



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

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

(11)



1-0037359

(51)^{2020.01} C02F 1/469; B01D 61/48

(13) B

(21) 1-2020-04678

(22) 30/07/2018

(86) PCT/JP2018/028395 30/07/2018

(87) WO 2019/142379 A1 25/07/2019

(30) 2018-007140 19/01/2018 JP

(45) 27/11/2023 428

(43) 26/10/2020 391A1

(73) ORGANO CORPORATION (JP)

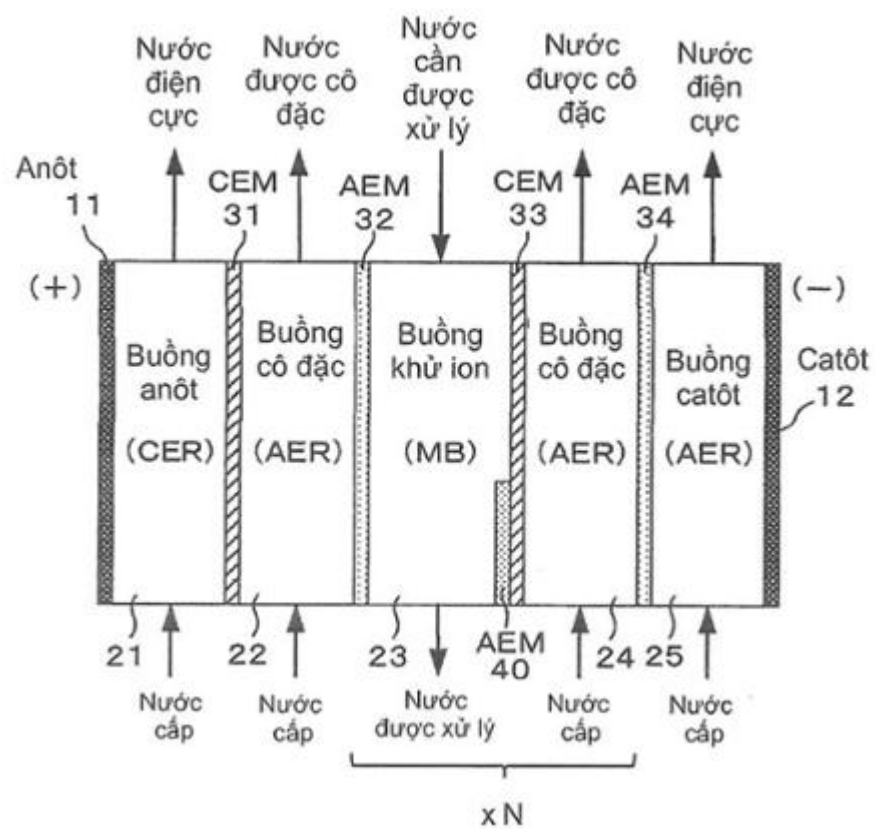
2-8, Shinsuna 1-chome, Koto-ku, Tokyo 136-8631 Japan

(72) SASAKI Keisuke (JP); AIBA Kenta (JP); TAKAHASHI Yusuke (JP); HIDAKA Masao (JP).

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

(54) THIẾT BỊ KHỬ ION BẰNG ĐIỆN DÙNG ĐỂ SẢN XUẤT NƯỚC KHỬ ION

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị sản xuất nước khử ion bằng điện có cấu tạo mới có khả năng loại bỏ một cách hiệu quả thành phần axit yếu mà khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong nước cần được xử lý được chứa trong buồng khử ion. Thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ xử lý khử ion được bố trí ở giữa catốt (12) và anốt (11) mà đối diện với nhau; bộ xử lý khử ion này bao gồm buồng khử ion (23) được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi anion và một cặp buồng cô đặc (22, 24) liền kề với cả hai phía của buồng khử ion này; buồng khử ion liền kề với một buồng cô đặc từ trong số một cặp buồng cô đặc qua màng trao đổi cation (31, 33), một buồng cô đặc này được bố trí trên phía catốt; và buồng khử ion liền kề với buồng cô đặc còn lại từ trong số một cặp buồng cô đặc qua màng trao đổi anion thứ nhất (32), buồng cô đặc còn lại này được bố trí trên phía anốt, trong đó màng trao đổi anion thứ hai (40) được phân lớp trên khu vực riêng của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation, làm thân tách rời khỏi màng trao đổi cation này, và chất trao đổi anion tiếp xúc ít nhất với phần là bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi anion thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

[0001]

Sáng chế đề cập đến thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

[0002]

Trong những năm gần đây, thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion (sau đây thiết bị này được gọi là "thiết bị EDI ") mà không yêu cầu tái sinh bằng hóa chất đã được phát triển và được đưa vào sử dụng thực tế. Thiết bị EDI là thiết bị trong đó kết hợp sự điện di và thẩm tách bằng điện. Cấu tạo cơ bản của thiết bị EDI thông thường là như sau. Tức là, thiết bị EDI này bao gồm buồng khử ion, một cặp buồng cô đặc liền kề với cả hai phía của buồng khử ion này, buồng anốt (điện cực dương) được bố trí bên ngoài một buồng cô đặc, và buồng catốt (điện cực âm) được bố trí bên ngoài buồng cô đặc khác. Buồng khử ion bao gồm màng trao đổi anion và màng trao đổi cation được bố trí đối diện với nhau, và chất trao đổi ion (chất trao đổi anion hoặc/và chất trao đổi cation) được xếp chặt ở giữa các màng trao đổi ion này. Các thành phần anion và các thành phần cation, mà có mặt trong nước cần được xử lý, di chuyển từ buồng khử ion đến các buồng cô đặc qua màng trao đổi anion và màng trao đổi cation, một cách tương ứng, và nước được xử lý, tức là, nước khử ion, thu được từ buồng khử ion, và nước được cô đặc thu được từ các buồng cô đặc.

[0003]

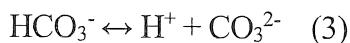
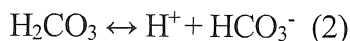
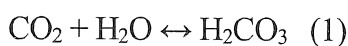
Để sản xuất nước khử ion, nước cần được xử lý được đi vào trong buồng khử ion trong khi điện áp DC được sử dụng ở giữa các điện cực mà được bố trí trong buồng anốt và buồng catốt, một cách tương ứng. Trong buồng khử ion, các thành phần anion (chẳng hạn như Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SiO_2) được thu nạp bằng chất trao đổi anion, và các thành phần cation (chẳng hạn như Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) được thu nạp bằng chất trao đổi cation. Đồng thời, phản ứng phân ly nước (phản ứng tách nước) xuất hiện ở mặt phân cách ở giữa chất trao đổi anion và chất trao đổi cation, ví dụ, để tạo thành các ion hydro và các ion hydroxit ($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$). Các thành phần ion, mà được thu nạp bằng các

chất trao đổi ion, được thay thế bằng các ion hydro và các ion hydroxit, và sau đó được giải phóng khỏi các chất trao đổi ion này. Các thành phần ion được giải phóng được điện di qua các chất trao đổi ion đến các màng trao đổi ion (màng trao đổi anion hoặc màng trao đổi cation), và được tiến hành thẩm tách bằng điện ở màng trao đổi ion và sau đó di chuyển vào trong các buồng cô đặc. Các thành phần ion mà di chuyển vào trong các buồng cô đặc được xả bằng nước chảy qua các buồng cô đặc này.

[0004]

Trong thiết bị EDI, hiện tượng xuất hiện trong đó các thành phần axit yếu được chứa trong nước được cô đặc khuếch tán vào trong nước được xử lý qua màng trao đổi cation mà phân chia buồng cô đặc và buồng khử ion, nhờ đó làm giảm độ tinh khiết của nước được xử lý. Đó là do các thành phần axit yếu, mà thông thường là axit cacbonic, silic điôxit (axit silixic) và bo (axit boric), một phần có các dạng là các phân tử không được ion hóa (các phân tử trung tính) tùy thuộc vào sự thay đổi pH hoặc tương tự, và do đó, chúng hầu như không bị ảnh hưởng bởi khả năng thẩm có chọn lọc của màng trao đổi cation. Ví dụ, đối với axit cacbonic, có quan hệ cân bằng được thể hiện bởi công thức (1) đến (3). Đối với axit cacbonic này, hình dạng của các phân tử không được ion hóa (các phân tử trung tính) là CO_2 cũng như H_2CO_3 , mà có thể dễ dàng đi qua màng trao đổi cation.

[0005]



[0006]

Tài liệu sáng chế 1 bộ lộ thiết bị EDI có khả năng ngăn nước được xử lý bị làm nhiễm bẩn bởi các thành phần axit yếu mà được khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong buồng khử ion. Trong thiết bị này, buồng khử ion được phân chia thành buồng khử ion nhỏ thứ nhất và buồng khử ion nhỏ thứ hai bằng màng trao đổi ion. Buồng khử ion nhỏ thứ nhất được nạp đầy bằng chất trao đổi anion. Buồng khử ion nhỏ thứ hai được nạp đầy bằng chất trao đổi anion và chất trao đổi cation theo tuần tự sao cho chất trao đổi ion cuối cùng, qua đó nước cần được xử lý đi qua sau cùng, trở thành chất trao

đổi anion.

[0007]

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ rằng buồng khử ion nhỏ thứ hai được nạp đầy bằng chất trao đổi anion, rằng màng lưỡng cực được bố trí trên phía catôt của chất trao đổi anion, và rằng bề mặt được làm từ màng trao đổi anion của màng lưỡng cực đối diện với chất trao đổi anion, để đẩy nhanh hơn phản ứng phân ly nước và thu được sự phân bố mật độ dòng điện phù hợp.

[0008]

Các tài liệu sáng chế 2 và 3 còn bộc lộ việc sử dụng màng lưỡng cực trong thiết bị EDI. Các tài liệu sáng chế 4 và 5 và Tài liệu phi sáng chế 1 bộc lộ các màng lưỡng cực.

Tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

[0009]

Tài liệu sáng chế 1: JP 2012-161758 A

Tài liệu sáng chế 2: WO 2013/018818

Tài liệu sáng chế 3: WO 2011/152226

Tài liệu sáng chế 4: JP H07-11021 A

Tài liệu sáng chế 5: JP 2010-132829 A

Tài liệu phi sáng chế

[0010]

Tài liệu phi sáng chế 1: Yoshinobu Tanaka, "Màng trao đổi ion Cơ sở và ứng dụng", Maruzen xuất bản, 2016, trang 15-18

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

[0011]

Trong thiết bị EDI, điều rất quan trọng là làm thế nào các thành phần axit yếu,

mà được khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong nước cần được xử lý được chứa trong buồng khử ion, có thể được loại bỏ một cách hiệu quả khỏi nước cần được xử lý này.

[0012]

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị EDI có cấu tạo mới có khả năng loại bỏ một cách hiệu quả thành phần axit yếu, mà khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong nước cần được xử lý được chứa trong buồng khử ion, khỏi nước cần được xử lý này.

Cách thức giải quyết vấn đề

[0013]

Khía cạnh của sáng chế đề xuất thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion bao gồm ít nhất một bộ xử lý khử ion được bố trí ở giữa catốt và anốt mà đối diện với nhau,

bộ xử lý khử ion này bao gồm buồng khử ion được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi anion và một cặp buồng cô đặc liền kề với cả hai phía của buồng khử ion này,

buồng khử ion liền kề với một buồng cô đặc từ trong số một cặp buồng cô đặc qua màng trao đổi cation, một buồng cô đặc được bố trí trên phía catốt, và

buồng khử ion liền kề với buồng cô đặc còn lại từ trong số một cặp buồng cô đặc qua màng trao đổi anion thứ nhất, buồng cô đặc còn lại này được bố trí trên phía anốt, trong đó

màng trao đổi anion thứ hai được phân lớp trên khu vực riêng của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation, làm thân tách rời khỏi màng trao đổi cation này, và

chất trao đổi anion tiếp xúc ít nhất với phần là bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi anion thứ hai.

Hiệu quả của sáng chế

[0014]

Sáng chế đề xuất thiết bị EDI có cấu tạo mới có khả năng loại bỏ một cách hiệu quả thành phần axit yếu, mà khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong nước cần được xử lý được chứa trong buồng khử ion, khỏi nước cần được xử lý này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

[0015]

Fig. 1 là hình chiếu cắt ngang giản lược thể hiện cấu tạo giản lược về phương án của thiết bị EDI theo sáng chế;

Fig. 2 là hình chiếu cắt ngang giản lược thể hiện cấu tạo giản lược về ví dụ trong đó số lượng các lần lặp lại N bằng 2 trong thiết bị được thể hiện trên FIG. 1;

Fig. 3 là hình chiếu mặt cắt giản lược thể hiện cấu tạo giản lược về phương án khác của thiết bị EDI theo sáng chế.

Fig. 4 là hình chiếu mặt cắt giản lược thể hiện cấu tạo giản lược về phương án khác nữa của thiết bị EDI theo sáng chế.

Fig. 5 là hình chiếu mặt cắt giản lược thể hiện cấu tạo giản lược về phương án khác nữa của thiết bị EDI theo sáng chế.

