



(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)



1-0035577

(51)⁷ C02F 1/461; H01G 11/86; C02F 1/72; (13) B
H01G 11/32; C02F 1/469; C02F 1/66

(21) 1-2018-04389

(22) 30/03/2017

(86) PCT/EP2017/057521 30/03/2017

(87) WO2017/174429 A1 12/10/2017

(30) 16163982.8 06/04/2016 EP

(45) 25/05/2023 422

(43) 25/03/2019 372A

(73) UNILEVER GLOBAL IP LIMITED (GB)

Port Sunlight, Wirral, Merseyside, CH62 4ZD, United Kingdom

(72) ALENCHERRY Tinto Johnichan (IN); GHOSH Somnath (IN); RAJANARAYANA Venkataraghavan (IN).

(74) Công ty TNHH Trần Hữu Nam và Đồng sự (TRAN H.N & ASS.)

(54) VẬT LIỆU HOẠT HÓA ĐIỆN CỰC, ĐIỆN CỰC ĐỂ KHỬ ION ĐIỆN PHÂN VÀ QUY TRÌNH TẠO RA CHÚNG

(57) Sáng chế liên quan đến các điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion. Cụ thể hơn, sáng chế liên quan đến điện cực chứa ống nano cacbon để cải thiện sự khử muối. Điện cực được ưu tiên là điện cực liên tục cho ra nước tinh khiết trong khoảng thời gian càng lâu càng tốt, với mức độ phục hồi cao hơn và nhất quán trong việc cung cấp mức độ loại bỏ TDS cao hơn. Do đó, có một nhu cầu đem lại điện cực được cải thiện đối với việc điện dung khử ion. Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất một điện cực tạo ra mức độ loại bỏ TDS cao hơn. Sáng chế cũng bộc lộ vật liệu hoạt hóa điện cực, quy trình tạo ra vật liệu hoạt hóa điện cực và quy trình điều tạo ra điện cực.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này liên quan đến các điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion. Cụ thể hơn, sáng chế này liên quan đến điện cực chứa ống nano cacbon để cải thiện sự khử muối.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một số công nghệ sẵn có trên thị trường dùng để làm sạch nước. Danh sách bao gồm bức xạ tia cực tím (UV), các tác nhân làm sạch hóa học như các muối hypochlorit cũng như việc sử dụng các loại màng khác nhau. Các công nghệ được liệt kê này không tạo ra được sự khử ion. Tuy nhiên, các phương pháp khác như chưng cất, thẩm thấu ngược, điện dung khử ion và các loại nhựa trao đổi ion lại tạo ra được sự khử ion.

Sự khử ion trở nên cần thiết nếu nước có chứa rất nhiều các chất rắn hòa tan, thường được đo lường bằng TDS (tổng lượng chất rắn hòa tan) của nước. Một lượng TDS trong nước là cần thiết để đảm bảo cho vị nước uống phù hợp.

Sự khử ion của nước bằng phương pháp chưng cất, thẩm thấu ngược hoặc nhựa trao đổi ion có nhiều bất lợi. Các phương pháp như vậy sử dụng lượng lớn nhựa polyme hoặc chất hóa học hoặc lượng năng lượng lớn và có thể dẫn đến ô nhiễm lần hai, điều khiến các phương pháp này khó duy trì.

Công nghệ điện dung khử ion được sử dụng rộng rãi để vượt qua các bất lợi trên. Các loại máy lọc có đặc tính khử ion thường có một cơ cấu gắn trong (ví dụ như bộ đo độ dẫn) để đo được tổng lượng chất rắn hòa tan, cảm biến được lập trình với ngưỡng được đặt trước (TDS_{set}) thường được xác định sau khi xem xét mức TDS trung bình của nước ở đầu vào và mức TDS trung bình của nước đã được lọc theo mong muốn của người tiêu dùng. Trong quá trình điện dung khử ion, độ tinh khiết của nước được xác định bằng một tham số được đặt trước gọi là TDS_{set} . Nước chứa nhiều TDS hơn mức giá trị thiết lập được coi là không tinh

khuyết và do đó không thích hợp cho việc sử dụng. Nói cách khác, nước như vậy có chứa hàm lượng các chất rắn hòa tan cao hơn, căn bản là các muối vô cơ khiến cho nước không uống được. Ngược lại, miễn sao mức TDS của nước đã được lọc (hoặc đầu ra) nhỏ hơn TDS_{set} , thì nước vẫn phù hợp cho sử dụng.

