ 34a có thể chỉ được tạo ra trên bề mặt của lớp S (30a), hoặc lớp phủ 34b có thể chỉ được tạo ra trên bề mặt của lớp C (30b). Theo phương án của sáng chế, tốt hơn nếu mỗi bề mặt của phần thân chính của màng 30 được phủ bằng lớp phủ 34a hoặc 34b theo quan điểm nhằm ngăn chặn sự hấp phụ khí.

Lớp phủ 34a và 34b chỉ cần phủ ít nhất một phần bề mặt của phần thân chính của màng 30 và có thể không nhất thiết phủ hoàn toàn bề mặt. Tuy nhiên, theo quan điểm nhằm ngăn chặn sự hấp phụ khí, được ưu tiên là, bề mặt phần thân chính của màng 30 được phủ hoàn toàn bằng lớp phủ 34a và 34b.

Tốt hơn, nếu độ dày trung bình của lớp phủ 34a và 34b nằm trong khoảng từ 1 đến 10 μm , theo quan điểm nhằm ngăn chặn sự hấp phụ khí và làm gia tăng điện trở do độ dày.

Màng trao đổi ion 3 là màng được tạo ra là bằng cách phủ mỗi bề mặt của màng trao đổi ion 1 được thể hiện trên Fig.1 bằng lớp phủ 34a và 34b. Đối với thành phần và cấu hình không phải lớp phủ 34a và 34b, thì thành phần và cấu hình của màng trao đổi ion 1 đã được mô tả ở trên có thể được sử dụng.

Fig.18 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược theo khía cạnh thứ tư của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế. Màng trao đổi ion 4 bao gồm phần thân chính của màng 40 được cấu thành từ lớp S (40a) và lớp C (40b) và sợi gia cường 42 được bố trí bên trong lớp S (40a). Trên bề mặt của lớp S (40a) (xem mũi tên chỉ α), các phần nhô lên 41 được tạo ra và các phần hở 402 được tạo ra, và lỗ liên tục 404 để kết nối ít nhất hai trong số các phần hở 402 với nhau được tạo ra bên trong phần thân chính của màng 40. Phần lộ ra A5, mà là một phần của sợi gia cường 42 bị lộ ra, được hình thành trên bề mặt của phần thân chính của màng 40 mà trên đó các phần hở 402 được tạo ra. Ngoài ra, bề mặt của lớp S (40a) (xem mũi tên chỉ α) được phủ bằng lớp phủ 44a, và bề mặt

của lớp C (40b) (xem mũi tên chỉ β) được phủ bằng lớp phủ 44b. Điều đó nghĩa là, màng trao đổi ion 4 là màng được tạo ra là bằng cách phủ bề mặt của phần thân chính của màng trao đổi ion 2 được thể hiện trên Fig.15 bằng lớp phủ. Việc phủ mỗi bề mặt của phần thân chính của màng 40 bằng lớp phủ 44a và 44b có thể ngăn chặn khí được sinh ra khi điện phân không bị hấp phụ vào bề mặt màng. Điều này có thể cải thiện hơn nữa tính thấm màng của cation, và do đó, điện áp điện phân có xu hướng được làm giảm hơn nữa.

Ở phần lộ ra A5, sợi gia cường 42 chỉ cần được lộ ra ít nhất là trên bề mặt của lớp S (40a) và không cần phải lộ ra trên bề mặt của lớp phủ 44a.

Màng trao đổi ion 4 là màng được tạo ra là bằng cách phủ mỗi bề mặt của màng trao đổi ion 2 được thể hiện trên Fig.15 bằng lớp phủ 44a và 44b. Đối với thành phần và cấu hình không phải lớp phủ 44a và 44b, thì thành phần và cấu hình của màng trao đổi ion 2 đã được mô tả ở trên có thể được sử dụng. Đối với lớp phủ 44a và 44b, thành phần và cấu hình được mô tả khi lớp phủ 34a và 34b được sử dụng trong màng trao đổi ion 3 được thể hiện trên Fig.17 có thể được sử dụng theo cách tương tự.

Khả năng trao đổi ion

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, khả năng trao đổi ion của polyme chứa flo dùng để chỉ đương lượng các nhóm trao đổi trên mỗi g nhựa khô và có thể được xác định bằng phép chuẩn độ trung hòa hoặc phân tích quang phổ hồng ngoại. Trong trường hợp xác định bằng cách phân tích quang phổ hồng ngoại, khả năng trao đổi ion có thể được xác định bằng phương pháp được mô tả trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế được mô tả dưới đây. Theo phương án của sáng chế, giá trị thu được bằng cách xác định polyme chứa flo được sử dụng (trước khi xử lý bằng thủy phân) bằng cách phân tích quang phổ hồng ngoại có thể được sử dụng làm khả năng trao đổi ion, hoặc giá trị thu được bằng cách xác định bằng phép chuẩn độ trung hòa sau khi thủy phân có thể được sử dụng làm khả năng trao đổi ion. Tốt hơn, nếu khả năng trao đổi ion của lớp S nằm trong khoảng từ 1,43 đến 0,98 mili đương lượng/g, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1,10 đến 0,98 mili đương lượng/g. Khả năng trao đổi ion của lớp C nằm trong khoảng từ 1,10 đến 0,80 mili đương lượng/g, tốt hơn là từ 1,00 đến 0,80 mili đương lượng/g, tốt hơn nữa là từ 0,98 đến 0,83 mili đương lượng/g. Theo phương án của sáng chế, khi lớp S và/hoặc lớp C được cấu thành từ nhiều lớp, tốt hơn là mỗi lớp này thỏa mãn khả năng trao đổi ion nêu trên.

Thiết bị điện phân

Màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế có thể được sử dụng trong các thiết bị điện phân khác nhau. Điều đó nghĩa là, thiết bị điện phân theo phương án của sáng chế bao gồm màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế. Như được minh họa trên Fig.20, thiết bị điện phân 13 bao gồm ít nhất là anot 11, catot 12, và màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế được bố trí giữa anot và catot. Thiết bị điện phân có thể được sử dụng cho nhiều kiểu điện phân khác nhau, và để làm ví dụ thông thường, trường hợp khi thiết bị điện phân được sử dụng để điện phân dung dịch clorua kiềm trong nước sẽ được mô tả dưới đây.

Các điều kiện điện phân không bị giới hạn cụ thể, và quá trình điện phân có thể được thực hiện trong các điều kiện đã biết. Ví dụ, với khoang anot được cung cấp dung dịch clorua kiềm có nồng độ từ 2,5 đến 5,5N trong nước và khoang catot được cung cấp nước hoặc dung dịch hydroxit kiềm trong nước loãng, việc điện phân có thể được thực hiện trong các điều kiện bao gồm nhiệt độ điện phân nằm trong khoảng từ 50 đến 120°C và mật độ dòng điện nằm trong khoảng từ 5 đến 100 A/dm².

Cấu trúc của thiết bị điện phân theo phương án của sáng chế không bị giới hạn cụ thể và có thể là cấu trúc đơn cực hoặc lưỡng cực chẳng hạn. Vật liệu cấu thành nên thiết bị điện phân không bị giới hạn cụ thể. Để làm vật liệu cho khoang anot, titan và hợp chất tương tự mà chịu được clorua kiềm và clo, là được ưu tiên. Để làm vật liệu cho khoang catot, niken và hợp chất tương tự mà chịu được hydroxit kiềm và hydro, là được ưu tiên. Đối với sự bố trí các điện cực, thậm chí khi màng trao đổi ion và anot được bố trí có khe hở thích hợp giữa chúng hoặc thậm chí khi anot được bố trí ở trạng thái tiếp xúc với màng trao đổi ion, màng trao đổi ion có thể được sử dụng mà không gặp vấn đề nào. Trong thiết bị điện phân tiếp xúc (thiết bị điện phân dựa trên khe hở zero), trong đó không có khe hở nào được tạo ra giữa màng trao đổi ion và anot và giữa màng trao đổi ion và catot, màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế sẽ đạt được hiệu quả lớn hơn.

Phương pháp chế tạo màng trao đổi ion

Ví dụ thích hợp về phương pháp chế tạo màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế là phương pháp gồm các bước từ (1) đến (6) sau đây:

(1) bước điều chế polyme chứa flo có các nhóm trao đổi ion hoặc các tiền chất của nhóm trao đổi ion, mà có thể có trở thành các nhóm trao đổi ion bằng cách thủy phân;

(2) bước thu được vật liệu làm tăng bền trong đó sợi chống ăn mòn, mà hòa tan trong axit hoặc kiềm và tạo ra các lỗ liên tục, được bố trí giữa danh sợi gia cường liên kế bằng cách dệt lẫn ít nhất là các danh sợi gia cường và sợi chống ăn mòn;

(3) bước tạo màng từ polyme chứa flo có các nhóm trao đổi ion hoặc các tiền chất của nhóm trao đổi ion, mà có thể có trở thành các nhóm trao đổi ion bằng cách thủy phân, để thu được màng;

(4) bước đưa vật liệu làm tăng bền vào màng để thu được phần thân chính của màng bao gồm vật liệu làm tăng bền được bố trí trong đó;

(5) bước thủy phân các tiền chất của nhóm trao đổi ion của polyme flo bằng axit hoặc kiềm để thu được các nhóm trao đổi ion và hòa tan sợi chống ăn mòn để nhờ đó tạo ra các lỗ liên tục bên trong phần thân chính của màng (bước thủy phân); và

(6) bước tạo ra các phần hở trên bề mặt màng của phần thân chính của màng bằng cách đánh bóng bề mặt màng.

Theo phương pháp được mô tả trên đây, trong bước đưa vật liệu làm tăng bền vào màng (4), có thể thu được phần thân chính của màng có phần nhô lên mong muốn được tạo ra bằng cách kiểm soát điều kiện xử lý như nhiệt độ, áp suất, và thời gian trong quá trình đưa vào. Tiếp theo, trong bước (5), việc hòa tan sợi chống ăn mòn được bố trí bên trong phần thân chính của màng có thể làm cho các lỗ liên tục được tạo ra bên trong phần thân chính của màng và, trong bước (6), các phần hở được tạo ra trên bề mặt màng. Điều này có thể giúp thu được màng trao đổi ion. Sau đây, mỗi bước này sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Bước (1): Điều chế polyme chứa flo

Theo phương án của sáng chế, polyme chứa flo có các nhóm trao đổi ion hoặc các tiền chất của nhóm trao đổi ion, mà có thể có trở thành các nhóm trao đổi ion bằng cách thủy phân, có thể thu được bằng cách polyme hóa thích hợp các monome như được nêu trên. Để kiểm soát khả năng trao đổi ion của polyme chứa flo, chỉ cần tỷ lệ hỗn hợp của các monome vật liệu thô và hợp chất tương tự được điều chỉnh trong bước điều chế như được nêu trên.