Fig. 6 là hình chiếu mặt cắt giản lược thể hiện cấu tạo giản lược về phương án khác nữa của thiết bị EDI theo sáng chế.

Fig. 7 là sơ đồ khái niệm dùng để giải thích cơ cấu theo sáng chế.

Fig. 8 là sơ đồ khái niệm khác dùng để giải thích cơ cấu phân ly nước ở mặt phân cách trong đó màng trao đổi cation và màng trao đổi anion được phân lớp.

Fig. 9 là sơ đồ khái niệm dùng để giải thích cơ cấu phân ly nước trong màng lưỡng cực.

Fig. 10 là sơ đồ khái niệm dùng để giải thích tình huống trong đó các anion và các cation được xả từ mặt phân cách trong đó hai màng được phân lớp.

Mô tả chi tiết sáng chế

[0016]

Trong thiết bị EDI mà buồng khử ion của nó được nạp đầy bằng chất trao đổi anion, các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong buồng khử ion, có thể được thu nạp bằng chất trao đổi anion và được loại bỏ khỏi nước được xử lý. Tuy nhiên, phần có các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc vào trong khu vực của buồng khử ion gần cửa xả của nó, dễ dàng được xả từ buồng

khử ion trước khi được thu nạp và được loại bỏ bằng chất trao đổi anion được chứa trong buồng khử ion, và dễ dàng được trộn vào trong nước được xử lý. Hiện tượng này có thể xuất hiện do các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc, không tiếp xúc một cách đầy đủ với chất trao đổi anion và rò rỉ vào trong nước được xử lý.

[0017]

FIG. 7(a) về mặt khái niệm thể hiện ranh giới lân cận giữa buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24, mà được bố trí trên phía catốt của buồng khử ion 23, trong ví dụ về thiết bị EDI thông thường. Trong thiết bị EDI này, màng trao đổi cation 33 phân chia buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24 mà được bố trí trên phía catốt của buồng khử ion 23. Buồng khử ion 23 được nạp đầy bằng nhựa trao đổi anion 51 làm chất trao đổi anion, và nhựa trao đổi anion 51 tiếp xúc với bề mặt của màng trao đổi cation 33 trên phía buồng khử ion. Trong thiết bị này, các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc 24 qua màng trao đổi cation 33, có thể được ion hoá bằng phản ứng trao đổi ion và được thu nạp trong nhựa trao đổi anion 51 so với phần trong đó màng trao đổi cation 33 và nhựa trao đổi anion 51 tiếp xúc với nhau. Ví dụ, axit cacbonic (H_2CO_3) được biến đổi thành các ion bicacbonat (HCO_3^-) hoặc các ion cacbonat (CO_3^{2-}) và được thu nạp bằng nhựa trao đổi anion 51. Các anion được thu nạp này có thể di chuyển qua nhựa trao đổi anion 51 đến buồng cô đặc đối diện (phía anốt). Mặt khác, ở phần trong đó màng trao đổi cation 33 này không tiếp xúc với nhựa trao đổi anion 51, người ta cho rằng các thành phần axit yếu được giải phóng khỏi màng trao đổi cation 33 vào pha lỏng được chứa trong buồng khử ion 23, và rằng phần của thành phần axit yếu được trộn vào trong nước được xử lý.

[0018]

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thấy rằng có khả năng là có thể thu được mục đích được đề cập ở trên của sáng chế bằng cấu tạo trong đó màng trao đổi cation 33 phân chia buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24, và trong đó màng trao đổi anion 40 được phân lớp trên bề mặt của màng trao đổi cation 33 trên phía buồng khử ion, như được thể hiện trên FIG. 7(b). Theo cấu tạo này, các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán vào buồng khử ion qua màng trao đổi cation 33, thấm qua màng trao đổi anion 40. Tại thời điểm này, các thành phần axit yếu được biến đổi từ các phân tử trung tính thành các anion bằng sự trao đổi ion trong màng trao đổi anion 40, và do đó trở

thành các dạng ion mà dễ dàng được thu nạp bằng nhựa trao đổi anion 51 được chứa trong buồng khử ion 23.

[0019]

Để thu được cấu tạo như được thể hiện trên FIG. 7(b), các tác giả sáng chế đã nghiên cứu việc sử dụng màng lưỡng cực thay cho màng trao đổi cation 33 mà được thể hiện trên FIG. 7(a). Màng lưỡng cực là màng trong đó màng trao đổi cation và màng trao đổi anion được tích hợp vào trong một thân, và thông thường có cấu trúc trong đó màng trao đổi cation và màng trao đổi anion được bám dính vào nhau. Màng lưỡng cực này có cấu trúc trong đó mặt phân cách sự bám dính giữa màng trao đổi cation và màng trao đổi anion được tối ưu hóa cho phản ứng phân ly nước, và có cấu tạo sao cho phản ứng phân ly nước dễ dàng diễn ra. Đối với mục đích này, nói chung, chất có chức năng xúc tác dùng để phân ly nước được đưa vào trong mặt phân cách sự bám dính. Ví dụ, thành phần chất xúc tác chẳng hạn như kim loại, đặc biệt là ion kim loại nặng, hoặc amin bậc ba, như được bộc lộ trong Tài liệu phi sáng chế 1, được sử dụng làm thành phần chất xúc tác.

[0020]

FIG. 9 thể hiện cấu tạo trong đó màng lưỡng cực được sử dụng như được mô tả ở trên. Màng lưỡng cực 50 có phần màng trao đổi cation 50c và phần màng trao đổi anion 50a. Ở mặt phân cách sự bám dính giữa phần màng trao đổi cation 50c và phần màng trao đổi anion 50a, H_2O được biến đổi thành H^+ và OH^- bằng phản ứng phân ly nước và bị hao. Do đó, nước cần được cấp một cách hiệu quả đến mặt phân cách sự bám dính. Nước này phải được cấp bằng hơi ẩm mà xuyên qua các phần màng 50a và 50c tương ứng đến mặt phân cách sự bám dính theo chiều độ dày của màng. Do đó, ít nhất một trong số phần màng trao đổi cation 50c và phần màng trao đổi anion 50a của màng lưỡng cực 50 cần phải mỏng sao cho có thể thực hiện một cách trơn tru việc cấp nước. Tuy nhiên, độ dày của phần màng trao đổi cation và phần màng trao đổi anion không thể được giảm theo quan điểm về độ bền hoặc do các vấn đề sản xuất.

[0021]

Mặt khác, trong cấu tạo được thể hiện trên FIG. 7(b), người ta cho rằng màng trao đổi anion 40 dày hơn là phù hợp để ion hóa các thành phần axit yếu một cách tin

cậy hơn, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc, trong màng trao đổi anion 40. Do đó, người ta đã phát hiện thấy rằng mong muốn là thu được cấu tạo như được thể hiện trên FIG. 7(b) mà không sử dụng màng lưỡng cực. Ngoài ra, màng lưỡng cực có cấu trúc bám dính gồm màng trao đổi anion và màng trao đổi cation đắt hơn so với màng trao đổi anion hoặc màng trao đổi cation mà được tạo ra bởi một chất trao đổi ion. Do đó, cũng theo quan điểm về chi phí, mong là không sử dụng màng lưỡng cực.

[0022]

Liên quan đến vấn đề này, các tác giả sáng chế đã phát hiện thấy rằng nước có thể được cấp một cách trơn tru đến mặt phân cách giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 bằng cách bố trí màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 như các thân tách rời, và bằng cách phân lớp màng trao đổi anion 40 trên khu vực riêng, không phải toàn bộ khu vực, của bề mặt của màng trao đổi cation 33 trên phía buồng khử ion. Theo cấu tạo này, khi xác định độ dày của mỗi màng trao đổi ion, không cần phải xem xét việc cấp nước đến mặt phân cách giữa các màng trao đổi ion này. Do đó, độ linh hoạt thiết kế là cao, và dễ dàng sử dụng màng trao đổi anion 40 dày.

[0023]

Cấu tạo về mặt khái niệm được thể hiện trên FIG. 8. Cần lưu ý rằng nhựa trao đổi anion 51 không được thể hiện trên FIG. 8. Ngoài ra, cần lưu ý rằng màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 xuất hiện tách rời nhau trên FIG. 8, nhưng các màng này có thể tiếp xúc với nhau.

[0024]

Khi phản ứng phân ly nước diễn ra ở mặt phân cách giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 và do đó H_2O bị hao, nước được chứa trong buồng khử ion 23 được cấp từ giữa màng trao đổi cation 33 và (các) phần đầu của màng trao đổi anion 40 ((các) phần đầu theo chiều dọc của hình vẽ trên FIG. 8). Các ion OH^- đi qua màng trao đổi anion 40 và được cấp đến buồng khử ion 23, và các ion H^+ đi qua màng trao đổi cation 33 và được cấp đến buồng cô đặc 24.

[0025]

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu và phát hiện thấy rằng, ở trường hợp trong đó màng lưỡng cực được sử dụng thay cho màng trao đổi anion 40 trong cấu tạo được

thể hiện trên FIG. 8 (xem Ví dụ so sánh 3 được mô tả sau), có thể xuất hiện hiện tượng trong đó dòng điện chạy tập trung qua màng lưỡng cực. Điều này có thể là do phản ứng phân ly nước được tăng cường đáng kể bởi màng lưỡng cực.

[0026]

Mặt khác, trong cấu tạo được thể hiện trên FIG. 8, các màng trao đổi ion là các thân tách rời nhau, và chồng lên nhau để tạo ra mặt phân cách ở giữa. Điện áp tại đó phản ứng phân ly nước diễn ra ở mặt phân cách này gần bằng điện áp tại đó phản ứng phân ly nước diễn ra ở điểm tiếp xúc thông thường giữa nhựa trao đổi ion và màng trao đổi ion (ví dụ, điểm tiếp xúc giữa màng trao đổi cation 33 và nhựa trao đổi anion 51 trên FIG. 7(a)). Do đó, theo cấu tạo được thể hiện trên FIG. 8, dễ dàng ngăn hiện tượng mà dòng điện chạy tập trung khi so sánh với trường hợp trong đó màng lưỡng cực, mà có chức năng xúc tác ở phần trong đó phản ứng phân ly nước diễn ra, được sử dụng.

[0027]

Dựa trên các phát hiện được đề cập ở trên các tác giả sáng chế đã hoàn thiện sáng chế. Theo sáng chế, các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc, có thể được xử lý hiệu quả, và có thể thu được nước được xử lý có độ tinh khiết cao. Ngoài ra, có thể giảm được sự tập trung dòng điện, mà được tạo thành khi màng lưỡng cực được sử dụng như được mô tả ở trên, và kết quả là, có thể thu được nước được xử lý có độ tinh khiết cao hơn.

[0028]

Sau đây, các phương án theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

[0029]

FIG. 1 thể hiện phương án cơ bản về thiết bị EDI theo sáng chế. Trong thiết bị EDI này, ít nhất một bộ xử lý khử ion được bố trí ở giữa catốt 12 và anốt 11 mà đối diện với nhau. Bộ xử lý khử ion này có buồng khử ion 23 và một cặp buồng cô đặc 22 và 24 mà liền kề với cả hai phía của buồng khử ion 23, một cách tương ứng, và còn có màng trao đổi anion (AEM- anion exchange membrane) 32, mà là màng trao đổi anion thứ nhất, và màng trao đổi cation (CEM- cation exchange membrane) 33.

[0030]

Buồng khử ion 23 liền kề với buồng cô đặc 24 từ trong số một cặp buồng cô đặc 22 và 24 qua màng trao đổi cation 33, buồng cô đặc 24 này được bố trí trên phía catốt. Ngoài ra, buồng khử ion 23 liền kề với buồng cô đặc 22 từ trong số một cặp buồng cô đặc 22 và 24 qua màng trao đổi anion 32, buồng cô đặc 22 này được bố trí trên phía anốt. Buồng khử ion 23 do đó được phân chia bằng màng trao đổi anion 32 mà được bố trí trên phía đối diện với anốt 11 và bằng màng trao đổi cation 33 mà được bố trí trên phía đối diện với catốt 12.

[0031]

Trong thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 1, buồng cô đặc 22, buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24 được bố trí, theo thứ tự này từ phía buồng anốt 21, giữa buồng anốt 21 được trang bị anốt 11 và buồng catốt 25 được trang bị catốt 12. Buồng anốt 21 và buồng cô đặc 22 liền kề với nhau với màng trao đổi cation 31 ở giữa. Buồng cô đặc 24 và buồng catốt 25 liền kề với nhau với màng trao đổi anion 34 ở giữa.