Trong một quy trình điển hình của việc điện dung khử ion, nước chảy qua một hoặc nhiều cặp điện cực tích điện trái dấu trong khoảng thời gian đó các ion có mặt trong nước chịu lực hút và bị hấp thụ lên bề mặt của điện cực. Hiện tượng này gây ra sự sụt giảm mức TDS.

Tuy nhiên, hiệu suất của bất kỳ điện cực nào thường sẽ giảm dần sau một thời gian sử dụng. Tại một thời điểm trong tuổi thọ của điện cực, các thiết bị không còn có thể tạo ra mức độ mong muốn trong việc làm giảm TDS. Hiện tượng này ảnh hưởng đến tuổi thọ sử dụng của các điện cực. Tuy nhiên, người tiêu dùng thì luôn muốn điện cực có thể sử dụng lâu dài.

Hiệu suất của bất kỳ hệ thống CDI nào đều được đo bằng hai tham số. Tham số thứ nhất là mức độ suy giảm TDS tạo ra bởi hệ thống và tham số thứ hai được gọi là tham số phục hồi được định nghĩa là tỷ suất giữa nước được lọc so với tổng lượng nước đầu vào.

WO 2014/090508 A1 (Unilever) bộc lộ điện cực để sử dụng trong điện dung khử ion đem lại độ hồi phục được cải thiện và sự suy giảm lớn hơn trong tổng chất rắn. Điện cực được tạo ra từ chất hấp thụ được thấm nhiễm với một chất có độ dẫn điện và điện thế hydro tiêu chuẩn, cacbon đen có tính dẫn điện và chất liên kết.

US 2012/0187054 A1 (Samsung electronics Co. ltd.) bộc lộ thiết bị lọc mà hấp thụ một cách chọn lọc kim loại hoặc ion kim loại có độc từ nước trong khi giữ các khoáng chất có lợi có trong nước. Điện cực của thiết bị lọc có một hoặc nhiều lớp vật liệu điện cực, các lớp điện cực như vậy bao gồm vật liệu hấp thụ kim loại có nhóm chức cơ bản trên bề mặt của nó. Đơn sáng chế này bộc lộ điện cực liên kết một cách chọn lọc với kim loại nặng hoặc các ion kim loại từ nước nhưng không liên kết với ion canxi và ion magie có mặt trong nước đầu vào.

Điện cực được ưu tiên là điện cực liên tục cho ra nước tinh khiết trong khoảng thời gian càng lâu càng tốt, với mức độ phục hồi cao hơn và nhất quán trong việc cung cấp mức độ loại bỏ TDS cao hơn. Do đó, có một nhu cầu đem lại điện cực được cải thiện đối với việc điện dung khử ion.

Mục đích theo sáng chế này là đề xuất điện cực đem lại mức độ phục hồi được cải thiện.

Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất một điện cực tạo ra mức độ loại bỏ TDS cao hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Chúng tôi đã xác định được là khi vật liệu hoạt hóa điện cực có chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của kim loại và ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng, vật liệu hoạt hóa điện cực đem lại mức độ loại bỏ muối được cải thiện đáng kể. Cũng đáng ngạc nhiên phát hiện ra được rằng vật liệu hoạt hóa điện cực có độ dẫn điện cao hơn đáng kể.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, mục đích của sáng chế là bộc lộ vật liệu hoạt hóa điện cực dành cho điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion, vật liệu hoạt hóa điện cực chứa:

- i. chất hấp thụ thấm nhiễm với kim loại;
 - ii. cacbon đen có tính dẫn điện;
 - iii. ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng; và,
 - iv. chất kết dính
- trong đó, nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro hoặc hỗn hợp của chúng và trong đó

kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng.