Bước (2): Bước thu được vật liệu làm tăng bền

Trong bước (2), việc điều chỉnh hình dạng và sự bố trí sợi gia cường, sợi chống ăn mòn và sợi tương tự có thể kiểm soát được tỷ lệ diện tích phần hở, tỷ lệ diện tích phần lộ ra, mật độ phần hở, sự bố trí lỗ liên tục và yếu tố tương tự. Ví dụ, khi sợi chống ăn mòn được tạo ra dày hơn, sợi chống ăn mòn này có thể được bố trí gần bề mặt của phần thân chính của màng trong bước (4) được mô tả dưới đây. Sợi chống ăn mòn được hòa tan trong bước (5) được mô tả dưới đây, và các phần hở có thể được tạo ra bằng cách đánh bóng bề mặt trong bước (6).

Việc kiểm soát số danh sợi chống ăn mòn cũng có thể kiểm soát mật độ phần hở. Tương tự, khi sợi gia cường được tạo ra dày hơn, sợi gia cường này có thể nhô ra bên ngoài từ bề mặt của phần thân chính của màng trong bước (6) được mô tả dưới đây, và do đó, phần lộ ra có thể được tạo ra.

Ngoài ra, tỷ lệ độ hồng của sợi gia cường nêu trên có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh độ dày là sợi gia cường và mắt lưới chẳng hạn. Điều đó nghĩa là, sợi gia cường dày hơn có xu hướng làm giảm tỷ lệ độ hồng, và sợi gia cường mỏng hơn có xu hướng làm tăng tỷ lệ độ hồng. Việc tăng mắt lưới có xu hướng làm giảm tỷ lệ độ hồng, và số mắt lưới ít sẽ có xu hướng làm tăng tỷ lệ độ hồng. Theo quan điểm nhằm gia tăng hơn nữa hiệu suất điện phân, tốt hơn nếu tỷ lệ độ hồng được làm tăng như được mô tả trên đây, và theo quan điểm nhằm đạt được độ bền, tốt hơn nếu tỷ lệ độ hồng được làm giảm.

Bước (3): Bước tạo màng

Trong bước (3), màng được tạo ra từ polyme chứa flo thu được trong bước (1) bằng cách sử dụng máy ép đùn. Màng có thể có cấu trúc hai lớp gồm lớp axit sulfonic và lớp axit carboxylic hoặc có thể có cấu trúc nhiều lớp gồm ba lớp hoặc nhiều hơn như được mô tả trên đây. Phương pháp tạo màng không bị giới hạn cụ thể, và ví dụ về phương pháp này bao gồm các phương pháp sau:

- phương pháp trong đó màng được tạo ra riêng biệt từ polyme chứa flo cấu thành nên mỗi lớp, và
- phương pháp trong đó polyme chứa flo cấu thành nên cả lớp axit carboxylic và lớp axit sulfonic được cùng ép đùn để tạo ra màng hỗn hợp, và polyme chứa flo cấu thành nên lớp axit sulfonic khác được sử dụng riêng biệt để tạo ra màng.

Bước ép đùn được ưu tiên bởi vì nó góp phần vào việc làm gia tăng độ bền bám dính ở mặt phân cách.

Bước (4): Bước thu được phần thân chính của màng

Trong bước (4), vật liệu làm tăng bền thu được trong bước (2) được đưa vào vào màng thu được trong bước (3) để thu được phần thân chính của màng chứa vật liệu làm tăng bền trong đó.

Phương pháp đưa vật liệu vào màng không bị giới hạn, và ví dụ về phương pháp này là phương pháp trong đó vật liệu làm tăng bền và màng được cán mỏng theo thứ tự đã nêu trên giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí trên đĩa phẳng hoặc trống có nguồn nhiệt và/hoặc nguồn chân không trong đó và có nhiều lỗ xấp trên bề mặt của nó và được kết hợp ở nhiệt độ mà ở đó polyme chứa flo của màng sẽ nóng chảy trong khi không khí trong mỗi lớp được tạo chân không bằng áp suất giảm.

Ví dụ về phương pháp đưa vật liệu vào màng trong trường hợp cấu trúc ba lớp gồm hai lớp axit sulfonic và lớp axit carboxylic bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, phương pháp trong đó giấy chống dính, màng cấu thành nên lớp axit sulfonic, vật liệu làm tăng bền, màng cấu thành nên lớp axit sulfonic, và màng cấu thành nên lớp axit carboxylic được cán mỏng theo thứ tự đã nêu lên mặt trống và được kết hợp, và phương pháp trong đó giấy chống dính, màng cấu thành nên lớp axit sulfonic, vật liệu làm tăng bền, và màng hỗn hợp trong đó lớp axit sulfonic đối diện với phía vật liệu làm tăng bền được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp.

Ví dụ về phương pháp đưa vật liệu vào màng trong trường hợp màng hỗn hợp có cấu trúc nhiều lớp gồm ba lớp hoặc nhiều hơn bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, phương pháp trong đó giấy chống dính, các màng cấu thành nên mỗi lớp, vật liệu làm tăng bền, và các màng cấu thành nên mỗi lớp được cán mỏng theo thứ tự đã nêu lên mặt trống và được kết hợp. Trong trường hợp cấu trúc nhiều lớp gồm ba lớp hoặc nhiều hơn, tốt hơn nếu việc điều chỉnh được thực hiện sao cho màng cấu thành nên lớp axit carboxylic được cán mỏng ở vị trí xa nhất từ mặt trống và màng cấu thành nên lớp axit sulfonic được cán mỏng ở vị trí gần mặt trống.

Phương pháp bao gồm bước kết hợp dưới áp suất giảm có xu hướng tạo ra lớp thứ ba trên vật liệu làm tăng bền dày hơn lớp được tạo ra từ phương pháp ép sử dụng áp suất. Các kiểu cán mỏng khác nhau được mô tả ở đây chỉ có tính chất ví dụ. Sau khi mô hình cán mỏng xác đáng và thích hợp (ví dụ, kết hợp nhiều lớp) được chọn khi xem xét về cấu hình của lớp và các đặc tính vật lý của phần thân chính của màng mong muốn, việc đồng ép đùn có thể được thực hiện.

Nhằm mục đích cải thiện hơn nữa tính chất điện của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, cũng có thể đặt thêm lớp chứa cả nhóm chức carboxylat và nhóm chức sulfonyl florua vào giữa lớp axit sulfonic và lớp axit carboxylic được mô tả trên đây hoặc sử dụng lớp chứa cả nhóm chức carboxylat và nhóm chức sulfonyl florua.

Ví dụ về phương pháp điều chế polyme chứa flo mà tạo ra lớp này có thể bao gồm phương pháp trong đó polyme chứa nhóm chức carboxylat và polyme chứa nhóm chức sulfonyl florua được điều chế một cách riêng biệt và tiếp đó được kết hợp lại và phương pháp trong đó cả monome chứa nhóm chức carboxylat và monome chứa nhóm chức sulfonyl florua được copolyme hóa.

Bước (5): Bước thủy phân

Trong bước (5), sợi chống ăn mòn được bao gồm trong phần thân chính của màng được loại bỏ bằng cách hòa tan trong axit hoặc kiềm để tạo ra các lỗ liên tục trong phần thân chính của màng. Sợi chống ăn mòn có độ hòa tan trong axit hoặc kiềm trong bước tạo ra màng trao đổi ion hoặc trong môi trường điện phân. Do đó, sự hòa tan sợi chống ăn mòn trong axit hoặc kiềm từ phần thân chính của màng cho phép các lỗ liên tục được tạo ra ở vị trí tương ứng. Có thể thu được màng trao đổi ion bao gồm các lỗ liên tục được tạo ra trong phần thân chính của màng theo cách này. Sợi chống ăn mòn có thể vẫn còn trong các lỗ liên tục mà không bị hòa tan và loại bỏ hoàn toàn. Sợi chống ăn mòn còn lại trong các lỗ liên tục có thể được hòa tan và loại bỏ nhờ dung dịch điện phân lỏng khi bước điện phân được thực hiện.

Axit hoặc kiềm được sử dụng trong bước (5) chỉ cần hòa tan sợi chống ăn mòn, và loại hợp chất này không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ về axit bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, axit clohydric, axit nitric, axit sulfuric, axit axetic, và axit axetic chứa flo. Ví dụ về kiềm bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, kali hydroxit và natri hydroxit.

Bước tạo ra các lỗ liên tục bằng cách rửa giải sợi chống ăn mòn sẽ được mô tả chi tiết hơn. Fig.19 là hình vẽ sơ lược để minh họa phương pháp tạo ra các lỗ liên tục của màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế. Fig.19 chỉ thể hiện sợi gia cường 52 và sợi chống ăn mòn 504a (các lỗ liên tục 504 được tạo ra nhờ đó) mà không minh họa các thành phần khác như phần thân chính của màng. Trước hết, sợi gia cường 52 và sợi chống ăn mòn 504a được dệt lẫn nhau để tạo ra vật liệu làm tăng bền 5. Tiếp theo, trong bước (5), sợi chống ăn mòn 504a được rửa giải để tạo ra các lỗ liên tục 504.

Nếu sợi chống ăn mòn được hòa tan hoàn toàn trong bước (5), như được mô tả trong bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5844653, trong trường hợp mà màng trao đổi ion được gắn vào thiết bị điện phân và dung dịch clorua kiềm trong nước được rót vào thiết bị điện phân này, dung dịch clorua kiềm trong nước có thể rò rỉ từ bề điện phân qua các lỗ hòa tan. Do đó, được ưu tiên là để lại từ 30 đến 80% đường kính sợi của sợi chống ăn mòn.

Phương pháp được mô tả trên đây là đơn giản bởi vì việc dệt lần sợi gia cường 52 và sợi chống ăn mòn 504a có thể được điều chỉnh tùy thuộc vào sự bố trí sợi gia cường 52, các lỗ liên tục 504, và các phần hở (không được thể hiện) bên trong phần thân chính của màng trao đổi ion. Fig.19 minh họa vật liệu làm tăng bền được dệt vân điểm 5 trong đó sợi gia cường 52 và sợi chống ăn mòn 504a được dệt lần dọc theo cả chiều dọc và chiều ngang trên tờ giấy, và sự bố trí sợi gia cường 52 và sợi chống ăn mòn 504a trong vật liệu làm tăng bền 5 có thể được thay đổi nếu cần.