[0032]

Buồng khử ion 23 được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi anion. Trong ví dụ được thể hiện trên FIG. 1, buồng khử ion 23 được nạp đầy bằng chất trao đổi anion và chất trao đổi cation, mà tạo ra tầng được trộn (MB). Tuy nhiên, đó không phải là giới hạn, và buồng khử ion 23 có thể được nạp đầy chỉ bằng chất trao đổi anion. Ngoài ra, một hoặc nhiều tầng chất trao đổi các anion (các tầng chứa chất trao đổi anion) và một hoặc nhiều tầng chất trao đổi cation (các tầng chứa chất trao đổi cation) có thể được bố trí trong buồng khử ion 23. Trong trường hợp này, tốt hơn là buồng khử ion được nạp đầy bằng (các) tầng chất trao đổi anion và (các) tầng chất trao đổi cation theo tuần tự sao cho chất trao đổi ion cuối cùng, qua đó nước cần được xử lý đi qua sau cùng, trở thành chất trao đổi anion.

[0033]

Ngoài ra, trong thiết bị EDI này, buồng anốt 21 được nạp đầy bằng chất trao đổi cation, và các buồng cô đặc 22 và 24 và buồng catốt 25 được nạp đầy bằng chất trao đổi anion. Tuy nhiên, buồng anốt 21, các buồng cô đặc 22 và 24 và buồng catốt 25 không cần phải được nạp đầy bằng chất trao đổi ion (chất trao đổi anion lẫn chất trao

đổi cation).

[0034]

Tuy nhiên, hiệu quả theo sáng chế là đặc biệt rõ ràng khi các buồng cô đặc 22 và 24 được nạp đầy bằng chất trao đổi anion. Đó là do hiện tượng khuếch tán của các thành phần axit yếu từ buồng cô đặc vào buồng khử ion có xu hướng trở nên đáng kể hơn khi các buồng cô đặc 22 và 24 được nạp đầy bằng chất trao đổi anion này.

[0035]

Nhựa trao đổi anion (AER- anion exchange resin), ví dụ, được sử dụng làm chất trao đổi anion, và nhựa trao đổi cation (CER- cation exchange resin), ví dụ, được sử dụng làm chất trao đổi cation. Nhựa trao đổi ion là nhựa tổng hợp trong đó nhóm chức (nhóm trao đổi ion) được đưa vào trong ma trận polyme có cấu trúc mạng ba chiều. Nhựa trao đổi ion này thông thường ở dạng các hạt hình cầu có đường kính hạt là khoảng 0,4 đến 0,8 mm. Các ví dụ về ma trận polyme của nhựa trao đổi ion bao gồm styren-divinylbenzen copolyme (nhựa styren) và axit acrylic -divinylbenzen copolyme (nhựa acrylic).

[0036]

Nhựa trao đổi ion đại thể có thể được phân loại thành nhựa trao đổi cation trong đó nhóm chức có tính axit và nhựa trao đổi anion trong đó nhóm chức có tính bazơ, và còn có thể được phân loại, tùy thuộc vào loại nhóm trao đổi ion được đưa vào, thành nhựa trao đổi cation có tính axit mạnh, nhựa trao đổi cation có tính axit yếu, nhựa trao đổi anion có tính bazơ mạnh, nhựa trao đổi anion có tính bazơ yếu, và tương tự. Các ví dụ về nhựa trao đổi anion có tính bazơ mạnh bao gồm các nhựa có nhóm amoni bậc bốn làm nhóm chức (nhóm trao đổi ion), và các ví dụ về nhựa trao đổi anion có tính bazơ yếu bao gồm các nhựa có amin bậc một, bậc hai hoặc bậc ba làm nhóm chức. Các ví dụ về nhựa trao đổi cation có tính axit mạnh bao gồm các nhựa có nhóm axit sunfonic làm nhóm chức, và các ví dụ nhựa trao đổi cation có tính axit yếu bao gồm các nhựa có nhóm cacboxyl làm nhóm chức.

[0037]

Tiếp theo, việc sản xuất nước khử ion (nước được xử lý) bằng cách sử dụng thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 1 sẽ được mô tả. Nước cấp được cấp vào buồng

anôt 21, các buồng cô đặc 22 và 24 và buồng catôt 25, và nước cần được xử lý được đi qua buồng khử ion 23, ở trạng thái trong đó điện áp DC được sử dụng giữa anôt 11 và catôt 12. Sau đó, các thành phần ion trong nước cần được xử lý được hấp thụ vào chất trao đổi ion trong buồng khử ion 23, quy trình khử ion (khử khoáng) được thực hiện, và nước khử ion chảy ra ngoài từ buồng khử ion 23 dưới dạng nước được xử lý. Tại thời điểm này, trong buồng khử ion 23, phản ứng phân ly nước xuất hiện chủ yếu ở mặt phân cách giữa các loại chất trao đổi ion khác nhau (mà có thể là các màng trao đổi ion) do điện áp được sử dụng, và các ion hydro và các ion hydroxit được tạo thành. Sau đó, các thành phần ion mà được hấp thụ trước đó vào chất trao đổi ion trong buồng khử ion 23 trải qua sự trao đổi ion với các ion hydro và các ion hydroxit, và được giải phóng khỏi chất trao đổi ion. Từ trong số các thành phần ion được giải phóng, các anion di chuyển đến buồng cô đặc 22, mà được bố trí trên phía anôt, qua màng trao đổi anion 32, và được xả trong nước được cô đặc từ buồng cô đặc 22. Từ trong số các thành phần ion được giải phóng, các cation di chuyển đến buồng cô đặc 24, mà được bố trí trên phía catôt, qua màng trao đổi cation 33, và được xả trong nước được cô đặc từ buồng cô đặc 24. Kết quả là, các thành phần ion trong nước cần được xử lý, mà được cấp đến buồng khử ion 23, di chuyển đến các buồng cô đặc 22 và 24, và được xả. Đồng thời, chất trao đổi ion trong buồng khử ion 23 được tái sinh. Ngoài ra, nước điện cực được xả từ buồng anôt 21 và buồng catôt 25.

[0038]

Trong thiết bị EDI theo sáng chế, màng trao đổi cation 33 phân chia buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24. Và, màng trao đổi anion 40, mà là màng trao đổi anion thứ hai, được phân lớp trên khu vực riêng, không phải toàn bộ khu vực, của bề mặt của màng trao đổi cation 33 trên phía buồng khử ion 23. Sau đây, bề mặt (của màng) trên phía buồng khử ion 23 có thể được gọi là "bề mặt phía buồng khử ion". Màng trao đổi anion 40 là thân tách rời khỏi màng trao đổi cation 33, nói cách khác, không được tích hợp với màng trao đổi cation 33 thành một thân.

[0039]

Màng trao đổi cation 33 được bố trí để phân chia buồng cô đặc 24 và buồng khử ion 23, và do đó được bố trí về cơ bản trên toàn bộ khu vực là ranh giới giữa buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24. Mặt khác, như được mô tả ở trên, màng trao đổi anion

40 được phân lớp trên khu vực riêng của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33. Do đó, diện tích của màng trao đổi anion 40 nhỏ hơn diện tích của màng trao đổi cation 33. Với cấu tạo này, mặt phân cách ở giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 có thể tiếp xúc với nước mà được chứa trong buồng khử ion 23. Do đó, như được mô tả dựa vào FIG. 8, có thể cấp nước trong buồng khử ion 23 đến mặt phân cách ở giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 từ giữa màng trao đổi cation 33 và (các) phần đầu của màng trao đổi anion 40 ((các) phần đầu theo chiều dọc trên FIG. 1).

[0040]

Sau đây, khu vực riêng được đề cập ở trên (tức là, khu vực, mà chồng lên màng trao đổi anion 40, của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33) có thể được gọi là "khu vực chồng lấn". Đối với một màng trao đổi cation 33, có thể có một khu vực chồng lấn (xem FIG. 1 đến FIG. 3 và FIG. 5 đến FIG. 6), hoặc nhiều khu vực chồng lấn có thể tồn tại tách rời nhau (xem FIG. 4). Khi một khu vực chồng lấn tồn tại trên bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33, một màng trao đổi anion 40 có thể được chồng lấn trên khu vực này. Khi có nhiều khu vực chồng lấn trên bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33, một màng trao đổi anion 40 có thể được chồng lấn trên mỗi khu vực chồng lấn. Khi có nhiều khu vực chồng lấn, các khu vực này có thể tách rời nhau dọc theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý trong buồng khử ion 23.

[0041]

Theo quan điểm về ngăn thành phần axit yếu không làm nhiễm bẩn nước được xử lý, tốt hơn là khu vực chồng lấn bao gồm khu vực gồm bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33, khu vực thứ hai tiếp cận với đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion (đầu trên phía xả nước được xử lý). Tức là, khi có một khu vực chồng lấn, tốt hơn là khu vực chồng lấn này tiếp cận với đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion. Khi có nhiều khu vực chồng lấn, tốt hơn là một trong số các khu vực chồng lấn này tiếp cận với đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion. Cụ thể là, khi có nhiều khu vực chồng lấn tách rời nhau dọc theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý trong buồng khử ion 23, tốt hơn là khu vực chồng lấn này mà được bố trí ở vị trí dưới cùng theo chiều

nước chảy tiếp cận với đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion.

[0042]

Ví dụ, màng trao đổi anion 40 có cùng độ rộng (kích thước theo chiều sâu của hình vẽ trên FIG. 1) với màng trao đổi cation 33, và có độ dài (kích thước theo chiều dọc của hình vẽ trên FIG. 1) ngắn hơn màng trao đổi cation 33.

[0043]

Ít nhất phần là bề mặt của màng trao đổi anion 40 trên phía buồng khử ion 23 tiếp xúc với chất trao đổi anion. Trong phương án hiện tại, tầng được trộn (MB) tiếp xúc với bề mặt của màng trao đổi anion 40 trên phía buồng khử ion. Do đó, chất trao đổi anion, cụ thể là, nhựa trao đổi anion, được chứa trong tầng được trộn này tiếp xúc với bề mặt của màng trao đổi anion 40 trên phía buồng khử ion. Do đó, dễ dàng xả một cách có hiệu quả các thành phần axit yếu, mà được khuếch tán từ buồng cô đặc và nó được biến đổi từ các phân tử trung tính thành các anion bằng màng trao đổi anion 40, vào trong buồng cô đặc 22 qua chất trao đổi anion được xếp chặt trong buồng khử ion 23, và qua thêm màng trao đổi anion 32. Từ quan điểm này, tốt hơn là tầng chất trao đổi anion hoặc tầng được trộn được bố trí trong buồng khử ion để tiếp xúc với các màng trao đổi anion 40 và 32, để tạo ra các đường dẫn nhằm di chuyển các anion qua chất trao đổi anion từ màng trao đổi anion 40 đến màng trao đổi anion 32.

[0044]

Người ta đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật là thiết bị EDI và thiết bị thẩm tách bằng điện (ED) có thể được sử dụng làm màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40.

[0045]

Độ dày của mỗi màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 thông thường là khoảng 100 μm đến 700 μm , cụ thể là khoảng 200 μm đến 600 μm .

[0046]

Tốt hơn là cả màng trao đổi cation 33 lẫn màng trao đổi anion 40 đều không chứa thành phần chất xúc tác dùng để thúc đẩy phản ứng phân ly nước như được chứa

trong màng lưỡng cực, theo quan điểm về việc ngăn sự tập trung dòng điện.

[0047]

Màng trao đổi ion đại thể có thể được phân loại thành màng dị thể và màng đồng nhất. Màng dị thể thu được bằng cách phân tán bột mịn bằng nhựa trao đổi ion trong chất gắn kết phù hợp (hợp chất polyme), và bằng cách gia nhiệt và tạo hình chất thu được vào trong dạng màng. Trên bề mặt của màng dị thể, có phần được làm từ hợp chất polyme mất hoạt tính trong đó không có nhóm trao đổi ion. Màng dị thể dễ dàng được sản xuất hơn màng đồng nhất. Mặt khác, màng đồng nhất là chất trao đổi ion được tổng hợp ở dạng màng. Màng đồng nhất này có cấu trúc trong đó toàn bộ màng được gắn kết hóa học với mức độ liên kết ngang cao, và trong đó số lượng lớn các nhóm trao đổi ion được phân bố đồng nhất. Màng đồng nhất là tuyệt vời ở chỗ nó có điện trở thấp hơn màng dị thể. Nói chung, nhằm mục đích cải thiện độ bền cơ học, mắt lưới, vải không dệt hoặc tương tự được tích hợp làm thân gia cường trong cả màng dị thể và màng đồng nhất. Màng trao đổi ion được phân loại thành màng trao đổi anion và màng trao đổi cation tùy thuộc vào loại nhóm chức được đưa vào, tương tự như nhựa trao đổi ion.

[0048]

Theo sáng chế, có thể sử dụng màng dị thể hoặc màng đồng nhất. Tuy nhiên, tốt hơn là sự kết hợp giữa các loại màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 là màng đồng nhất / màng đồng nhất, màng dị thể / màng đồng nhất, hoặc màng đồng nhất / màng dị thể (loại màng trao đổi cation 33 được thể hiện trước dấu gạch chéo "/" và loại màng trao đổi anion 40 được thể hiện sau dấu gạch chéo "/"). Tức là, ít nhất một trong số màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 tốt hơn là màng đồng nhất. Đó là do màng dị thể có khu vực riêng biệt hoạt động trong đó không có nhóm trao đổi ion nào, và do đó, nếu sự kết hợp giữa màng dị thể/màng dị thể được sử dụng tại vị trí trong đó phản ứng phân ly nước xuất hiện, thì số lượng các điểm phản ứng của sự phân ly nước có thể giảm và điện áp có thể tăng.