Theo khía cạnh thứ hai, mục đích của sáng chế là bộc lộ điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion chứa vật liệu hoạt hóa điện cực theo khía cạnh thứ nhất được phân tán trên bộ thu dòng điện.

Theo khía cạnh thứ ba, mục đích của sáng chế là bộc lộ quy trình để tạo ra vật liệu hoạt hóa điện cực theo khía cạnh thứ nhất dành cho điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion bao gồm các bước:

i. điều chế bùn nhão chứa:

a) chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của nó;

b) chất kết dính;

c) ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng;

d) cacbon đen có tính dẫn điện; và,

e) chất lỏng ở lượng không nhiều hơn bốn lần tổng trọng lượng khô của bùn nhão nêu trên;

ii. đắp bùn nhão thu được trong bước (i) lên bề mặt đặt trong khuôn;

iii. nén khuôn nêu trên dưới áp lực nằm trong khoảng từ 196kN/m^2 đến 980kN/m^2 ;

iv. làm nóng khuôn nói trên đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C trong 30 phút trong 2 giờ để cho ra chất nền được phủ với vật liệu hoạt hóa điện cực; và,

v. tách vật liệu hoạt hóa điện cực khỏi chất nền để cho ra vật liệu hoạt hóa điện cực.

Sáng chế cũng bộc lộ quy trình sản xuất điện cực theo khía cạnh thứ hai dùng cho công nghệ điện dung khử ion bao gồm các bước:

i. điều chế bùn nhão chứa:

- a. chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng;
- b. chất kết dính
- c. ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng;
- d. cacbon đen có tính dẫn điện; và,
- e. chất lỏng ở lượng không nhiều hơn bốn lần tổng trọng lượng khô của bùn nhão nêu trên;
- ii. đắp bùn nhão thu được trong bước (i) lên bộ thu dòng điện trong khuôn;
- iii. nén khuôn nêu trên dưới áp lực nằm trong khoảng từ 196kN/m² đến 980kN/m²;
- iv. làm nóng khuôn đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C trong từ 30 phút đến 2 giờ để tạo ra điện cực; và,
- v. lấy điện cực ra khỏi khuôn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế được bộc lộ là vật liệu hoạt hóa điện cực có chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại, cacbon đen có tính dẫn điện, ống nano cacbon và chất kết dính.

Vật liệu hoạt hóa điện cực

Tốt hơn là, vật liệu hoạt hóa điện cực được bộc lộ có một góc tiếp xúc với nước từ 50 độ đến 85 độ. Tốt hơn là, góc tiếp xúc với nước là từ 65 độ đến 85 độ, tốt hơn nữa là từ 75 độ đến 85 độ và tốt nhất là từ 80 độ đến 85 độ.

Bằng thuật ngữ "vật liệu hoạt hóa điện cực", nó phải được hiểu là vật liệu chứa chất hấp thụ, ống nano cacbon được bộc lộ trong tài liệu này, chất kết dính và chất cacbon đen có tính dẫn điện, vật liệu có thể phân tán trên bộ thu dòng điện. Vật liệu hoạt hóa điện cực có thể được sử dụng trên bộ thu dòng điện làm lớp phủ;

hoặc nó có thể được liên kết hoặc kết nối với bộ thu dòng điện. Vật liệu hoạt hóa điện cực có khả năng giữ và giải phóng ion khỏi cấu trúc của nó trong suốt chu kỳ tích điện và xả điện của pin điện dung khử ion.

Chất hấp thụ

Sáng chế bộc lộ vật liệu hoạt hóa điện cực chứa chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng;

Chất hấp thụ được ưu tiên được chọn từ cacbon hoạt tính, than hoạt tính có diện tích bề mặt riêng lớn (HSAG), các ống nanocarbon (CNT), sợi cacbon hoạt tính, nhựa trao đổi cation, các zeolit, smectit hoặc khoáng chất.