Trong bước (5), cũng có thể đưa các nhóm trao đổi ion vào các tiền chất của nhóm trao đổi ion bằng cách thủy phân phần thân chính của màng thu được trong bước (4).

Trong phương pháp bao gồm bước làm lộ ra vật liệu lõi chống ăn mòn và sợi gia cường trên bề mặt của màng trao đổi ion bằng cách đánh bóng trong bước (6), chỉ polyme trên các lỗ liên tục có độ chịu bào mòn kém mới được loại bỏ một cách chọn lọc. Do đó, các phần hở có thể được tạo ra một cách hiệu quả mà không làm tăng đáng kể tỷ lệ diện tích phần lộ ra của sợi gia cường. Phương pháp chế tạo màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế có thể làm tăng tỷ lệ diện tích phần hở của các phần hở cũng như làm giảm tỷ lệ diện tích lộ ra của phần lộ ra. Ví dụ về phương pháp đánh bóng bao gồm, nhưng không chỉ bị giới hạn ở, phương pháp bao gồm bước cho con lăn đánh bóng tiếp xúc với màng chạy qua và quay con lăn đánh bóng ở tốc độ cao hơn tốc độ chạy qua của màng này hoặc theo hướng đối diện với hướng chạy của màng. Trong trường hợp này, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng càng lớn, góc bao của con lăn đánh bóng càng lớn, và độ căng khi chạy của con lăn đánh bóng càng lớn sẽ dẫn đến tỷ lệ diện tích phần hở của các phần hở càng cao, nhưng cũng dẫn đến tỷ lệ diện tích lộ ra của phần lộ ra càng cao. Do đó, tốt hơn nếu tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng trong khoảng từ 50 m/giờ đến 1000 m/giờ.

Trong màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, về phương pháp tạo ra phần nhô lên trên bề mặt của phần thân chính của màng, mà không bị giới hạn cụ thể, phương pháp đã biết cũng có thể được sử dụng, phương pháp này bao gồm bước tạo ra phần nhô lên trên bề mặt nhựa. Theo phương án của sáng chế, ví dụ về phương pháp tạo ra phần nhô lên trên bề mặt của phần thân chính của màng bao gồm phương pháp dập nổi bề mặt của phần thân chính của màng chẳng hạn. Ví dụ, khi màng, vật liệu làm tăng bền và các bộ phận tương tự được kết hợp, các phần nhô lên được mô tả trên đây có thể được tạo ra bằng cách sử dụng giấy chống dính dập nổi mà đã được dập nổi trước.

Theo phương pháp chế tạo màng trao đổi ion theo phương án của sáng chế, các phần hở và phần lộ ra được tạo ra bằng cách đánh bóng màng ở trạng thái ướt sau khi thủy phân. Ngoài ra, polyme trong phần thân chính của màng có độ mềm dẻo thích hợp. Do đó, hình dạng của phần nhô lên sẽ không bị thay đổi. Trong trường hợp mà phần nhô lên được tạo ra bằng cách dập nổi, chiều cao và mật độ bố trí của các phần nhô lên có thể được kiểm soát bằng cách kiểm soát hình dạng dập nổi sẽ được chuyển thành (hình dạng của giấy chống dính).

Sau khi các bước từ (1) đến (6) nêu trên được thực hiện, lớp phủ nêu trên có thể được tạo ra trên bề mặt của màng trao đổi ion.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bằng các ví dụ. Phương án của sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ sau đây.

Phương pháp đo độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng A

Màng trao đổi ion sau bước thủy phân được cắt theo hướng thẳng đứng từ phía lớp C hoặc phía lớp S đến bề mặt của lớp để thu được mẫu có cạnh dài bằng 6mm hoặc lớn hơn và cạnh ngắn bằng khoảng 100 μm . Tại thời điểm này, như được thể hiện trên Fig.4, các cạnh của mẫu được để song song với bốn đánh sọc gia cường. Độ dày của mẫu ở trạng thái chứa nước được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học với mặt cắt ngang hướng lên phía trên. Trong trường hợp này, phần cần được cắt ra bao gồm hai hoặc nhiều đánh sọc gia cường liền kề, hai hoặc nhiều lỗ liên tục liền kề (thu được sợi chống ăn mòn), và phần trung tâm của vùng được bao quanh bởi đánh sọc gia cường và các lỗ liên tục, vốn là phần được biểu thị bởi ký hiệu “○” trên Fig.4. Mẫu cần được cắt ra bao gồm sáu hoặc nhiều đánh sọc gia cường vuông góc với hướng cắt. Mẫu này được lấy mẫu ở ba vị trí. Từ hình vẽ mặt cắt của mỗi mảnh thu được, a được xác định ở

như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6 để tính được a (min) đối với mỗi mảnh. Từ a (min) ở ba vị trí, độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng A được tính.

Phương pháp đo độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng B, C1, và C2

Màng trao đổi ion sau bước thủy phân được cắt theo hướng thẳng đứng từ phía lớp C hoặc phía lớp S đến bề mặt của lớp để thu được mẫu có cạnh dài bằng 6mm hoặc lớn hơn và cạnh ngắn bằng khoảng $100\mu\text{m}$. Tại thời điểm này, như được thể hiện trên Fig.4, các cạnh của mẫu được để song song với bốn đánh sợi gia cường. Độ dày của mẫu ở trạng thái chứa nước được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học với mặt cắt ngang hướng lên phía trên. Trong trường hợp này, phần cần được cắt ra là phần trung tâm của sợi gia cường, vốn là các phần được biểu thị bằng ký hiệu $\square$ hoặc $\triangle$ trên Fig.4. Mảnh cần được cắt ra bao gồm 15 hoặc nhiều đánh sợi gia cường vuông góc với hướng cắt. Mảnh này được lấy mẫu ở ba vị trí. Từ mặt cắt ngang của mỗi mảnh thu được, b , $c1$, và $c2$ được xác định như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.7 đến Fig.10 để tính được b (max), $c1$ (max), và $c2$ (max). Từ b (max), $c1$ (max), và $c2$ (max) ở ba vị trí, độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng B, C1, và C2 được tính.

Xác định độ bền của màng

Độ bền của màng trong các ví dụ và ví dụ so sánh, cụ thể là độ bền đứt gãy thu được bằng thử nghiệm kéo căng, được xác định bằng phương pháp sau đây. Dọc theo hướng ở góc 45° so với sợi gia cường được đưa vào màng trao đổi ion, mẫu có chiều rộng là 1cm được cắt từ màng trao đổi ion được nhúng trong nước tinh khiết. Tiếp theo, độ kéo giãn đứt gãy của mẫu được xác định trong các điều kiện bao gồm khoảng cách giữa các mâm cặp là 5cm và tốc độ kéo căng là 100mm/phút tương ứng với JISK6732. Mẫu đo được bảo quản bằng cách ngâm trong nước tinh khiết ở 25°C cho đến thời điểm ngay trước khi xác định, và được xác định trong thời gian ba phút sau khi mẫu được lấy ra khỏi nước tinh khiết. Bảy mẫu từ cùng màng trao đổi ion được xác định, và giá trị trung bình của bảy giá trị kéo giãn đứt gãy được lấy làm độ bền của màng.

Xác định điện áp điện phân

Thiết bị điện phân được sử dụng để điện phân là thiết bị trong đó bốn bể điện phân công nghệ khe hở zero tuần hoàn tự nhiên được bố trí liên tục, mỗi bể có cấu trúc bao gồm màng trao đổi ion được bố trí giữa anot và catot. Để làm catot, mắt lưới dệt được sử dụng được tạo ra từ dây niken dệt kim mịn có đường kính là 0,15mm và được phủ bằng xeri oxit và ruteni oxit làm chất xúc tác với cỡ mắt lưới rây là 50. Để đưa catot

vào tiếp xúc gần với màng trao đổi ion, một miếng đệm được tạo ra từ dây niken dẹt kim mịn được bố trí giữa điện cực góp được làm từ kim loại xốp niken và catot. Để làm anot, sử dụng kim loại xốp titan được phủ bằng ruteni oxit, iridi oxit, và titan oxit làm chất xúc tác. Bằng cách sử dụng thiết bị điện phân được mô tả trên đây, nước muối được cấp cho phía anot trong khi nồng độ được điều chỉnh đến 205g/l, và nước được cấp cho phía catot trong khi nồng độ natri hydroxit được duy trì ở 32% khối lượng. Bước điện phân được thực hiện với nhiệt độ của thiết bị điện phân được thiết lập ở 85°C, ở mật độ dòng điện là 6 kA/m² trong điều kiện trong đó áp suất chất lỏng của phía catot của thiết bị điện phân cao hơn áp suất chất lỏng của phía anot là 5,3 kPa. Điện thế cặp giữa anot và catot của thiết bị điện phân được xác định hàng ngày bằng vôn kế TR-V1000 được sản xuất bởi KEYENCE CORPORATION. Giá trị trung bình của bảy ngày được xác định là điện áp điện phân.

Xác định tỷ lệ diện tích của các phần hở

Hình ảnh từ kính hiển vi của bề mặt của màng trao đổi ion được phân tích hình ảnh để xác định tỷ lệ diện tích của các phần hở. Trước hết, một mảnh có kích thước 2mm chiều dài và 3mm chiều rộng được cắt ra từ bề mặt của phần thân chính của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được sử dụng làm mẫu. Mẫu đã cắt ra này được nhuộm bằng cách nhúng trong dịch lỏng được điều chế bằng cách hòa tan 0,1g tím tinh thể làm thuốc nhuộm trong dung môi hỗn hợp gồm 100ml nước và 500ml etanol. Kính hiển vi (được sản xuất bởi Olympus Corporation) được sử dụng để quan sát trạng thái bề mặt của mẫu sau khi nhuộm ở mức khuếch đại là 20 lần. Chín mẫu được cắt ra từ bề mặt của một màng trao đổi ion, và giá trị trung bình của chúng được sử dụng để đánh giá (N = 9).

Vùng màu trắng không được nhuộm bằng thuốc nhuộm tương ứng với phần hở hoặc phần lộ ra của sợi gia cường. Việc vùng này tương ứng với phần hở hay phần lộ ra được xác định bằng mối tương quan về vị trí giữa sợi gia cường và các lỗ liên tục trong màng trao đổi ion. Trong trường hợp mà việc vùng này tương ứng với phần hở hay phần lộ ra không được biết, diện tích quan sát được bằng kính hiển vi được mô tả trên đây được quan sát làm đích của phép quét hiển vi điện tử (*scanning electron microscope*: SEM), và việc xác định được thực hiện dựa trên hình ảnh SEM từ kính hiển vi thu được tại thời điểm này. Điều đó nghĩa là, theo hình ảnh SEM từ kính hiển vi, vùng màu trắng không được nhuộm bằng thuốc nhuộm mà thụt vào từ bề mặt của phần thân chính của

màng được xác định là phần hở, và vùng màu trắng mà trôi lên từ bề mặt của phần thân chính của màng được xác định là phần lộ ra.