[0049]

Màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 có thể được cho tiếp xúc với nhau ở trạng thái ướt bằng cách chồng chúng lên nhau. Bằng cách cho tiếp xúc cả hai

màng này với nhau ở trạng thái ướt, nên khi nước bị hao trong phản ứng phân ly nước, nước này được hút vào từ (các) phần đầu của phần chồng lán, và nước này có thể dễ dàng được cấp đến giữa hai màng này. Ngoài ra, phần tiếp xúc giữa hai màng này có chức năng là phần phản ứng cho sự phân ly nước.

[0050]

Khi màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 được lắp trong thiết bị EDI, các màng tương ứng này có thể được chồng lán lên nhau và được lắp ở trạng thái khô, và sau đó, nước có thể được đi qua thiết bị để làm cho các màng này trở thành trạng thái ướt. Ngoài ra, cả hai màng này có thể được chồng lán lên nhau và được lắp ở trạng thái ướt khi chúng được lắp trong thiết bị EDI. Khi màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 được chồng lán lên nhau, ví dụ, các màng tương ứng này có thể được tạo ra ở trạng thái ướt, sau đó các bề mặt của chúng có thể được làm sạch bằng cách sử dụng dòng nước tinh khiết sạch hoặc tương tự, và sau đó chúng được chồng lán lên nhau. Ngoài ra, cả hai màng này có thể được cố định với nhau bằng cách sử dụng dụng cụ thích hợp.

[0051]

Đối với (các) phần đầu của phần chồng lán trong đó màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40 chồng lán lên nhau, chỉ một phần của phần đầu cần có khả năng cấp (hút vào) nước từ buồng khử ion 23 đến phần phản ứng phân ly nước (tức là, chỉ một phần của (các) phần đầu cần phải không được bịt kín, tức là, cần phải hở). Ví dụ, một phần của (các) phần đầu của phần chồng lán có thể không được bịt kín và phần khác có thể được bịt kín. Ngoài ra, toàn bộ (các) phần đầu có thể hở. Các ví dụ về dụng cụ bịt kín bao gồm bao gồm gắn kết bằng cách sử dụng chất kết dính, hàn trong đó các vật liệu cấu thành màng được nấu chảy và được tích hợp bằng cách gia nhiệt hoặc dao động siêu âm, và phương pháp trong đó các vật liệu cấu thành màng được kẹp ở giữa và được cố định bằng khung.

[0052]

Người ta đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật rằng thiết bị EDI có thể được sử dụng làm anốt 11 và catốt 12. Ví dụ, điện cực bằng thép không gỉ được sử dụng cho catốt, và kim loại quý, chẳng hạn như platin, hoặc điện cực mạ kim loại quý được sử dụng cho

anôt.

[0053]

Người ta đã biết trong lĩnh vực rằng thiết bị EDI có thể được sử dụng làm màng trao đổi cation 31 và các màng trao đổi anion 32 và 34. Anôt 11 và catôt 12, buồng anôt 21, các buồng cô đặc 22 và 24, buồng khử ion 23, buồng catôt 25, các màng trao đổi cation 31 và 33, và các màng trao đổi anion 32, 34 và 40 có thể được chứa trong thân khung phù hợp (không được thể hiện).

[0054]

Đối với nước cấp và nước cần được xử lý, người ta đã biết trong lĩnh vực rằng thiết bị EDI có thể được sử dụng. Thông thường, nước thẩm bằng màng thẩm thấu ngược (RO- reverse osmosis) được sử dụng, và tốt hơn nữa là sử dụng nước thẩm mà được xử lý trong hai hoặc nhiều lần đi qua bằng các RO màng. Ngoài ra, khăn tách cacboxyl hoặc màng khử khí (MD- membrane degassing) có thể được sử dụng để loại bỏ axit cacbonic. Ngoài ra, trong những năm gần đây, nước mà được xử lý bằng EDI có thể được sử dụng làm nước cấp hoặc nước cần được xử lý.

[0055]

Trong thiết bị được thể hiện trên FIG. 1, đối với buồng anôt 21, các buồng cô đặc 22 và 24, và buồng catôt 25, nước cấp được đưa vào trong các buồng này từ phía dưới, và nước (nước điện cực hoặc nước được cô đặc) được xả từ phía trên. Đối với buồng khử ion 23, nước cần được xử lý được cấp vào buồng này từ phía trên, và nước được xử lý được xả từ phía dưới. Tuy nhiên, điều này không bị giới hạn, và các chiều dòng chảy của nước có thể được xác định một cách phù hợp. Ngoài ra, thay vì cấp nước từ bên ngoài vào buồng anôt 21, nước xả của buồng catôt 25 (nước điện cực) có thể được cấp đến buồng anôt 21, hoặc nước xả của buồng anôt 21 (nước điện cực) có thể được cấp đến buồng catôt 25.

[0056]

Sự khuếch tán của thành phần axit yếu từ buồng cô đặc 24 vào buồng khử ion 23 bị ảnh hưởng bởi nồng độ của thành phần axit yếu trong buồng cô đặc 24, và lượng khuếch tán của nó tăng khi nồng độ của nó tăng. Trong buồng cô đặc 24, tỷ lệ nồng độ tăng và nồng độ của thành phần axit yếu tăng từ cửa nạp đến cửa xả. Bằng cách bố trí

phía cửa nạp của buồng cô đặc 24 ở vị trí liền kề với phía cửa xả của buồng khử ion 23, có thể ngăn nhiều sự khuếch tán xuất hiện từ buồng cô đặc 24 ở vị trí gần với nước cửa xả được xử lý của buồng khử ion 23. Do đó, tốt hơn là chiều dòng chảy của nước trong buồng cô đặc 24 là chiều ngược dòng so với chiều dòng chảy của nước trong buồng khử ion liền kề (tức là, buồng khử ion 23 trong phương án được thể hiện trên FIG. 1, buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 trong phương án được thể hiện trên FIG. 6).

[0057]

Cấu tạo trong đó buồng cô đặc còn đóng vai trò là buồng điện cực được bao gồm trong phạm vi của sáng chế. Ví dụ, buồng cô đặc 24 được thể hiện trên FIG. 1 có thể được bố trí catốt, và buồng catốt 25 có thể được bỏ qua. Ngay cả trong trường hợp này, bộ xử lý khử ion được bao gồm buồng khử ion và cặp buồng cô đặc được bố trí ở giữa catốt và anốt.

[0058]

Thiết bị EDI có thể bao gồm nhiều bộ xử lý khử ion. Đối với mục đích này, nhiều cấu tạo cơ bản (tức là các bộ pin), mỗi trong số chúng bao gồm [buồng cô đặc | màng trao đổi anion thứ nhất (AEM) | buồng khử ion | màng trao đổi cation (CEM) (trên đó màng trao đổi anion thứ hai được phân lớp) | buồng cô đặc], có thể được đặt cạnh nhau ở giữa anốt và catốt. Trong trường hợp này, các buồng cô đặc lân cận có thể được chia sẻ giữa các bộ pin liền kề. Do đó, giả định rằng một bộ pin được cấu thành bởi màng trao đổi anion 32, buồng khử ion 23, màng trao đổi cation 33 (trên đó màng trao đổi anion 40 được phân lớp), và buồng cô đặc 24, nhiều bộ pin có thể được bố trí ở giữa buồng catốt 25 và buồng cô đặc 22 mà là buồng cô đặc gần nhất với buồng anốt 21. Trên FIG. 1, "N" có nghĩa là số lượng các bộ pin, và N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1.

[0059]

Mặc dù cấu tạo cơ bản của thiết bị EDI theo sáng chế đã được mô tả ở trên, sáng chế được áp dụng rộng rãi cho thiết bị EDI có các cấu tạo khác nhau. Các ví dụ về các cấu tạo của thiết bị EDI mà sáng chế có thể được áp dụng sẽ được mô tả dưới đây.

[0060]

Dựa vào FIG. 2, thiết bị EDI có hai bộ xử lý khử ion sẽ được mô tả. Thiết bị

EDI này có cấu tạo của thiết bị được thể hiện trên FIG. 1 trong đó hai bộ pin được bố trí ở giữa buồng catốt 25 và buồng cô đặc 22 mà là buồng cô đặc gần nhất với buồng anốt 21. Trên FIG. 2, ký tự "' (nét gạch)" được đặt sau ký hiệu tham chiếu chỉ báo thành phần cấu thành bộ pin gần với buồng catốt 25 hơn.

[0061]

Buồng anốt 21 được nạp đầy bằng nhựa trao đổi cation (CER), và buồng cô đặc 22 và buồng catốt 25 được nạp đầy bằng nhựa trao đổi anion (AER). Mỗi buồng cô đặc 24 và 24' được nạp đầy bằng nhựa trao đổi anion AER. Mỗi buồng khử ion 23 và 23' được nạp đầy bằng tầng được trộn gồm nhựa trao đổi anion và nhựa trao đổi cation.

[0062]

Buồng anốt 21 và buồng cô đặc 22 được phân chia bằng màng trao đổi cation 31. Buồng cô đặc 22 và buồng khử ion 23 được phân chia bằng màng trao đổi anion 32. Buồng khử ion 23 và buồng cô đặc 24 được phân chia bằng màng trao đổi cation 33. Buồng cô đặc 24 và buồng khử ion 23' được phân chia bằng màng trao đổi anion 32'. Buồng khử ion 23' và buồng cô đặc 24' được phân chia bằng màng trao đổi cation 33'. Buồng cô đặc 24' và buồng catốt 25 được phân chia bằng màng trao đổi anion 34.

[0063]

Màng trao đổi anion 40 được phân lớp trên màng trao đổi cation 33. Màng trao đổi anion 40' được phân lớp trên màng trao đổi cation 33'.

[0064]

Các cấu tạo của các màng trao đổi anion 32' và 40', buồng khử ion 23', màng trao đổi cation 33', và buồng cô đặc 24' có thể giống hoặc khác với các cấu tạo của các màng trao đổi anion 32 và 40, buồng khử ion 23, màng trao đổi cation 33, và buồng cô đặc 24, một cách tương ứng.

[0065]

Ngoài ra trong phương án này, có thể thu được hiệu quả tương tự như phương án được thể hiện trên FIG. 1.

[0066]

Các anion, chẳng hạn như CO_3^{2-} và HCO_3^- , được dẫn xuất từ các axit yếu di

chuyển từ buồng khử ion 23' đến buồng cô đặc 24 qua màng trao đổi anion 32'. Do đó, ngoài các thành phần axit yếu mà ban đầu được chứa trong nước cấp ra, các thành phần axit yếu mà di chuyển qua màng trao đổi anion 32' còn được chứa trong buồng cô đặc 24. Do đó, các nồng độ của các thành phần axit yếu trong buồng cô đặc 24 trở nên cao hơn một cách tương đối, và hiện tượng khuếch tán của các thành phần axit yếu từ buồng cô đặc 24 đến buồng khử ion 23 có xu hướng trở nên đáng kể. Do đó, sáng chế đặc biệt hiệu quả với thiết bị EDI bao gồm nhiều bộ xử lý khử ion.

[0067]

FIG. 3 thể hiện phương án khác về thiết bị EDI theo sáng chế. Thiết bị EDI này giống với thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 1 ngoại trừ việc nhựa trao đổi cation (CER) được bố trí trong khu vực phía cửa nạp của buồng khử ion 23 và nhựa trao đổi anion (AER) được bố trí trong khu vực phía cửa xả. Nói cách khác, trong buồng khử ion 23, tầng được làm từ nhựa trao đổi cation (tầng nhựa trao đổi cation, và do đó tầng chất trao đổi cation) và tầng được làm từ nhựa trao đổi anion (tầng nhựa trao đổi anion, và do đó tầng chất trao đổi anion) xếp thành chồng từng cái một theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý. Tức là, buồng khử ion được nạp đầy bằng tầng chất trao đổi anion và tầng chất trao đổi cation theo tuần tự sao cho chất trao đổi ion cuối cùng, qua đó nước cần được xử lý đi qua sau cùng, trở thành chất trao đổi anion. Màng trao đổi anion 40 được bố trí trên phía catốt của tầng trao đổi anion được chứa trong buồng khử ion 23, tức là, ở giữa tầng trao đổi anion và màng trao đổi cation 33. Màng trao đổi anion 40 không được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation được chứa trong buồng khử ion 23.

[0068]

Như được thể hiện trên FIG. 3, các độ dài của các tầng được chứa trong buồng khử ion 23 theo chiều nước chảy (độ dài theo chiều dọc của hình vẽ trên FIG. 3) có thể giống nhau, nhưng cũng có thể khác nhau.

[0069]

Dĩ nhiên là, ngoài ra trong phương án này, giả định rằng một bộ pin được cấu thành bởi màng trao đổi anion 32, buồng khử ion 23, màng trao đổi cation 33 trên đó màng trao đổi anion 40 được phân lớp, và buồng cô đặc 24, N (N là số nguyên lớn hơn

hoặc bằng 1) bộ pin có thể được bố trí ở giữa buồng catốt 25 và buồng cô đặc 22 mà là buồng cô đặc gần nhất với buồng anốt 21.