Tốt hơn là, chất hấp thụ có diện tích bề mặt riêng từ $100 \text{ m}^2/\text{g}$ đến $1300 \text{ m}^2/\text{g}$. Được ưu tiên rằng diện tích bề mặt riêng của chất hấp thụ lớn hơn $500 \text{ m}^2/\text{g}$, tốt hơn nữa là lớn hơn $600 \text{ m}^2/\text{g}$ và vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn $800 \text{ m}^2/\text{g}$, nhưng tốt hơn là diện tích bề mặt riêng của chất hấp thụ không quá $1250 \text{ m}^2/\text{g}$, tốt hơn nữa là không quá $1100 \text{ m}^2/\text{g}$, thậm chí tốt hơn nữa là không quá $1000 \text{ m}^2/\text{g}$.

Chất hấp thụ được đặc biệt ưu tiên là cacbon hoạt tính. Được ưu tiên nếu cacbon hoạt tính lấy được từ than bitum, vỏ dừa, gỗ hoặc nhựa dầu khí. Tốt hơn là diện tích bề mặt của cacbon hoạt tính là lớn hơn $500 \text{ m}^2/\text{g}$; tốt hơn nữa là lớn hơn $1000 \text{ m}^2/\text{g}$. Được ưu tiên rằng kích thước đồng nhất để kết hợp hiệu quả của cacbon hoạt tính là nhỏ hơn 2, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1,5.

Được ưu tiên rằng số lượng Cacbon Tetrachlorit của cacbon hoạt tính là lớn hơn 50%, tốt hơn nữa là lớn hơn 60%. Được ưu tiên hơn nữa nếu số lượng iốt của cacbon hoạt tính là nhiều hơn 800 đơn vị, tốt hơn nữa là nhiều hơn 1000 đơn vị. Tốt hơn là kích thước hạt của cacbon hoạt tính là từ 75 đến $300 \mu\text{m}$, tốt hơn nữa là từ 100 đến $250 \mu\text{m}$.

Các dạng biến đổi của cacbon hoạt tính bao gồm vải cacbon, nỉ cacbon, aerogel cacbon cũng có thể được sử dụng thay thế hoặc bổ sung cho cacbon hoạt tính.

Kim loại

Sáng chế bộc lộ vật liệu hoạt hóa điện cực, chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng.

Được tin rằng tính dẫn điện được gia tăng của chất hấp thụ do sự có mặt của kim loại đem lại sự phục hồi cao và giảm nhiều hơn trong tổng số chất rắn và cung cấp năng lượng hiệu quả hơn. Được tin rằng tính dẫn điện được gia tăng làm giảm sức kháng của vật liệu hoạt hóa từ đó dẫn đến giảm điện thế thấp hơn bên trong vật liệu và do đó điện thế lớn hơn được phát triển tại các mặt tiếp xúc dung dịch điện cực. Hiện tượng này làm tăng khả năng của các điện cực để giảm hàm lượng muối (TDS). Nó cũng làm tăng động học của quá trình loại bỏ các muối. Kết quả là, người ta tin rằng sự phục hồi của hệ thống điện dung khử ion sẽ tăng.

Kim loại (mà chất hấp thụ được thấm nhiễm với) là kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng. Bạc được đặc biệt ưu tiên. Được ưu tiên nếu tỷ lệ phần trăm của kim loại được thấm nhiễm vào chất hấp thụ, chẳng hạn như cacbon hoạt tính, là từ 0,2% đến 0,8% trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 0,2 đến 0,5% trọng lượng của chất hấp thụ. Bạc có khả năng dẫn điện là $6,3 \times 10^7 \text{S/m}$ và điện thế giảm tiêu chuẩn là 0,8 V đối với các điện cực hydro tiêu chuẩn. Chất hấp thụ tốt hơn là được thấm nhiễm trước với kim loại. Tốt hơn là, chất hấp thụ có thể được thấm nhiễm trước với hợp kim của vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hỗn hợp các kim loại.