Khi lỗ liên tục cắt ngang phần hở hoặc phần lộ ra, phần hở hoặc phần lộ ra này có thể được nhuộm bằng thuốc nhuộm, và phần màu trắng không được nhuộm bằng thuốc nhuộm có thể quan sát được ở trạng thái phân chia. Trong trường hợp này, phần hở và phần lộ ra được coi như là liên tục mà không bị phân chia bởi lỗ liên tục hoặc yếu tố tương tự, và vùng màu trắng không được nhuộm bằng thuốc nhuộm được nhận dạng. Khi màng trao đổi ion có một lớp phủ, việc xác định được thực hiện chỉ sau khi lớp phủ này được loại bỏ bằng cách sử dụng dung dịch hỗn hợp của nước và etanol và bàn chải mềm.

Tỷ lệ diện tích của các phần hở được xác định bằng cách trước hết xác định tổng diện tích của các phần trắng tương ứng với các phần hở của mẫu được mô tả trên đây (diện tích phần hở B) và chia diện tích phần hở cho diện tích bề mặt của mẫu ($2\text{mm} \times 3\text{mm} = 6\text{mm}^2$). Tỷ lệ diện tích của các phần hở là giá trị trung bình của các kết quả thu được bằng cách xác định ở chín vị trí của màng trao đổi ion ($N = 9$).

Phương pháp xác định chiều cao và mật độ bố trí của phần nhô lên

Chiều cao của phần nhô lên và mật độ bố trí được kiểm tra bằng phương pháp sau đây. Trước hết, trong diện tích $1000\text{-}\mu\text{m}$ vuông của bề mặt màng trao đổi ion, điểm có chiều cao nhỏ nhất được lấy làm điểm tham chiếu. Các phần có chiều cao là $20\text{ }\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn từ điểm tham chiếu được lấy làm phần nhô lên. Trong trường hợp này, chiều cao được xác định ở bằng cách sử dụng “Kính hiển vi laze màu 3D (VK-9710)” được sản xuất bởi KEYENCE CORPORATION. Đặc biệt, một mảnh $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ được cắt tùy ý ra khỏi màng trao đổi ion ở trạng thái khô. Phía catot của màng trao đổi ion được cố định trên đĩa phẳng bằng băng dán hai mặt, và màng được gắn vào đĩa đo sao cho phía anot của màng trao đổi ion đối diện với thấu kính đo. Hình dạng trên bề mặt của màng trao đổi ion được xác định trong diện tích đo $1000\text{ }\mu\text{m}^2$ của mỗi màng $10\text{cm} \times 10\text{cm}$. Điểm có chiều cao nhỏ nhất được lấy làm điểm tham chiếu, và chiều cao từ điểm tham chiếu được xác định ở để nhờ đó để kiểm tra phần nhô lên. Mật độ bố trí của phần nhô lên được xác định bằng cách tùy ý cắt ra ba mảnh $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ từ màng, thực hiện việc xác định ở chín điểm trên toàn diện tích đo $1000\text{ }\mu\text{m}^2$ của mỗi màng $10\text{cm} \times 10\text{cm}$, và tính trung bình các giá trị đo được.

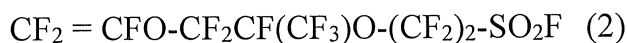
Phần diện tích của các phần nhô lên được kiểm tra như sau. Điều đó nghĩa là, bề mặt của màng thu được được quan sát trong bước đưa vật liệu vào màng (OLYMPUS SZX10) để thu được hình ảnh. Trên hình ảnh này, phần nhô lên được đánh dấu, và ¥USB Digital Scale 1.1J (được sản xuất bởi Scalar Corporation) được sử dụng làm phần mềm phân tích để tính diện tích phần nhô lên/diện tích phần không phải là các phần nhô lên.

Xác định khả năng trao đổi ion

Để dùng làm polyme chứa flo có các nhóm trao đổi ion, khoảng 1g polyme chứa flo A-1, polyme chứa flo A-2, hoặc polyme chứa flo B trong mỗi ví dụ được mô tả dưới đây được sử dụng và được tạo hình bằng cách ép ở nhiệt độ khoảng 30°C cao hơn điểm giả nóng chảy của polyme để thu được màng tương ứng với mỗi polyme. Màng thu được được xác định bằng thiết bị phân tích phổ khối hồng ngoại truyền qua (FTIR-4200 được sản xuất bởi JASCO Corporation). Từ chiều cao của mỗi đỉnh hồng ngoại thu được CF₂, CF, CH₃, OH, và SO₂F, tỷ lệ của các đơn vị cấu trúc có các nhóm mà có thể được chuyển hóa thành nhóm chức axit carboxylic hoặc nhóm chức axit sulfonic được tính. Tỷ lệ này được lấy làm tỷ lệ của các đơn vị cấu trúc có nhóm chức axit carboxylic hoặc nhóm chức axit sulfonic thu được bằng cách thủy phân polyme chứa flo, và đường cong chuẩn độ của mẫu có khả năng trao đổi ion đã biết được tính bằng phương pháp chuẩn độ được sử dụng để xác định được khả năng trao đổi ion.

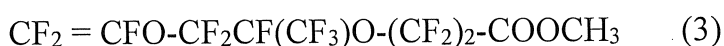
Ví dụ 1

Các monome có công thức chung (1) sau đây và các monome có công thức chung (2) sau đây được copolyme hóa để thu được polyme có khả năng trao đổi ion là 1,05 mili đương lượng/g, là polyme chứa flo S-1.



Các monome có công thức chung (1) và các monome có công thức chung (2) được copolyme hóa để thu được polyme có khả năng trao đổi ion là 1,03 mili đương lượng/g, là polyme chứa flo S-2.

Các monome có công thức chung (1) và các monome có công thức chung (3) sau đây được copolyme hóa để thu được polyme có khả năng trao đổi ion là 0,87 mili đương lượng/g, là polyme chứa flo C-1.



Polyme flo S-2 và polyme flo C-1 được tạo ra và đồng ép đùn bằng thiết bị có hai bộ ép đùn, khuôn T để ép đùn hai lớp, và thiết bị cuốn để thu được màng hai lớp (a) có độ dày là 67 μm . Kết quả quan sát của mặt cắt của màng thu được bằng kính hiển vi quang học cho thấy rằng độ dày của lớp S-2 là 55 μm và độ dày của lớp C là 12 μm . Ngoài ra, khuôn đơn lớp T được sử dụng để thu được màng đơn lớp của lớp S-1 (b) có độ dày là 20 μm .

Để làm sợi gia cường, sợi tơ đơn PTFE có đường kính sợi là 90 đonitơ được tạo ra. Để làm sợi chống ăn mòn, sợi tơ kép được tạo ra bằng cách xoắn và kết hợp sáu danh PET có đường kính sợi là 6,7 đonitơ được tạo ra. Với mật độ sợi của sợi gia cường được thiết lập là 24 danh sợi/in-sơ (24 danh sợi/2,54 cm), sợi được dệt vân điểm được dệt sao cho hai danh sợi chống ăn mòn được bố trí giữa danh sợi gia cường liền kề. Sợi được dệt thu được được gắn kết bằng áp suất bằng con lăn ở 125°C để thu được vật liệu làm tăng bền 1. Vật liệu làm tăng bền 1 có độ dày là 80 μm .

Trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xấp xỉ trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (b), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (a) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức 4% hoặc nhỏ hơn. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trồi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/ cm^2 và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2 cm^2 trên mỗi cm^2 .

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N trong 1 giờ. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hõ. Các phần hõ của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,4%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Ziricon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 μm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,92 V, và là điện áp thích hợp. Độ bền của màng là 1,40kgf/cm, và do đó độ bền thích hợp được duy trì.

Ví dụ 2

Với việc sử dụng màng hai lớp (a), màng đơn lớp (b), và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ 1, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (b), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (a) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg. Tấm cách nhiệt được bố trí sao cho nó không tiếp xúc với màng và sợi gia cường và sao cho bao phủ phần phía trên và phần bên của phần giảm áp của trống. Ở trạng thái mà màng bị ngăn không cho được làm mát bằng không khí bên ngoài, vật liệu đã được cán mỏng được kết hợp trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức 4% hoặc nhỏ hơn. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trồi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/ cm^2 và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2 cm^2 trên mỗi cm^2 .

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N trong 1 giờ.

Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hở. Các phần hở của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,2%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Zircon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 μm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,91 V, và là điện áp thích hợp hơn cả ở Ví dụ 1. Độ bền của màng là 1,35kgf/cm, và do đó độ bền thích hợp được duy trì.

Ví dụ so sánh 1

Với việc sử dụng màng hai lớp (a), màng đơn lớp (b), và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ 1, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xấp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (b), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (a) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg. Tấm cách nhiệt được bố trí sao cho nó không tiếp xúc với màng và sợi gia cường và sao cho bao phủ phần phía trên và phần bên của phần giảm áp của trống. Ở trạng thái mà không khí nóng ở 230°C được để chảy bên trong tấm cách nhiệt, vật liệu đã được cán mỏng được kết hợp trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức nằm trong khoảng từ 6 đến 8%. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trôi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các

nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/cm² và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2cm² trên mỗi cm².

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N trong 1 giờ. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hõ. Các phần hõ của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,1%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme CF₂ = CF₂ và CF₂ = CFOCF₂CF(CF₃)O(CF₂)₂SO₂F và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Ziricon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 µm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,93 V, cao hơn điện áp của Ví dụ 2 mặc dù độ dày trung bình A nhỏ. Ngoài ra, mức độ biến thiên về điện áp điện phân do sự hấp phụ và khử hấp phụ khí tăng lên nhiều hơn so với các Ví dụ 1 và 2. Ngược lại, độ bền của màng giảm một cách đáng kể đến 0,95kgf/cm.

Ví dụ so sánh 2

Polyme flo S-2 và polyme flo C-1 được sử dụng trong Ví dụ 1 được tạo ra và đồng ép đùn bằng thiết bị có hai bộ ép đùn, khuôn T để ép đùn hai lớp, và thiết bị cuốn để thu được màng hai lớp (c) có độ dày là 77 µm. Kết quả quan sát của mặt cắt của màng thu được bằng kính hiển vi quang học cho thấy rằng độ dày của lớp S-2 là 65 µm và độ dày của lớp C là 12 µm.