[0070]

Thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 4 giống với thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 3, ngoại trừ việc buồng khử ion 23 được chia thành bốn khu vực dọc theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý, và nhựa trao đổi ion được bố trí trong mỗi khu vực sao cho tầng chất trao đổi cation thứ nhất, tầng chất trao đổi anion thứ nhất, tầng chất trao đổi cation thứ hai, và tầng chất trao đổi anion thứ hai được căn thẳng hàng theo thứ tự này từ phía cửa nạp của nước cần được xử lý. Màng trao đổi anion 40, mà được phân lớp trên màng trao đổi cation 33, được bố trí trên phía catốt của mỗi trong số tầng chất trao đổi anion thứ nhất và tầng chất trao đổi anion thứ hai. Màng trao đổi anion 40 không được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation thứ nhất lẫn trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation thứ hai. Trong thiết bị này, có hai khu vực chồng lẫn (tức là, các khu vực của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33, trong đó màng trao đổi anion 40 được phân lớp) tách rời nhau dọc theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý trong buồng khử ion 23. Một trong số hai khu vực chồng lẫn này, khu vực chồng lẫn này được bố trí ở phía dưới cùng chiều nước chảy, tiếp xúc với phần đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion.

[0071]

Như được thể hiện trên FIG. 4, độ dài của các tầng được chứa trong buồng khử ion 23 theo chiều nước chảy có thể giống nhau, nhưng cũng có thể khác nhau. Ngoài ra, mặc dù số lượng các tầng là bốn trên FIG. 4, nhưng số lượng này có thể là năm, sáu hoặc nhiều hơn, theo như chúng có thể được sản xuất thực tế.

[0072]

Thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 5 giống với thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 1, ngoại trừ việc trong buồng khử ion 23, tầng chất trao đổi anion được bố trí thay vì tầng được trộn MB trên màng trao đổi anion 40 trên phía buồng khử ion. Trong khu vực của buồng khử ion 23 trong đó màng trao đổi anion 40 không tồn tại theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý, tầng được trộn được bố trí tương tự như phương án được thể hiện trên FIG. 1.

[0073]

Tức là, trong phương án này, tầng được trộn (MB) gồm nhựa trao đổi anion và nhựa trao đổi cation được bố trí trong khu vực phía cửa nạp của buồng khử ion 23, và tầng chất trao đổi anion (tầng gồm AER) được bố trí trong khu vực phía cửa xả. Tức là, tầng được trộn và tầng chất trao đổi anion xếp thành chồng từng cái một theo chiều nước chảy trong buồng khử ion 23.

[0074]

Trong thiết bị EDI theo sáng chế, màng trao đổi ion trung gian (IEM-intermediate ion exchange membrane) có thể được bố trí ở giữa màng trao đổi anion trên phía anốt và màng trao đổi cation trên phía catốt trong mỗi buồng khử ion, và mỗi buồng khử ion có thể được phân chia thành buồng khử ion nhỏ thứ nhất và buồng khử ion nhỏ thứ hai bằng màng trao đổi ion trung gian. Các buồng khử ion nhỏ thứ nhất và thứ hai có thể được bố trí thông với nhau, sao cho nước cần được xử lý được cấp vào một trong số các buồng khử ion nhỏ thứ nhất và thứ hai này, và nước chảy ra ngoài buồng khử ion nhỏ này chảy vào trong buồng khử ion nhỏ còn lại. Màng trao đổi anion hoặc màng trao đổi cation có thể được sử dụng làm màng trao đổi ion trung gian. Buồng khử ion nhỏ trên phía anốt là buồng khử ion nhỏ thứ nhất, và buồng khử ion nhỏ trên phía catốt là buồng khử ion nhỏ thứ hai. Ví dụ, buồng khử ion nhỏ thứ nhất được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi anion, và buồng khử ion nhỏ thứ hai được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi cation.

[0075]

FIG. 6 thể hiện ví dụ về thiết bị EDI trong đó buồng khử ion được phân chia thành hai buồng khử ion nhỏ bằng màng trao đổi ion trung gian. Thiết bị EDI này có cấu tạo trong đó mỗi buồng khử ion 23 trong thiết bị EDI được thể hiện trên FIG. 1 được phân chia thành buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 trên phía anốt 11 và buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 trên phía catốt 12 bằng màng trao đổi ion trung gian 36 mà được đặt ở giữa màng trao đổi anion 32 và màng trao đổi cation 33. Buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 được đặt giữa màng trao đổi anion 32 và màng trao đổi ion trung gian 36, và buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 được đặt giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi ion trung gian 36. Buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 và buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 thông với nhau sao cho nước cần được xử lý được cấp vào buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 và

nước này chảy ra ngoài buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 chảy vào trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27.

[0076]

Buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 được nạp đầy bằng nhựa trao đổi anion. Nhựa trao đổi cation được bố trí trong khu vực phía cửa nạp của buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, và nhựa trao đổi anion được bố trí trong khu vực phía cửa xả. Tức là, buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 được bố trí tầng chất trao đổi cation và tầng chất trao đổi anion theo thứ tự này dọc theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý. Nước cần được xử lý được cấp vào buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, nước xả của buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 được đẩy đến buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, và nước khử ion thu được từ buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 là nước được xử lý. Do đó, buồng khử ion 23 được nạp đầy bằng tầng chất trao đổi anion và tầng chất trao đổi cation theo tuần tự sao cho chất trao đổi ion cuối cùng, qua đó nước cần được xử lý đi qua sau cùng, trở thành chất trao đổi anion.

[0077]

Màng trao đổi anion 40, mà được phân lớp trên màng trao đổi cation 33, được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi anion được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27. Màng trao đổi anion 40 không được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27. Có một khu vực chồng lấn được đề cập ở trên (tức là, khu vực của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation 33, trong đó màng trao đổi anion 40 được phân lớp). Khu vực chồng lấn này tiếp cận với phần đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion. Ở đây, cửa xả của buồng khử ion là cửa xả của nước được xử lý, và trong thiết bị này, nó là cửa xả của buồng khử ion nhỏ thứ hai 27.

[0078]

Như được thể hiện trên FIG. 6, các độ dài của các tầng được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 theo chiều nước chảy có thể giống nhau, nhưng cũng có thể khác nhau.

[0079]

Ví dụ, màng trao đổi anion được sử dụng làm màng trao đổi ion trung gian 36.

[0080]

Trong thiết bị được thể hiện trên FIG. 6, dòng chảy của nước trong buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26 và dòng chảy của nước trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 tạo ra dòng chảy ngược với nhau. Tuy nhiên, điều này không bị giới hạn, và các dòng chảy này có thể là các dòng chảy song song.

[0081]

Nước cần được xử lý được cấp vào buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26. Các thành phần anion trong nước cấp cần được xử lý được thu nạp khi chúng đi qua buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26. Các thành phần anion, mà được thu nạp trong buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, di chuyển đến buồng cô đặc 22, mà liền kề với buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, qua màng trao đổi anion 32, và được xả ra ngoài cùng với nước được cô đặc đi qua buồng cô đặc 22.

[0082]

Tiếp theo, nước cần được xử lý, mà đi qua buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, được cấp vào buồng khử ion nhỏ thứ hai 27. Nước, mà được cấp đến buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, đầu tiên đi qua tầng chất trao đổi cation và sau đó đi qua tầng chất trao đổi anion. Tại thời điểm này, các thành phần cation được chứa trong nước cần được xử lý được thu nạp khi nước này đi qua tầng chất trao đổi cation. Cụ thể là, các thành phần cation, mà được thu nạp bằng chất trao đổi cation được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, di chuyển đến buồng cô đặc 24, mà liền kề với buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, qua màng trao đổi cation 33, và được xả từ buồng cô đặc 24 ra bên ngoài cùng với nước được cô đặc.

[0083]

Ngoài ra, nước cần được xử lý, mà đi qua tầng chất trao đổi cation được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, đi qua tầng chất trao đổi anion phía dưới. Tại thời điểm này, các thành phần anion trong nước cần được xử lý được thu nạp lại. Cụ thể là, các thành phần anion, mà được thu nạp bằng chất trao đổi anion được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, di chuyển đến buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, mà liền kề với buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, qua màng trao đổi ion trung gian 36. Các thành phần anion, mà di chuyển đến buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, di chuyển đến buồng cô đặc

22, mà liền kề với buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, qua màng trao đổi anion 32, và được xả ra ngoài cùng với nước được cô đặc đi qua buồng cô đặc 22.

[0084]

Ở đây, giả định rằng xuất hiện hiện tượng khuếch tán, trong đó các thành phần axit yếu (bicacbonat, silic điôxit hoặc bo) được chứa trong nước được cô đặc trong buồng cô đặc 24 đi qua màng trao đổi cation 33 ở dạng là các phân tử trung tính và di chuyển đến buồng khử ion nhỏ thứ hai 27.

[0085]

Các thành phần axit yếu, mà di chuyển từ buồng cô đặc 24 đến buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, khuếch tán một cách đồng nhất trên bề mặt phía anốt của màng trao đổi cation 33. Tức là, các thành phần axit yếu này khuếch tán không những trên khu vực của bề mặt của màng trao đổi cation 33, khu vực này tiếp xúc với màng trao đổi anion 40, mà còn trên khu vực của bề mặt của màng trao đổi cation 33, khu vực này tiếp xúc với tầng chất trao đổi cation được chứa trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27. Do các thành phần axit yếu không được thu nạp bằng chất trao đổi cation, nên các thành phần axit yếu mà được khuếch tán trên khu vực của bề mặt phía anốt của màng trao đổi cation 33, khu vực này tiếp xúc với tầng chất trao đổi cation, đi qua tầng chất trao đổi cation cùng với nước cần được xử lý. Tuy nhiên, trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, tầng chất trao đổi cation và tầng chất trao đổi anion xếp thành chồng dọc theo chiều nước chảy của nước cần được xử lý. Do đó, các thành phần axit yếu, mà đi qua tầng chất trao đổi cation, được ion hoá lại và được thu nạp trong tầng chất trao đổi anion phía dưới, và di chuyển đến buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26. Các thành phần axit yếu, mà di chuyển đến buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, đi qua màng trao đổi anion 32, di chuyển đến buồng cô đặc 22, và được xả ra ngoài cùng với nước được cô đặc đi qua buồng cô đặc 22.

[0086]

Như được mô tả ở trên, trong phương án này, ngay cả khi các thành phần axit yếu đi qua màng trao đổi cation 33, thì các thành phần axit yếu này dễ dàng được xả từ buồng cô đặc 22 do có mặt tầng chất trao đổi anion phía dưới, và kết quả là, dễ dàng ngăn sự suy giảm độ tinh khiết của nước được xử lý. Tất nhiên là, ngoài ra trong phương án này, các thành phần axit yếu mà được khuếch tán trên khu vực của bề mặt của màng

trao đổi cation 33, khu vực này tiếp xúc với màng trao đổi anion 40, có thể được loại bỏ một cách hiệu quả khỏi nước cần được xử lý bằng màng trao đổi anion 40.

[0087]

Từ phần mô tả ở trên, cần hiểu rằng tầng dưới cùng của chồng các tầng chất trao đổi ion được bố trí trong buồng khử ion, cụ thể là trong buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, tốt hơn là tầng chất trao đổi anion. Không có giới hạn cụ thể nào về loại, thứ tự xếp thành chồng, và số lượng các tầng chất trao đổi ion so với phía trên (các) tầng của tầng dưới cùng này.

[0088]

Trong thiết bị EDI theo phương án hiện tại, buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, mà nước cần được xử lý đầu tiên được cấp, được nạp đầy bằng chất trao đổi anion, và buồng khử ion nhỏ thứ hai 27, mà nước cần được xử lý được cấp sau đó, bao gồm tầng chất trao đổi cation và tầng chất trao đổi anion mà được xếp thành chồng theo thứ tự này. Do đó, nước cần được xử lý đầu tiên đi qua tầng chất trao đổi anion. Kết quả là, các thành phần anion được loại bỏ khỏi nước cần được xử lý này, và pH của nước cần được xử lý tăng.

[0089]

Ngoài ra, nước cần được xử lý, mà đi qua buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, được cấp vào buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 trong đó tầng chất trao đổi cation và tầng chất trao đổi anion xếp thành chồng theo thứ tự này. Tức là, nước cần được xử lý, mà đi qua tầng chất trao đổi anion trong buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, đi qua tầng chất trao đổi cation, và sau đó lại đi qua tầng chất trao đổi anion. Tóm lại, theo cấu tạo của phương án hiện tại, nước cần được xử lý đi qua các tầng chất trao đổi anion và cation xen kẽ.