Với việc sử dụng màng hai lớp (c) và màng đơn lớp (b) ở trên và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ 1, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được

dập nổi, màng đơn lớp (b), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (a) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức 2,5% hoặc nhỏ hơn. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trồi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là $60\text{ }\mu\text{m}$ được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/ cm^2 và tổng diện tích của các phần nhô lên là $0,2\text{cm}^2$ trên mỗi cm^2 .

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N trong 1 giờ. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm , tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hõ. Các phần hõ của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,5%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Zircon oxit có đường kính hạt sơ cấp là $1\text{ }\mu\text{m}$ được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,96 V, là điện áp cao. Trong khi đó, độ bền của màng là $1,50\text{kgf/cm}$, và độ bền cần thiết cho màng trao đổi ion được duy trì.

Ví dụ so sánh 3

Với việc sử dụng màng hai lớp (c), màng đơn lớp (b), và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ so sánh 2 ở trên, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (b), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (c) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg. Tấm cách nhiệt được bố trí sao cho nó không tiếp xúc với màng và sợi gia cường và sao cho bao phủ phần phía trên và phần bên của phần giảm áp của trống. Ở trạng thái mà không khí nóng ở 230°C được để chảy bên trong tấm cách nhiệt, vật liệu đã được cán mỏng được kết hợp trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức nằm trong khoảng từ 6 đến 8%. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trôi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/ cm^2 và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2 cm^2 trên mỗi cm^2 .

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N trong 1 giờ. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hở. Các phần hở của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,0%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Zircon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 μm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,94 V, là điện áp cao. Ngoài ra, mức độ biến thiên về điện áp điện phân là do sự hấp phụ và khử hấp phụ khí tăng lên nhiều hơn so với trong các Ví dụ 1 và 2. Ngược lại, độ bền của màng là 1,25kgf/cm, và độ bền cần thiết cho màng trao đổi ion được duy trì.

Ví dụ 3

Các monome được thể hiện bằng công thức chung (1) ở trên và các monome có công thức chung (3) sau đây được copolyme hóa để thu được polyme có khả năng trao đổi ion là 0,85 mili đương lượng/g, là polyme chứa flo C-2.

Polyme flo C-2 và polyme flo S-2 được sử dụng trong Ví dụ 1 trên đây được tạo ra và đồng ép đùn bằng thiết bị có hai bộ ép đùn, khuôn T để ép đùn hai lớp, và thiết bị cuốn để thu được màng hai lớp (e) có độ dày là 57 μm . Kết quả quan sát của mặt cắt của màng thu được bằng kính hiển vi quang học cho thấy rằng độ dày của lớp S-2 là 45 μm và độ dày của lớp C là 12 μm . Ngoài ra, với việc sử dụng polyme flo S-1 được sử dụng trong Ví dụ 1, khuôn đơn lớp T được sử dụng để thu được màng đơn lớp của lớp S-1 (f) có độ dày là 12 μm .

Với sử dụng màng hai lớp (e) và màng đơn lớp (b) và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ 1 trên đây, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (f), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (e) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức 3% hoặc nhỏ hơn. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trồi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/cm² và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2cm² trên mỗi cm².

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao

đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hở. Các phần hở của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 3,0%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Zircon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 μm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,92 V, và là điện áp thấp. Độ bền của màng là 1,35kgf/cm, và độ bền cần thiết cho màng trao đổi ion được duy trì.

Ví dụ so sánh 4

Với việc sử dụng màng hai lớp (e), màng đơn lớp (f), và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ 3, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (f), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (e) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg. Tấm cách nhiệt được bố trí sao cho nó không tiếp xúc với màng và sợi gia cường và sao cho bao phủ phần phía trên và phần bên của phần giảm áp của trống. Ở trạng thái mà không khí nóng ở 230°C được để chảy bên trong tấm cách nhiệt, vật liệu đã được cán mỏng được kết hợp trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức nằm trong khoảng 5 đến 7%. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trôi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các

nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/cm² và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2cm² trên mỗi cm².

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hờ. Các phần hờ của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,8%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme CF₂ = CF₂ và CF₂ = CFOCF₂CF(CF₃)O(CF₂)₂SO₂F và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Zircon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 µm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,92 V, và không quan sát thấy sự giảm điện áp mặc dù độ dày trung bình A nhỏ hơn so với trị số thu được ở Ví dụ 3. Ngoài ra, mức độ biến thiên về điện áp điện phân do sự hấp phụ và khử hấp phụ khí tăng lên hơn so với Ví dụ 3. Ngược lại, độ bền của màng giảm một cách đáng kể đến 0,95kgf/cm.

Ví dụ so sánh 5

Polyme flo C-2 và polyme flo S-2 được sử dụng trong Ví dụ 3 được tạo ra và đồng ép đùn bằng thiết bị có hai bộ ép đùn, khuôn T để ép đùn hai lớp, và thiết bị cuốn để thu được màng hai lớp (g) có độ dày là 87 µm. Kết quả quan sát của mặt cắt của màng thu được bằng kính hiển vi quang học cho thấy rằng độ dày của lớp S-2 là 75 µm và độ dày của lớp C là 12 µm.

Với việc sử dụng màng hai lớp (g) và màng đơn lớp (f) và sợi gia cường được sử dụng trong Ví dụ 3, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và

có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (f), vật liệu làm tăng bền 1, và màng hai lớp (g) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg . Tấm cách nhiệt được bố trí sao cho nó không tiếp xúc với màng và sợi gia cường và sao cho bao phủ phần phía trên và phần bên của phần giảm áp của trống. Ở trạng thái mà không khí nóng ở 230°C được để chảy bên trong tấm cách nhiệt, vật liệu đã được cán mỏng được kết hợp trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức 3% hoặc nhỏ hơn. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trồi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là $60\text{ }\mu\text{m}$ được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là $250\text{ phần nhô lên}/\text{cm}^2$ và tổng diện tích của các phần nhô lên là $0,2\text{cm}^2$ trên mỗi cm^2 .

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là $20\text{kg}/\text{cm}$, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là $100\text{ m}/\text{phút}$, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hở. Các phần hở của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,7%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Ziricon oxit có đường kính hạt sơ cấp là $1\text{ }\mu\text{m}$ được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là $2,96\text{ V}$ và là điện áp cao. Ngược

lại, độ bền của màng là 1,50kgf/cm, và độ bền cần thiết cho màng trao đổi ion được duy trì.

Ví dụ 4

Với việc sử dụng vật liệu làm tăng bền 2 có độ dày là 65 μm , mà được tạo ra theo cách tương tự đối với vật liệu làm tăng bền 1 được mô tả trong Ví dụ 1 bằng cách sử dụng sợi tơ kép được tạo ra bằng cách vặn xoắn PTFE có đường kính sợi là 70 đơn vị làm sợi gia cường và sáu đánh PET, mỗi đánh có đường kính sợi là 5 đơn vị làm sợi chống ăn mòn, và màng hai lớp (e) và màng đơn lớp (f) được sử dụng trong Ví dụ 3, trên trống bao gồm nguồn nhiệt và nguồn chân không trong đó và có nhiều vi lỗ xốp trên bề mặt của nó, giấy chống dính chịu nhiệt thoáng khí được dập nổi, màng đơn lớp (f), vật liệu làm tăng bền 2, và màng hai lớp (e) được cán mỏng theo thứ tự đã nêu và được kết hợp ở nhiệt độ của bề mặt trống là 230°C và dưới áp suất giảm là -650mmHg trong khi không khí trong mỗi vật liệu được tạo chân không để thu được màng hỗn hợp. Trong bước kết hợp này, trong suốt giai đoạn từ lúc nạp vật liệu đến khi cho vật liệu tiếp xúc với trống, tỷ lệ giãn dài của màng đơn lớp và màng hai lớp theo hướng chạy được kiểm soát ở mức 3% hoặc nhỏ hơn. Theo kết quả quan sát bề mặt của màng thu được, quan sát thấy rằng các phần trồi ra hình bán cầu có chiều cao trung bình là 60 μm được cấu thành chỉ từ polyme có các nhóm trao đổi ion được tạo ra trên màng phía anot (b) ở mật độ là 250 phần nhô lên/cm² và tổng diện tích của các phần nhô lên là 0,2cm² trên mỗi cm².

Màng hỗn hợp này được thủy phân trong dung dịch nước chứa 30% khối lượng DMSO và KOH 3,2N ở 80°C trong 0,5 giờ, và tiếp đó được đưa vào quá trình xử lý trao đổi muối trong điều kiện 50°C bằng cách sử dụng dung dịch NaOH 0,6N. Sau đó, bề mặt của màng hỗn hợp được đánh bóng với độ căng khi chạy được thiết lập là 20kg/cm, tốc độ tương đối giữa con lăn đánh bóng và màng hỗn hợp được thiết lập là 100 m/phút, và lượng ép của con lăn đánh bóng được thiết lập là 2mm để tạo ra các phần hở. Các phần hở của màng hỗn hợp có tỷ lệ diện tích là 2,9%.

Trong dung dịch hỗn hợp của nước và etanol ở tỷ lệ 50/50 phần khối lượng, polyme flo có nhóm axit sulfonic mà thu được bằng cách thủy phân copolyme $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ và $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ và có khả năng trao đổi ion là 1,08 mili đương lượng/g được hòa tan với lượng 20% trọng lượng. Ziricon oxit có đường kính hạt sơ cấp là 1 μm được thêm vào dung dịch này với lượng 40% trọng lượng, và được phân

tán đồng nhất trong máy nghiền lăn để thu được dịch huyền phù. Dịch huyền phù này được phủ bằng phương pháp phun cho cả hai bề mặt của màng trao đổi ion sau khi thủy phân và được làm khô để tạo ra lớp phủ.

Độ dày trung bình, độ bền của màng, và điện áp điện phân của màng trao đổi ion thu được như được mô tả trên đây sẽ được xác định. Kết quả đánh giá về các đặc tính này được thể hiện trong Bảng 1. Điện áp điện phân là 2,92 V, và là điện áp thấp. Độ bền của màng là 1,35kgf/cm, và độ bền cần thiết cho màng trao đổi ion được duy trì.

Bảng 1

	A	B	C1	C2	B/A	Điện áp điện phân (V)	Độ bền của màng (kgf/cm)
Ví dụ 1	90	215	110	100	2,39	2,92	1,4
Ví dụ 2	65	220	110	100	3,38	2,91	1,35
Ví dụ so sánh 1	35	235	110	100	6,71	2,93	0,95
Ví dụ so sánh 2	115	225	110	100	1,96	2,96	1,5
Ví dụ so sánh 3	45	240	110	100	5,33	2,94	1,25
Ví dụ 3	80	200	110	100	2,50	2,92	1,35
Ví dụ so sánh 4	30	215	110	100	7,17	2,92	0,95
Ví dụ so sánh 5	85	245	110	100	2,88	2,96	1,5
Ví dụ 4	80	175	100	90	2,19	2,92	1,35

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Màng trao đổi ion bao gồm:

lớp S bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit sulfonic;

lớp C bao gồm polyme chứa flo có nhóm axit carboxylic; và

các vật liệu làm tăng bền được bố trí bên trong lớp S và có chức năng làm ít nhất một trong số sợi gia cường và sợi chống ăn mòn;

trong đó A và B, cả hai trong số này được xác định dưới đây, thỏa mãn các công thức (1) và (2) sau đây:

$$B \leq 240 \mu\text{m} \quad (1)$$

$$2,0 \leq B/A \leq 5,0 \quad (2)$$

trong đó, khi màng trao đổi ion được quan sát từ phía bề mặt ở đỉnh, A là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, vật liệu làm tăng bền không tồn tại, và B là độ dày mặt cắt ngang trung bình của màng được đo trong nước tinh khiết đối với vùng mà trong đó, các đánh sợi gia cường chồng lên nhau, và đối với vùng mà trong đó, sợi gia cường chồng lên sợi chống ăn mòn.

2. Màng trao đổi ion theo điểm 1, trong đó A và C1 mà được xác định dưới đây, thỏa mãn công thức (3) sau đây:

$$40 \mu\text{m} \leq A \leq C1 \quad (3)$$

trong đó C1 là giá trị tối đa của khoảng cách giữa bề mặt của lớp S và sợi gia cường xa nhất tính từ bề mặt của lớp S, khoảng cách này được đo trong nước tinh khiết và theo hướng độ dày của màng trong vùng mà trong đó, các đánh sợi gia cường chồng lên nhau.

3. Màng trao đổi ion theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp S có lỗ liên tục trong đó và các phần hở trên bề mặt của lớp này, và tỷ lệ của tổng diện tích các phần hở so với diện tích bề mặt của lớp S nằm trong khoảng từ 0,4 đến 15%.

4. Màng trao đổi ion theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bề mặt của lớp S có các phần nhô lên có chiều cao là 20 μm hoặc lớn hơn, khi nhìn từ mặt cắt ngang.

5. Màng trao đổi ion theo điểm 4, trong đó mật độ bố trí của các phần nhô lên nằm trong khoảng từ 20 đến 1500 phần nhô lên/ cm^2 .

6. Thiết bị điện phân bao gồm màng trao đổi ion theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

7. Phương pháp chế tạo màng trao đổi ion theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó phương pháp này bao gồm các bước từ (1) đến (6) sau đây:

(1) bước điều chế polyme chứa flo có các nhóm trao đổi ion hoặc các tiền chất của nhóm trao đổi ion, mà có thể có trở thành các nhóm trao đổi ion bằng cách thủy phân;

(2) bước thu được vật liệu làm tăng bền trong đó sợi chống ăn mòn, mà hòa tan trong axit hoặc kiềm và tạo ra các lỗ liên tục, được bố trí giữa danh sợi gia cường liên kề bằng cách dệt lẫn ít nhất là các danh sợi gia cường và sợi chống ăn mòn;

(3) bước tạo màng từ polyme chứa flo có các nhóm trao đổi ion hoặc các tiền chất của nhóm trao đổi ion, mà có thể có trở thành các nhóm trao đổi ion bằng cách thủy phân, để thu được màng;

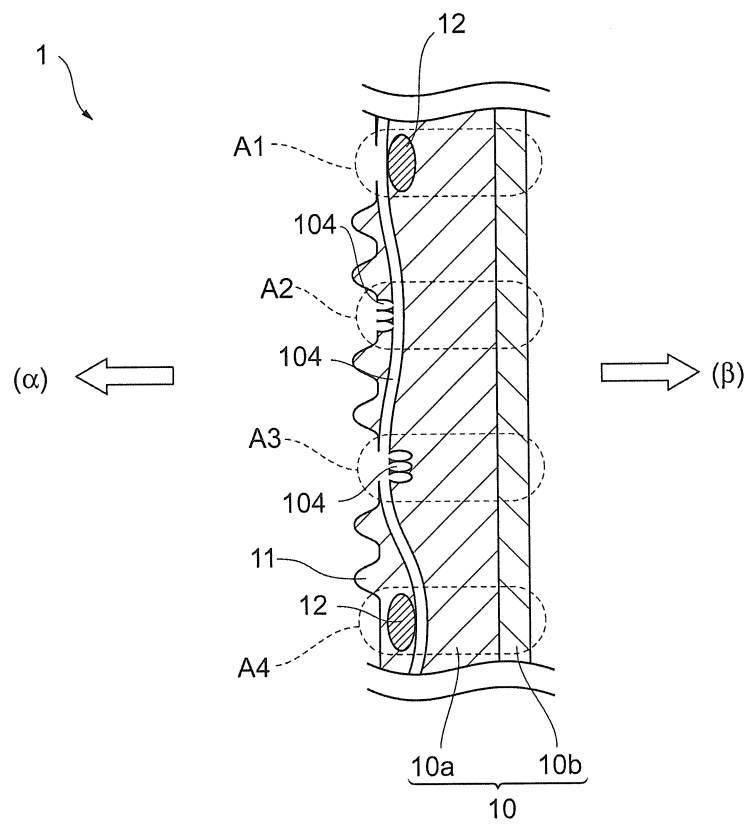
(4) bước đưa vật liệu làm tăng bền vào màng để thu được phần thân chính của màng bao gồm vật liệu làm tăng bền được bố trí trong đó;

(5) bước thủy phân các tiền chất của nhóm trao đổi ion của polyme flo bằng axit hoặc kiềm để thu được các nhóm trao đổi ion và hòa tan sợi chống ăn mòn để nhờ đó tạo ra các lỗ liên tục bên trong phần thân chính của màng; và

(6) bước tạo ra các phần hở trên bề mặt màng của phần thân chính của màng bằng cách đánh bóng bề mặt màng trong trường hợp các phần hở được tạo ra trên bề mặt màng của phần thân chính của màng.