[0090]

Ở đây, khả năng thu nạp thành phần anion của chất trao đổi anion tăng khi pH của nước cần được xử lý thấp hơn, và khả năng thu nạp thành phần cation của chất trao đổi cation tăng khi pH của nước cần được xử lý cao hơn. Trong phương án hiện tại, nước cần được xử lý đầu tiên đi qua tầng chất trao đổi anion, và sau đó đi qua các tầng chất trao đổi cation và anion xen kẽ. Do đó, theo cấu tạo của phương án này, pH của nước cần được xử lý được tăng do các thành phần anion được loại bỏ bằng cách đi qua

chất trao đổi anion, và kế tiếp, nước này đi qua tầng chất trao đổi cation. Do đó, các phản ứng của chất trao đổi cation để loại bỏ các cation là thuận tiện với mức độ lớn hơn so với trường hợp thông thường.

[0091]

Ngoài ra, pH của nước cần được xử lý được giảm do các thành phần cation được loại bỏ bằng cách đi qua tầng chất trao đổi cation, và kế tiếp, nước này đi qua tầng chất trao đổi anion. Do đó, các phản ứng của chất trao đổi anion để loại bỏ các anion là thuận tiện ở mức độ lớn hơn so với trường hợp thông thường. Do đó, không những khả năng loại bỏ các thành phần anion mà bao gồm axit cacbonic, silic điôxit và bo được cải thiện thêm, mà còn cải thiện khả năng loại bỏ các thành phần cation. Kết quả là, độ tinh khiết của nước được xử lý còn được cải thiện.

[0092]

Như được mô tả ở trên, tốt hơn là sử dụng các tầng chất trao đổi cation và anion xen kẽ theo tuần tự sao cho chất trao đổi ion cuối cùng, qua đó nước cần được xử lý đi qua sau cùng, trở thành chất trao đổi anion. Điều này đúng không những với cấu tạo được thể hiện trên FIG. 6, mà còn với các cấu tạo được thể hiện trên FIG. 3 và FIG. 4.

Ví dụ thực hiện sáng chế

[0093]

[Ví dụ 1]

Nước cần được xử lý được xử lý bằng cách sử dụng thiết bị EDI có cấu tạo được thể hiện trên FIG. 6 để thu được nước được xử lý (nước khử ion). Đặc điểm kỹ thuật và các điều kiện thử nghiệm của thiết bị EDI này được thể hiện dưới đây.

[0094]

Đặc điểm kỹ thuật và các điều kiện của các buồng cô đặc 22 và 24 là chung cho nhau, và đặc điểm kỹ thuật và các điều kiện về nước cô đặc thu được từ các buồng này là chung cho nhau. Buồng anốt 21 và phần (khu vực phía cửa nạp) buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 được nạp đầy bằng nhựa trao đổi cation (CER) thông thường. Buồng catốt 25, các buồng cô đặc 22 và 24, buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26, và phần còn lại (khu vực phía cửa xả) của buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 được nạp đầy bằng nhựa trao đổi

anion (AER) thông thường. Các màng trao đổi cation 31 và 33 là chung cho nhau, và các màng trao đổi anion 32 và 34 và màng trao đổi ion trung gian 36 là chung cho nhau.

[0095]

Phần mô tả sau đây "độ dài" liên quan đến chiều dọc (chiều dọc theo chiều dòng chảy của nước) trong hình vẽ, và cách diễn đạt "độ rộng" liên quan đến chiều sâu trong hình vẽ.

- Số lượng các bộ pin (N): 1
- Buồng anot 21: dài 100 mm × rộng 100 mm × dày 10 mm, được nạp bằng CER
- Buồng catot 25: dài 100 mm × rộng 100 mm × dày 10 mm, được nạp bằng AER
- Các buồng cô đặc 22 và 24: dài 100 mm × rộng 100 mm × dày 10 mm, được nạp bằng AER
- Buồng khử ion nhỏ thứ nhất 26: dài 100 mm × rộng 100 mm × dày 10 mm, được nạp bằng AER
- Buồng khử ion nhỏ thứ hai 27: dài 100 mm × rộng 100 mm × dày 10 mm, được nạp bằng CER (một nửa khu vực trên phía cửa nạp) và AER (một nửa khu vực trên phía cửa xả)
- CER: nhựa trao đổi cation có tính axit mạnh
- AER: nhựa trao đổi anion có tính bazơ mạnh
- Các màng trao đổi cation 31 và 33: màng đồng nhất, dài 100 mm × rộng 100 mm, dày 290 μ m (kích thước màng hiệu quả ở phần dòng điện chạy qua)
- Các màng trao đổi anion 32 và 34 và màng trao đổi ion trung gian 36: màng đồng nhất, dài 100 mm × rộng 100 mm, dày 220 μ m (kích thước màng hiệu quả ở phần dòng điện chạy qua)
- Màng trao đổi anion 40: màng đồng nhất, dài 50 mm × rộng 100mm, dày 220 μ m (kích thước màng hiệu quả ở phần dòng điện chạy qua)
- Nước cấp và nước cần được xử lý: nước thấm qua RO (màng thẩm thấu ngược) hai lần đi qua, độ dẫn điện là 2,0 đến 2,5 μ S/cm
- Tốc độ dòng chảy của nước được xử lý (nước khử ion): 25 L/giờ

- Tốc độ dòng chảy của nước được cô đặc: 6 L/giờ
- Tốc độ dòng chảy của nước điện cực: 5 L/giờ (chung cho anôt và catôt)
- Dòng điện DC được sử dụng: 0, 5A.

[0096]

Màng trao đổi anion thứ hai 40 được bố trí trên phía catôt của tầng nhựa trao đổi anion mà được tạo ra trong một nửa khu vực trên phía cửa xả của buồng khử ion nhỏ thứ hai 27. Tại thời điểm này, vị trí đầu của màng trao đổi cation 33 trên phía cửa xả của buồng khử ion (đầu phía trên theo chiều dọc trong hình vẽ) và vị trí đầu của màng trao đổi anion 40 trên phía cửa xả của buồng khử ion được căn thẳng hàng. Ngoài ra, vị trí của màng trao đổi cation 33 theo chiều ngang (chiều sâu trong hình vẽ) và vị trí của màng trao đổi anion 40 theo chiều ngang được căn thẳng hàng.

[0097]

[Ví dụ so sánh 1]

Màng trao đổi anion 40 không được sử dụng. Tức là, chỉ màng trao đổi cation 33 được sử dụng ở giữa buồng khử ion nhỏ thứ hai 27 và buồng cô đặc 24. Ngoại trừ điều này, nước cần được xử lý được xử lý theo cách tương tự như trong Ví dụ 1 để thu được nước được xử lý.

[0098]

[Ví dụ so sánh 2]

Thay vì màng trao đổi anion thứ hai 40, màng trao đổi cation được sử dụng. Màng trao đổi cation này là màng có cùng chất liệu và độ dày như chất liệu và độ dày của các màng trao đổi cation 31 và 33 mà được sử dụng trong Ví dụ 1, và độ dài, độ rộng và vị trí của nó giống như độ dài, độ rộng, vị trí của màng trao đổi anion thứ hai 40 mà được sử dụng trong Ví dụ 1. Ngoại trừ điều này, nước cần được xử lý được xử lý theo cách tương tự như trong Ví dụ 1 để thu được nước được xử lý.

[0099]

[Đánh giá 1]

Đối với mỗi trong số Ví dụ 1 và các Ví dụ so sánh 1 và 2, sau khi thực hiện vận hành liên tục trong khoảng 500 giờ, nồng độ của toàn bộ axit cacbonic trong nước được

xử lý (tổng nồng độ của CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- và CO_3^{2-}) được đo, và suất điện trở của nước được xử lý được đo. Các kết quả này được thể hiện trên Bảng 1. Nồng độ của toàn bộ axit cacbonic được sử dụng làm chỉ số chỉ báo nồng độ của axit cacbonic mà khuếch tán từ buồng cô đặc đến buồng khử ion và sau đó bị rò rỉ vào trong nước được xử lý mà không được loại bỏ. Giá trị của suất điện trở được sử dụng làm chỉ số về độ tinh khiết của nước được xử lý trong đó không những axit cacbonic mà còn các ion khác được tính đến.

[0100]

Trong Ví dụ 1, khi so sánh với các Ví dụ so sánh 1 và 2, sự rò rỉ axit cacbonic là nhỏ và độ tinh khiết của nước được xử lý là cao.

[0101]

Bảng 1

	Ví dụ 1	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2
Toàn bộ axit cacbonic [$\mu\text{gCO}_2/\text{L}$]	< 0,5	56,8	35,2
Suất điện trở [$\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$]	17,7	8,0	8,3

[0102]

[Ví dụ 2]

Nước cần được xử lý được xử lý theo cách tương tự như trong Ví dụ 1 ngoại trừ việc các điều kiện được thay đổi như được mô tả dưới đây để thu được nước được xử lý.

- Nước cấp và nước cần được xử lý: nước thấm qua RO (màng thẩm thấu ngược) hai lần đi qua, độ dẫn điện là 4,0 đến 4,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Dòng điện DC được sử dụng: 1, 0A.

[0103]

[Ví dụ 3]

Màng trao đổi anion dị thể được sử dụng làm màng trao đổi anion thứ hai 40. Độ dài, độ rộng và vị trí của màng trao đổi anion (dị thể) này giống như độ dài, độ rộng và vị trí của màng trao đổi anion thứ hai 40 mà được sử dụng trong Ví dụ 2. Độ dày của

màng trao đổi anion (dị thể) là 580 μm . Ngoại trừ điều này, nước cần được xử lý được xử lý theo cách tương tự như trong Ví dụ 2 để thu được nước được xử lý.

[0104]

[Ví dụ so sánh 3]

Thay vì màng trao đổi anion thứ hai 40, màng lưỡng cực được sử dụng. Độ dài, độ rộng và vị trí của màng lưỡng cực này giống như độ dài, độ rộng và vị trí của màng trao đổi anion thứ hai 40 mà được sử dụng trong Ví dụ 2. Màng lưỡng cực này được bố trí sao cho phần màng trao đổi anion của nó đối diện với buồng khử ion nhỏ thứ hai 27. Màng lưỡng cực này có tổng độ dày là 220 μm bao gồm phần màng trao đổi anion và phần màng trao đổi cation. Ngoại trừ điều này, nước cần được xử lý được xử lý theo cách tương tự như trong Ví dụ 2 để thu được nước được xử lý.

[0105]

[Đánh giá 2]

Ở mỗi trong số các Ví dụ 2 và 3 và Ví dụ so sánh 3, sau khi thực hiện vận hành liên tục trong khoảng 500 giờ, nồng độ của toàn bộ axit cacbonic, suất điện trở và nồng độ natri trong nước được xử lý được đo, và điện áp (điện áp ở giữa anốt 11 và catốt 12) và hệ số phân bố dòng điện được đo. Các kết quả này được thể hiện trên Bảng 2. Trong bảng này, "hệ số phân bố dòng điện trên" và "hệ số phân bố dòng điện dưới" được xác định, một cách tương ứng, là như sau.

(hệ số phân bố dòng điện trên) = (giá trị dòng điện đi qua khu vực trong đó màng trao đổi anion thứ hai 40 hoặc màng lưỡng cực được lắp) / (tổng giá trị dòng điện),

(hệ số phân bố dòng điện dưới) = (giá trị dòng điện đi qua khu vực của màng trao đổi cation 33 trong đó màng trao đổi anion thứ hai 40 lẫn màng lưỡng cực không chồng lên nhau) / (tổng giá trị dòng điện).

[0106]

Hệ số phân bố dòng điện thu được bằng cách chia tấm catốt, mà được sử dụng làm catốt 12, thành hai phần tương ứng với các khu vực được đề cập ở trên theo chiều dọc, đo các giá trị của các dòng điện đi qua các tấm catốt phía trên và phía dưới, một cách tương ứng, bằng cách sử dụng ampe kế, và tính toán hệ số giữa mỗi giá trị dòng

điện trên tổng giá trị dòng điện được sử dụng.

[0107]

Trong Ví dụ 2, khi so sánh với Ví dụ so sánh 3, chênh lệch giữa hệ số phân bố dòng điện trên và hệ số phân bố dòng điện dưới là nhỏ, nồng độ natri trong nước được xử lý là thấp, và suất điện trở của nước được xử lý là cao. Tức là, trong Ví dụ 2, khi so sánh với Ví dụ so sánh 3, lượng dòng điện được phân bố đến tầng nhựa cation được chứa trong buồng khử ion càng lớn, thì càng thu được sự loại bỏ các cation tốt hơn, và độ tinh khiết của nước được xử lý là cao hơn. Trong Ví dụ 3, các xu hướng này còn được gia tăng, nồng độ natri trong nước được xử lý là thấp, và suất điện trở của nước được xử lý là cao nhất. Điều này có thể là do, như được mô tả ở trên, màng dị thể có khu vực riêng biệt hoạt động trong đó không có nhóm trao đổi ion, và do đó phản ứng phân ly nước hầu như không diễn ra, và do đó có thể được ngăn được nhiều hơn sự tập trung của lưu lượng dòng điện trên phần phía trên.