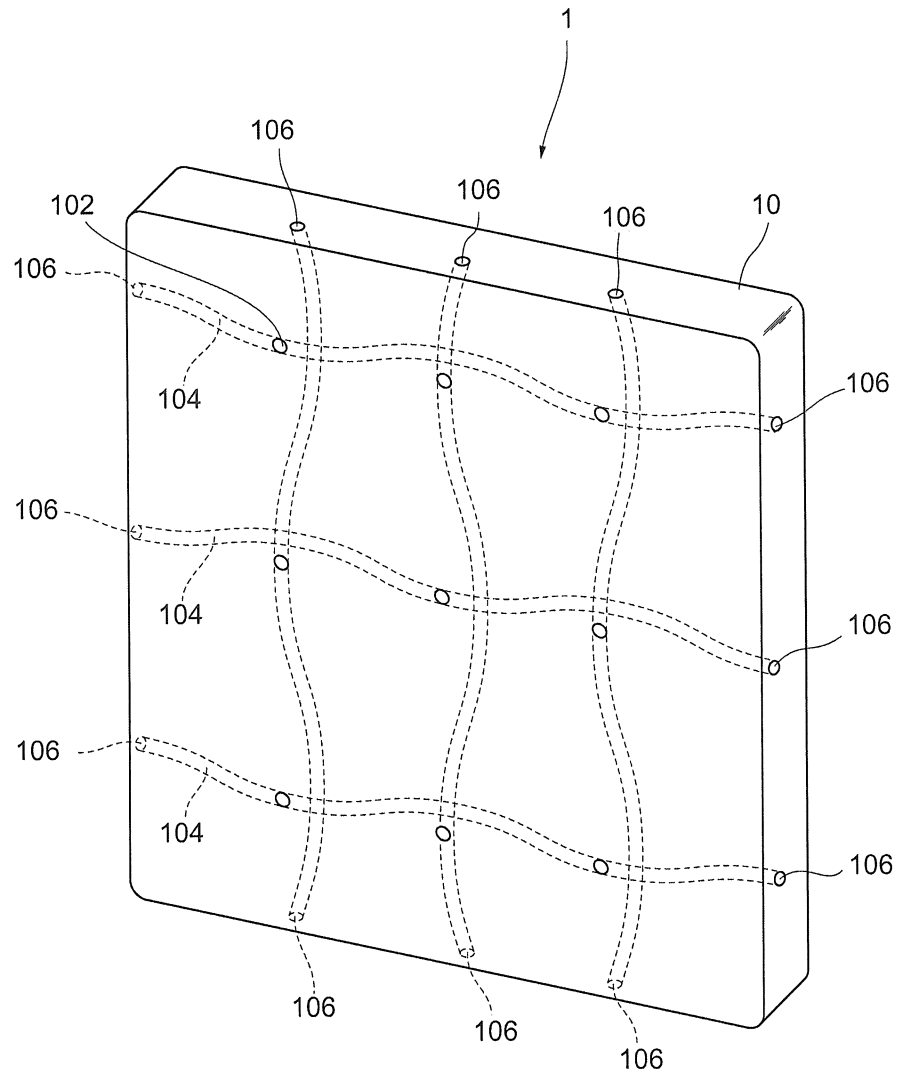
1/13

Fig. 1



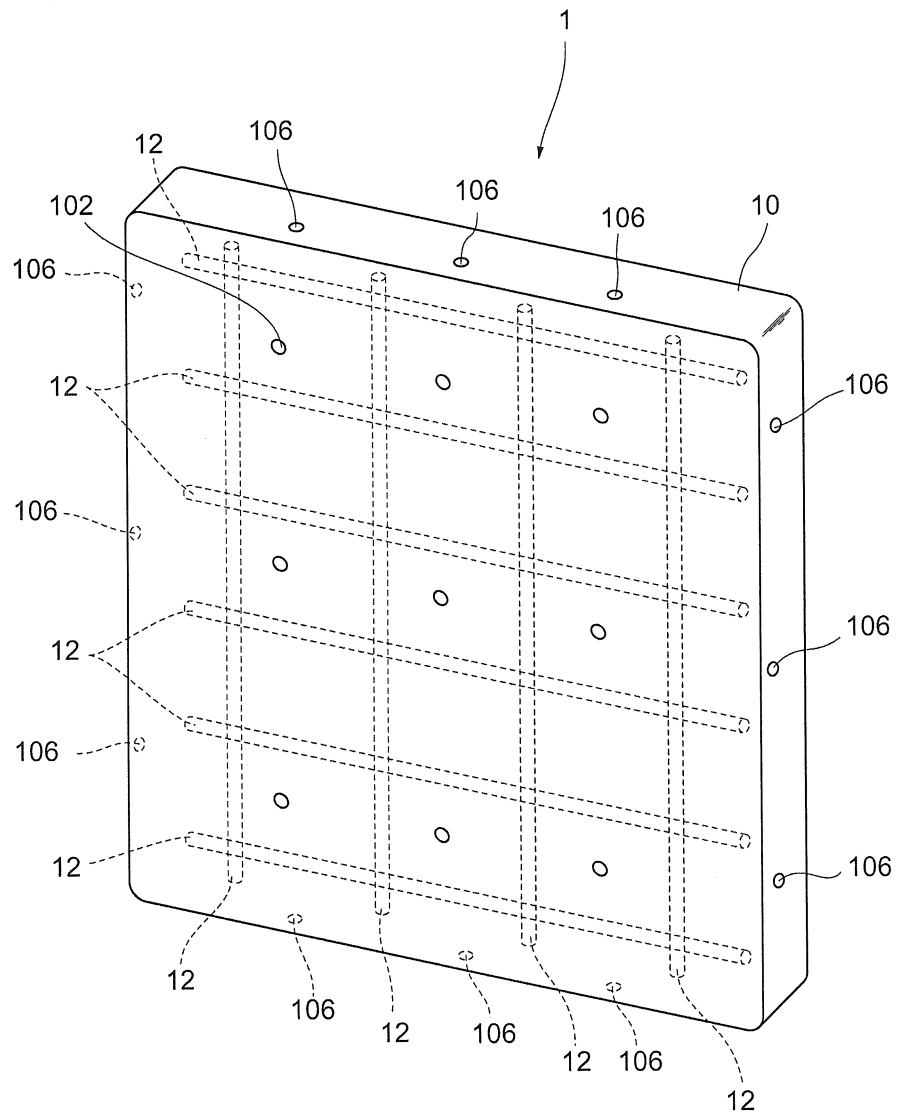
2/13

Fig. 2



3/13

Fig. 3



4/13

Fig. 4

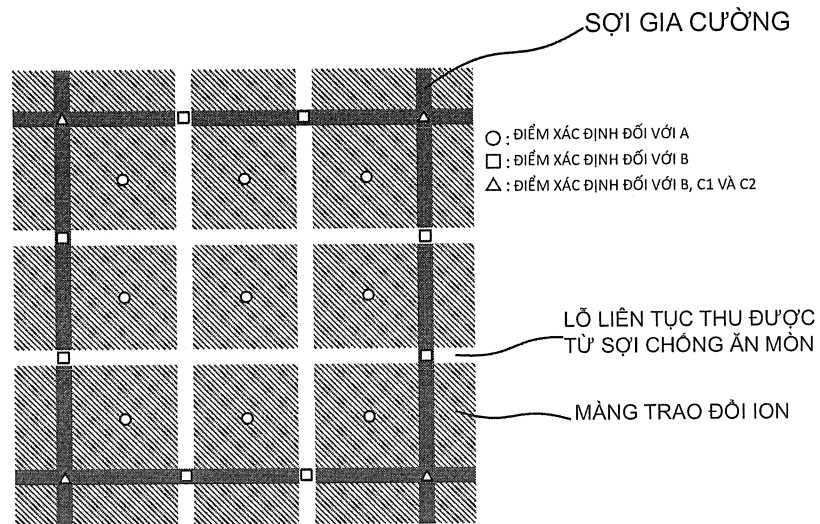


Fig. 5

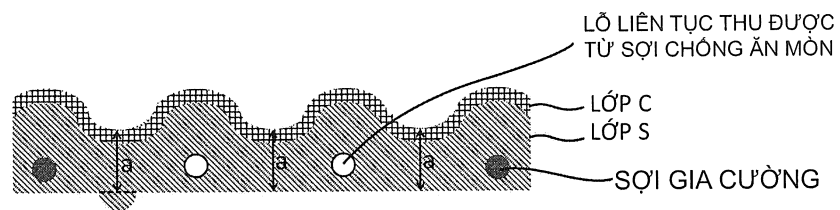
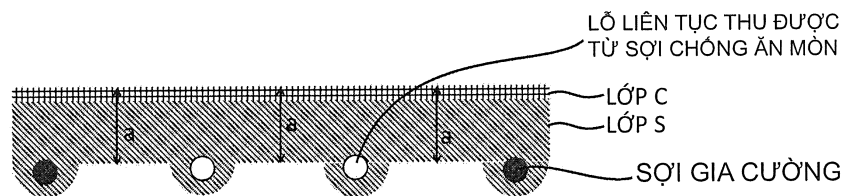


Fig. 6



5/13

Fig. 7

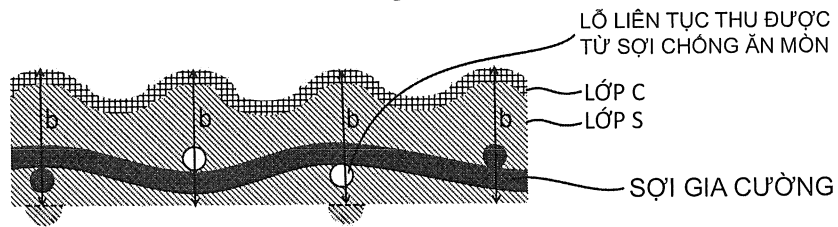


Fig. 8

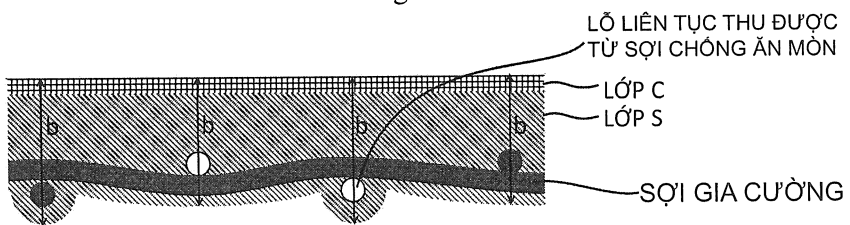


Fig. 9

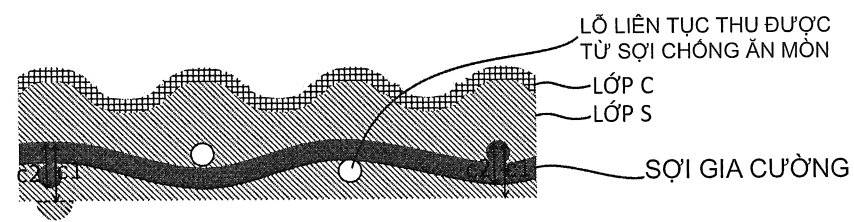
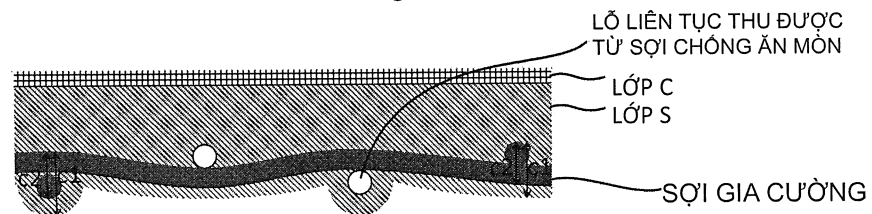


Fig. 10



6/13

Fig. 11

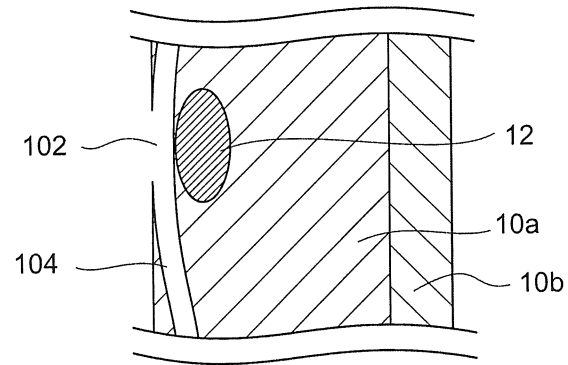
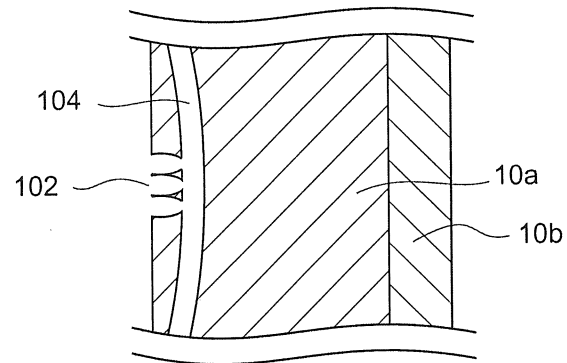


Fig. 12



7/13

Fig. 13

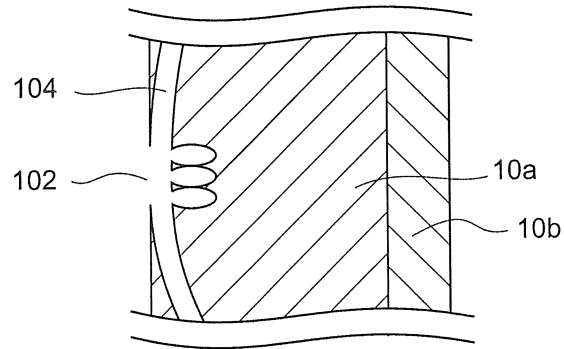
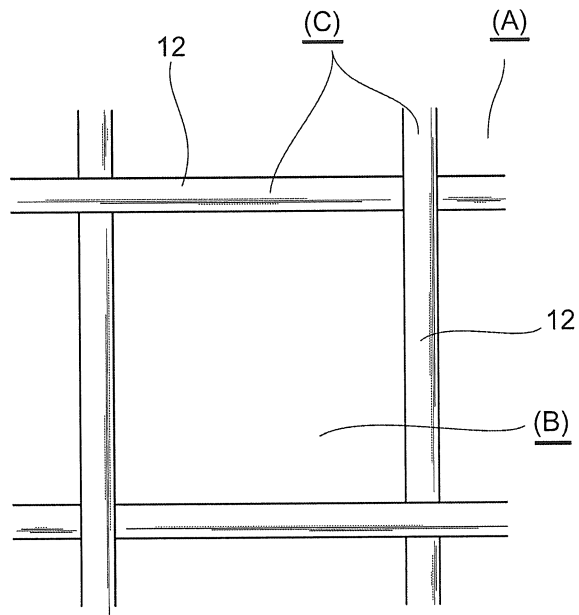