[0108]

Bảng 2

	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ so sánh 3
Tổng axit cacbonic [$\mu\text{gCO}_2/\text{L}$]	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Suất điện trở [$\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$]	15,0	15,7	13,6
Na [$\mu\text{g}/\text{L}$]	3,1	2,4	5,3
Điện áp [V]	8,6	10,5	8,5
Hệ số phân bố dòng điện trên	60%	52%	70%
Hệ số phân bố dòng điện dưới	40%	48%	30%

[0109]

Trong cấu tạo theo sáng chế, khi nước cần được xử lý được chứa trong buồng khử ion đi vào mặt phân cách ở giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40, các thành phần axit yếu được chứa trong nước cần được xử lý dễ dàng được loại bỏ khỏi mặt phân cách qua màng trao đổi anion 40. Mặt khác, ở cấu tạo trong đó màng lưỡng cực được sử dụng thay vì màng trao đổi anion 40 như trong Ví dụ so sánh 3, khi nước cần được xử lý được chứa trong buồng khử ion đi vào mặt phân cách ở giữa màng trao đổi cation 33 và màng lưỡng cực này, khó loại bỏ các thành phần anion được chứa trong nước cần được xử lý khỏi mặt phân cách. Đó là do sự di chuyển của các thành

phần anion bị cản bởi cả hai màng trao đổi cation 33 và phần màng trao đổi cation của màng lưỡng cực. Kết quả là, các anion rò rỉ vào trong nước được xử lý, dẫn đến làm giảm chất lượng của nước.

[0110]

Ví dụ, như được thể hiện trên FIG. 10(b), khi các anion và các cation (được gọi là " C^+A^- " trong hình vẽ) đi vào mặt phân cách ở giữa màng trao đổi cation 33 và màng trao đổi anion 40, các anion (được gọi là " A^- " trong hình vẽ) di chuyển qua màng trao đổi anion 40 đến buồng khử ion 23 và dễ dàng được thu nạp trong nhựa trao đổi anion bên trong buồng khử ion 23. Các cation (được gọi là " C^{++} " trong hình vẽ) được loại bỏ khỏi mặt phân cách qua màng trao đổi cation 33. Mặt khác, như được thể hiện trên FIG. 10(a), ở cấu tạo trong đó màng lưỡng cực 50 được sử dụng thay vì màng trao đổi anion 40, các cation (C^+) được loại bỏ khỏi mặt phân cách ở giữa màng trao đổi cation 33 và màng lưỡng cực 50 qua màng trao đổi cation 33, nhưng các anion (A^-) không thể đi qua màng lưỡng cực 50 lẫn màng trao đổi cation 33. Kết quả là, ví dụ, các anion được xả từ phần đầu (đầu phía trên theo chiều dọc trên FIG. 10) của mặt phân cách, và rò rỉ vào trong nước được xử lý.

Danh mục các ký hiệu trích dẫn

[0111]

- 11 Anôt
- 12 Catôt
- 21 Buồng anôt
- 22, 24 Buồng cô đặc
- 23 Buồng khử ion
- 25 Buồng catôt
- 26 Buồng khử ion nhỏ thứ nhất
- 27 Buồng khử ion nhỏ thứ hai
- 31, 33 Màng trao đổi cation (CEM)
- 32 Màng trao đổi anion thứ nhất (AEM)

- 34 Màng trao đổi anion (AEM)
- 36 Màng trao đổi ion trung gian (IEM)
- 40 Màng trao đổi anion thứ hai (AEM)
- 50 Màng lưỡng cực
- 51 Nhựa trao đổi anion

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion bao gồm ít nhất một bộ xử lý khử ion được bố trí ở giữa catốt và anốt mà đối diện với nhau,

bộ xử lý khử ion bao gồm buồng khử ion được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi anion và một cặp buồng cô đặc liền kề với cả hai phía của buồng khử ion này,

buồng khử ion liền kề với một buồng cô đặc từ trong số một cặp buồng cô đặc qua màng trao đổi cation, một buồng cô đặc này được bố trí trên phía catốt, và

buồng khử ion liền kề với buồng cô đặc còn lại từ trong số một cặp buồng cô đặc qua màng trao đổi anion thứ nhất, buồng cô đặc còn lại này được bố trí trên phía anốt, trong đó

màng trao đổi anion thứ hai được phân lớp trên khu vực riêng của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation, làm thân tách rời khỏi màng trao đổi cation này, và

chất trao đổi anion tiếp xúc ít nhất với phần là bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi anion thứ hai.

2. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion theo điểm 1, trong đó khu vực riêng của bề mặt phía buồng khử ion của màng trao đổi cation bao gồm khu vực mà tiếp cận với đầu của màng trao đổi cation trên phía của xả của buồng khử ion.

3. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion theo điểm 1 hoặc 2, trong đó buồng khử ion bao gồm một hoặc nhiều tầng chất trao đổi anion, mà là các tầng chứa chất trao đổi anion, và một hoặc nhiều tầng chất trao đổi cation, mà là các tầng chứa chất trao đổi cation, theo tuần tự sao cho chất trao đổi ion cuối cùng, qua đó nước cần được xử lý đi qua sau cùng, trở thành chất trao đổi anion.

4. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion theo điểm 3, trong đó

buồng khử ion được bố trí tầng chất trao đổi cation thứ nhất, tầng chất trao đổi anion thứ nhất, tầng chất trao đổi cation thứ hai, và tầng chất trao đổi anion thứ hai theo thứ tự này dọc theo chiều đi qua của nước cần được xử lý,

màng trao đổi anion thứ hai được bố trí trên mỗi trong số phía catốt của tầng

chất trao đổi anion thứ nhất và phía catốt của tầng chất trao đổi anion thứ hai,

màng trao đổi anion thứ hai không được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation thứ nhất lẫn trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation thứ hai.

5. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion theo điểm 3, trong đó

buồng khử ion được bố trí màng trao đổi ion trung gian mà là màng trao đổi ion được bố trí ở giữa màng trao đổi anion thứ nhất và màng trao đổi cation, và buồng khử ion này được phân chia thành buồng khử ion nhỏ thứ nhất và buồng khử ion nhỏ thứ hai bằng màng trao đổi ion trung gian,

buồng khử ion nhỏ thứ nhất được bố trí ở giữa màng trao đổi anion thứ nhất và màng trao đổi ion trung gian,

buồng khử ion nhỏ thứ hai được bố trí ở giữa màng trao đổi cation và màng trao đổi ion trung gian,

buồng khử ion nhỏ thứ nhất và buồng khử ion nhỏ thứ hai thông với nhau sao cho nước cần được xử lý được cấp vào buồng khử ion nhỏ thứ nhất và nước này chảy ra ngoài buồng khử ion nhỏ thứ nhất chảy vào trong buồng khử ion nhỏ thứ hai,

buồng khử ion nhỏ thứ nhất được bố trí tầng chất trao đổi anion,

buồng khử ion nhỏ thứ hai được bố trí tầng chất trao đổi cation và tầng chất trao đổi anion khác theo thứ tự này dọc theo chiều chảy của nước cần được xử lý,

màng trao đổi anion thứ hai được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi anion được bố trí trong buồng khử ion nhỏ thứ hai, và

màng trao đổi anion thứ hai không được bố trí trên phía catốt của tầng chất trao đổi cation được bố trí trong buồng khử ion nhỏ thứ hai.

6. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó cặp buồng cô đặc được nạp đầy ít nhất bằng chất trao đổi anion.

7. Thiết bị khử ion bằng điện dùng để sản xuất nước khử ion theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó màng trao đổi anion thứ hai là màng dị thể và màng trao đổi cation là màng đồng nhất.