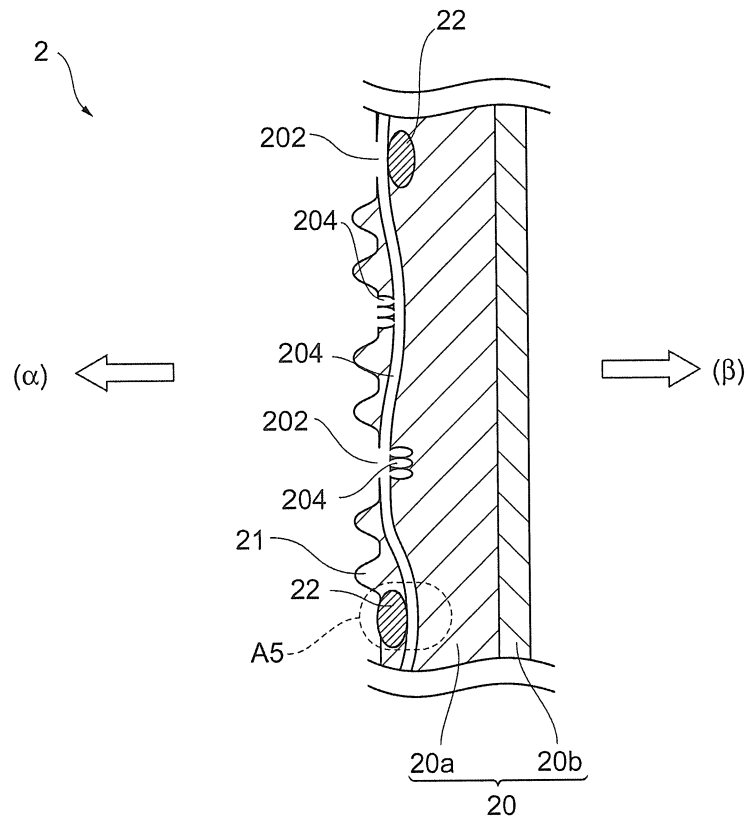
Fig. 14



$$(B) = (A) - (C)$$

$$(B)/(A) = ((A) - (C))/(A)$$

Fig. 15



9/13

Fig. 16

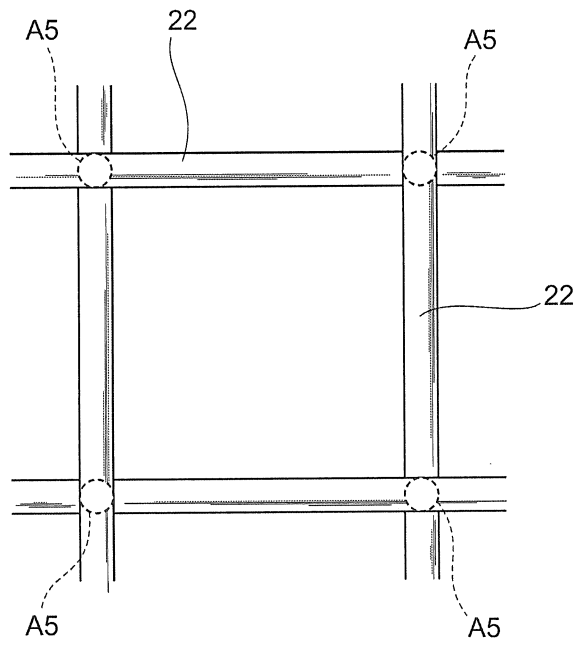


Fig. 17

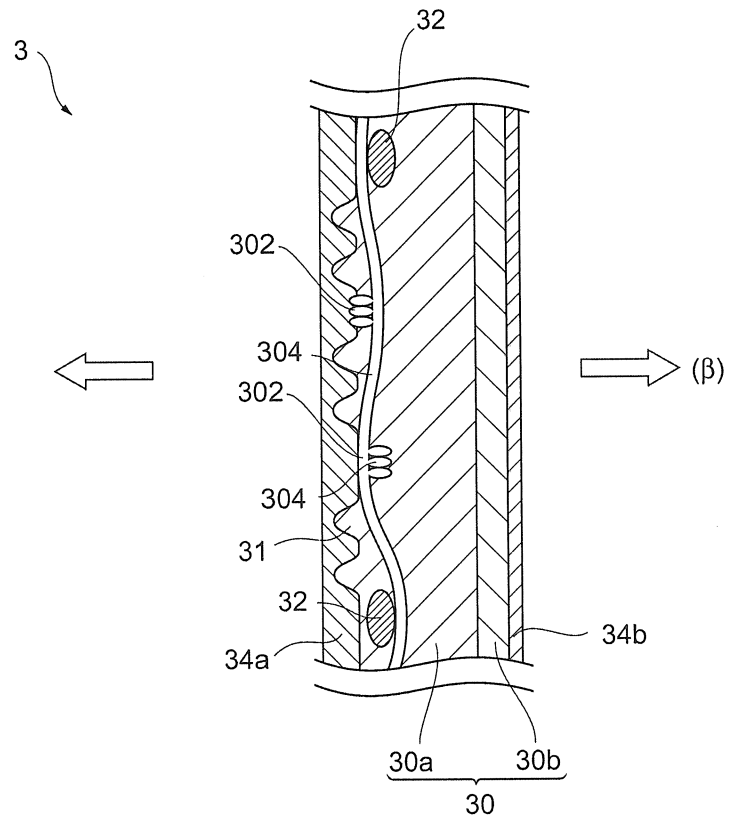
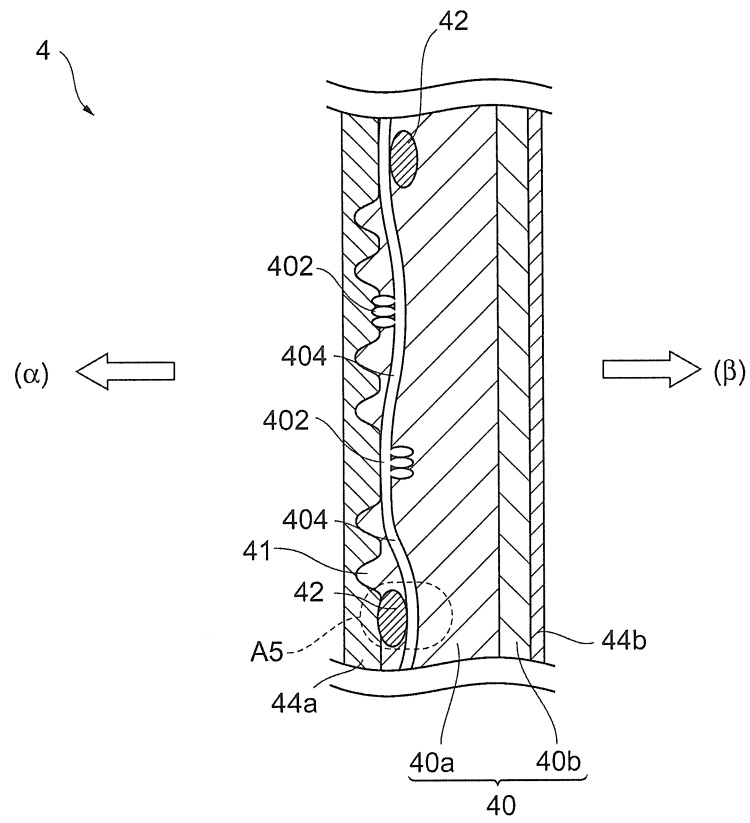
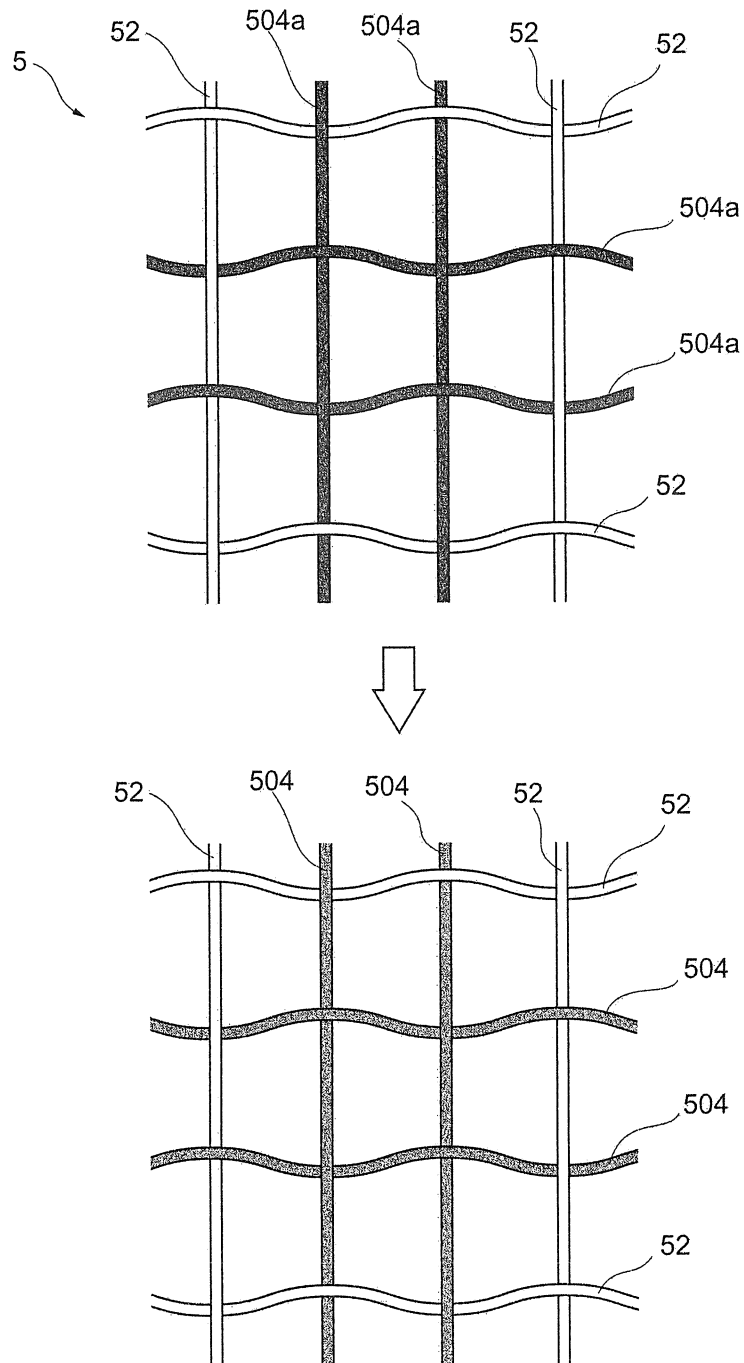


Fig. 18



12/13

Fig. 19



13/13

Fig.20

100