FIG.1

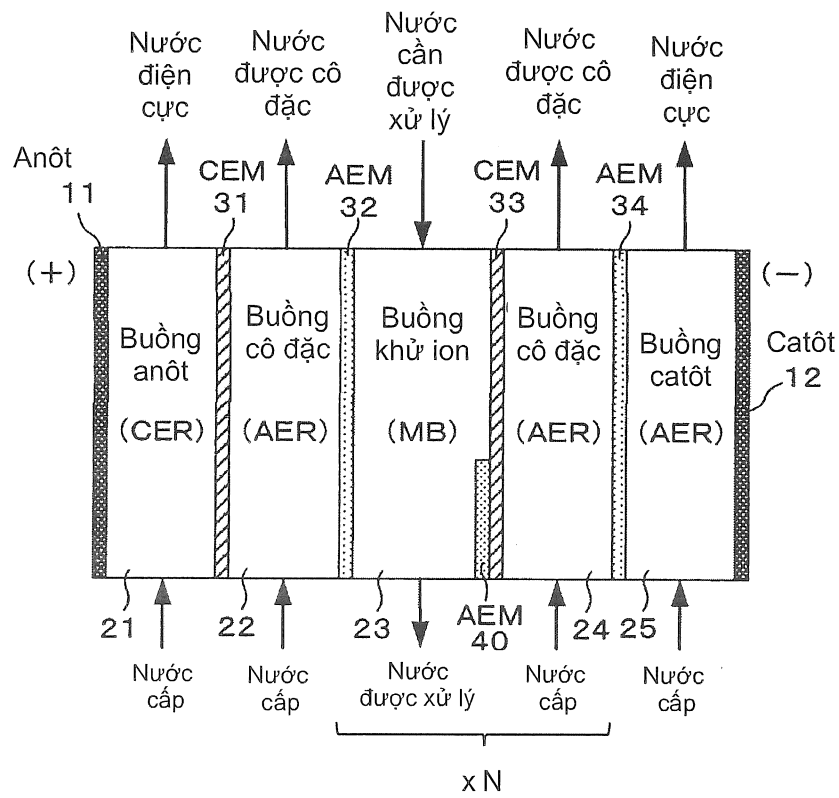


FIG.2

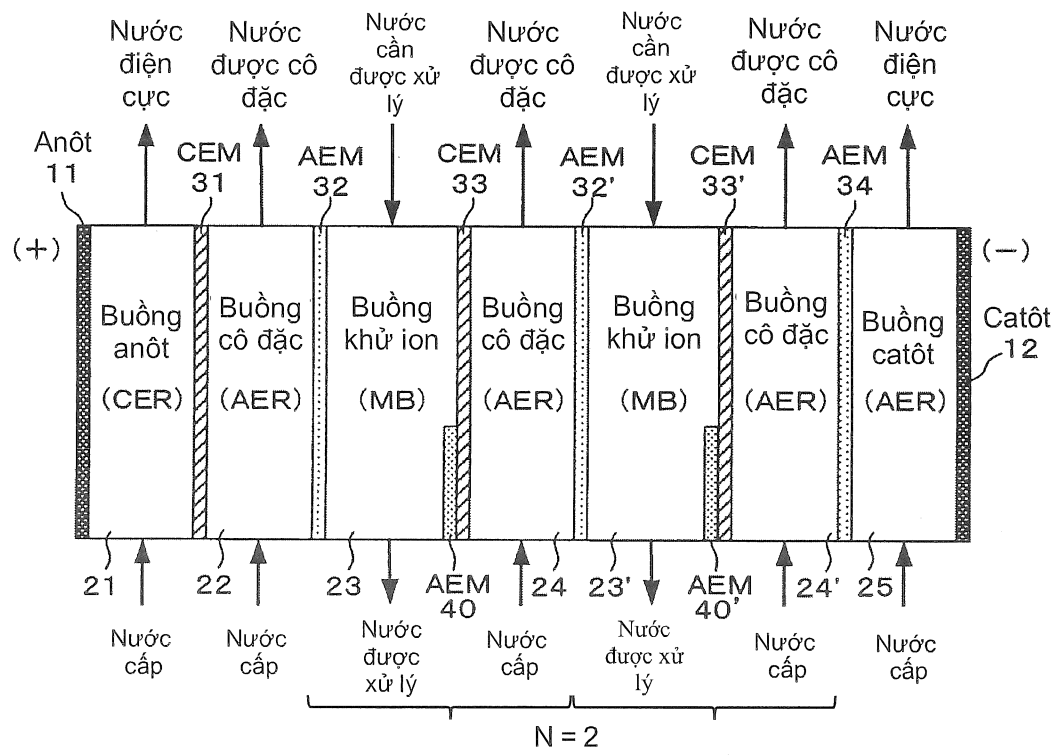


FIG.3

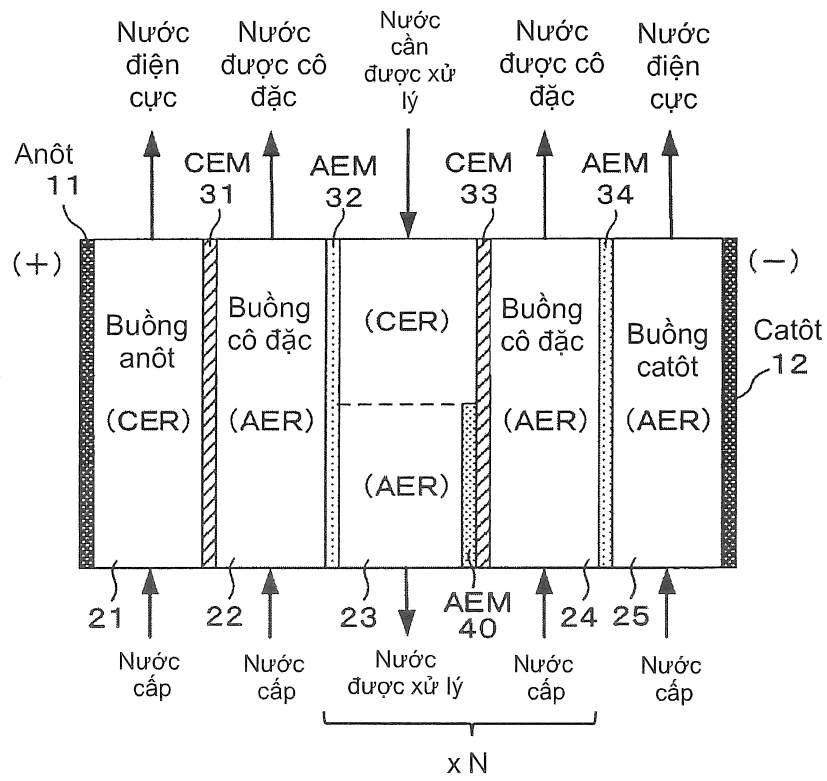


FIG.4

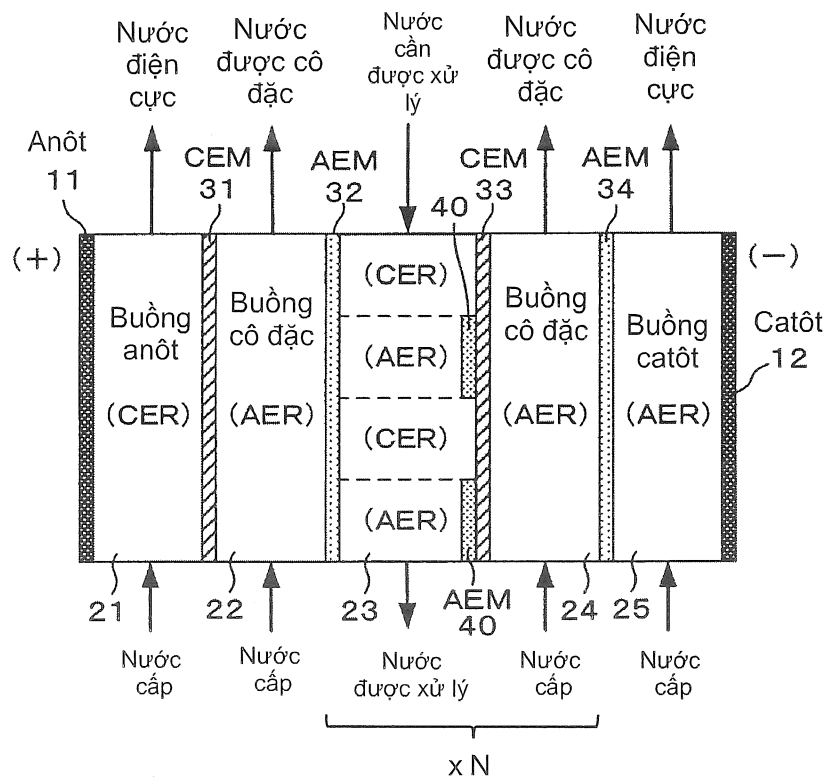


FIG.5

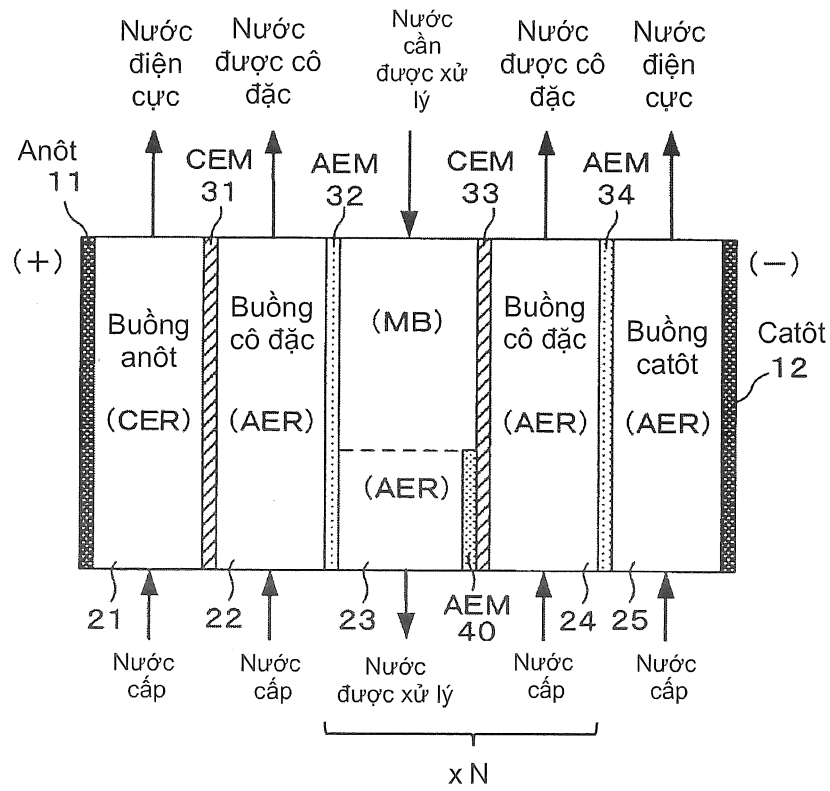


FIG.6

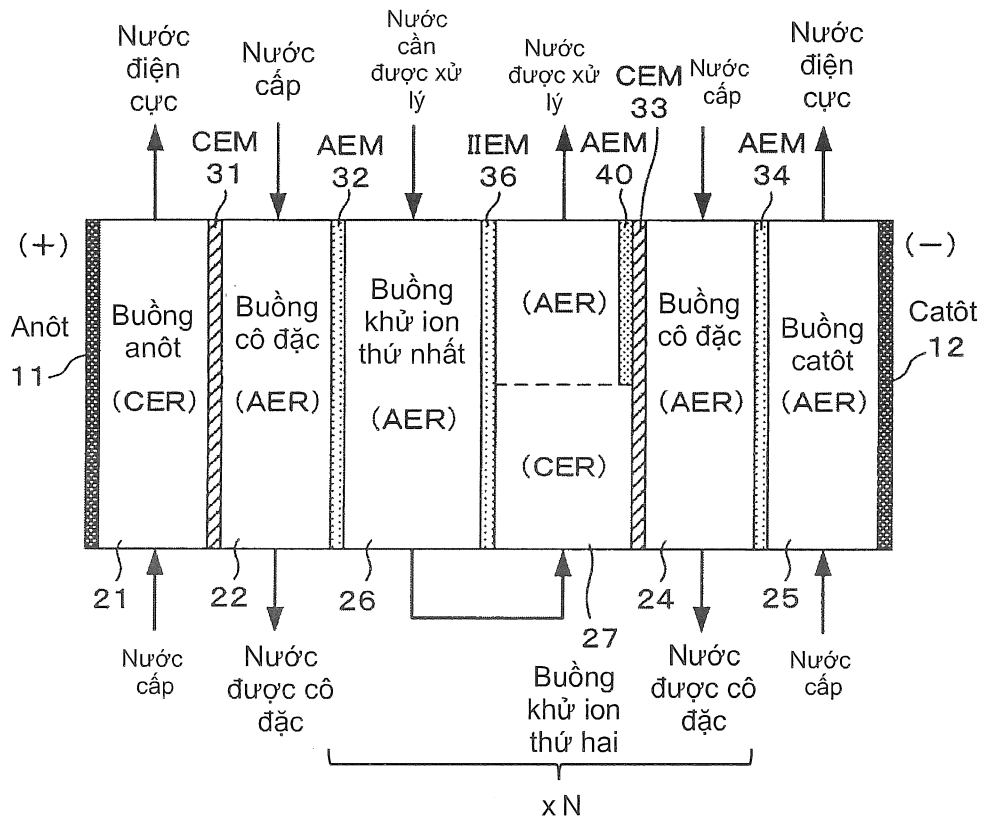


FIG.7

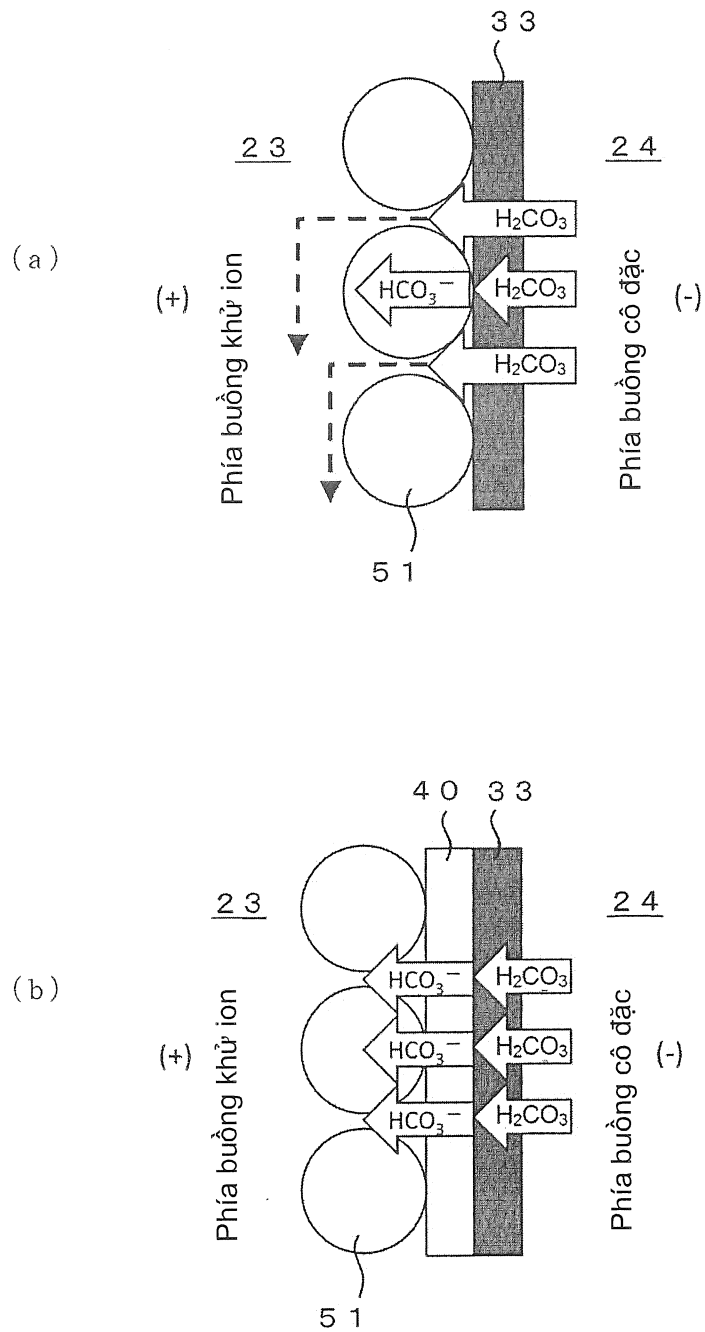


FIG.8

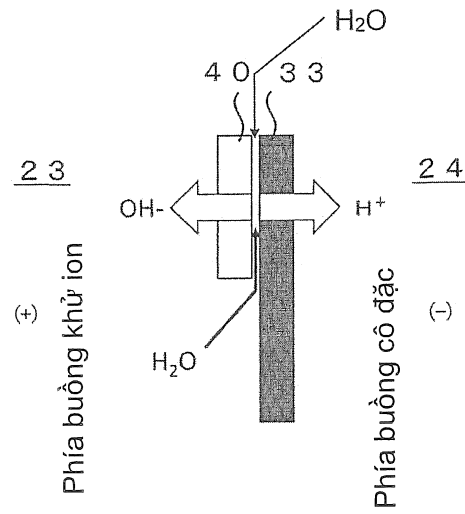


FIG.9

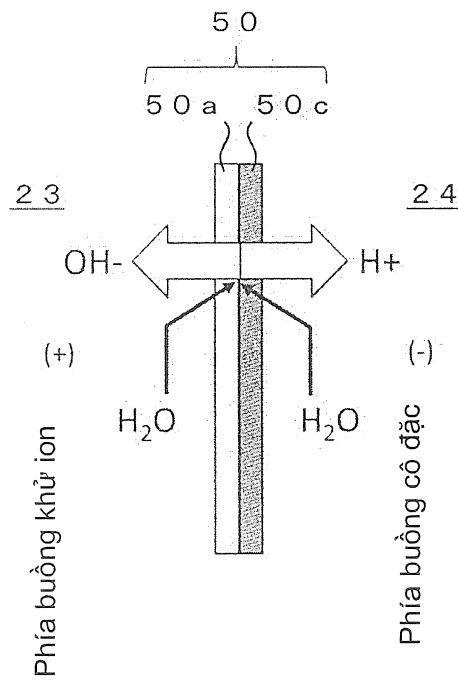


FIG.10