Theo một phương án được đặc biệt ưu tiên của vật liệu hoạt hóa điện cực được bộc lộ là cacbon hoạt tính và bạc được thấm nhiễm hoặc thấm nhiễm trước trên cacbon hoạt tính ở lượng nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,8% trọng lượng của cacbon hoạt tính.

Cacbon đen có tính dẫn điện

Vật liệu hoạt hóa điện cực được bộc lộ chứa cacbon đen có tính dẫn điện. Cacbon đen có tính dẫn điện là một dạng nguyên tố cacbon. Cacbon đen có tính dẫn điện chủ yếu được sản xuất bởi quá trình nung dầu từ các hydrocacbon thơm

dạng lỏng. Trong việc lựa chọn cacbon đen làm các điện cực, các yếu tố quan trọng và được ưu tiên là tổng diện tích bề mặt và diện tích bề mặt mao quản trung bình, cấu trúc và sự oxy hóa bề mặt.

Tốt hơn là, vật liệu hoạt hóa điện cực được bọc lộ chứa từ 5 đến 15% trọng lượng cacbon đen có tính dẫn điện.

Tổng diện tích bề mặt của cacbon đen có tính dẫn điện tốt hơn là lớn hơn 500 m²/g. Hơn nữa, được ưu tiên là diện tích bề mặt mao quản trung bình của cacbon đen có tính dẫn điện lớn hơn 100 m²/g, tốt hơn nữa là trong phạm vi từ 100 m²/g đến 1000 m²/g.

Cấu trúc của cacbon đen được đặc trưng bởi chỉ số hấp thụ dầu (OAN). Được ưu tiên rằng OAN của cacbon đen là từ 45 đến 400 cm³/100gram, tốt hơn nữa là từ 100 đến 400 cm³/100g, tốt hơn nữa là từ 250 đến 400 cm³/100g. Được ưu tiên nếu cacbon đen có tính dẫn điện có lượng thấp hơn oxy hấp thụ hóa học trên bề mặt của chúng.

Các cacbon đen phù hợp có thể được lựa chọn từ TIMCAL Graphite 5 Carbon (Grades: Ensaco™ 250G, Ensaco™ 350) hoặc từ Cabot Corporation (Grades: Regal™, Black Pearl™ 2000, Vulcan), hoặc từ Evonovik (Grade: PRINTEX™ XE-2), hoặc từ Akzo Nobel (Ketjen Black).

Ống nano cacbon

Vật liệu hoạt hóa điện cực được bọc lộ chứa ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng.

Thuật ngữ nguyên tử cacbon bề mặt bao gồm nguyên tử cacbon ở hai đầu và trên các vách bên của lớp ngoài cùng của ống nano cacbon, cũng như các nguyên tử cacbon, cả ở trên vách bên và/hoặc ở đầu của các lớp dưới có thể được tiếp xúc ở các vị trí khiếm khuyết của lớp ngoài cùng.

Ống nano cacbon ("CNT") là các đại phân tử thường có hình dạng của một hình trụ dài mỏng thường có đường kính vài nano mét. Ống nano cacbon là phân tử hình ống duy nhất trong đó một số lượng lớn nguyên tử cacbon được liên kết liên tục ở trạng thái mà vòng sáu cạnh được tạo thành và có cấu trúc nanomet. Ống nano cacbon là tấm graphen ở dạng hình trụ. Các vách bên của ống nano cacbon là bề mặt ngoài của tấm graphen. Các đầu của ống nano cacbon có thể được mở, hoặc có thể có hình chỏm bán cầu ở một hoặc cả hai đầu.

Dựa trên sự định hướng của trục ống theo lưới lục giác, ống nano cacbon có thể có ba cấu hình khác nhau: ghé bành, zigzag và bất đối (còn được gọi là xoắn ốc). Trong cấu hình ghé bành, trục ống vuông góc với hai trong số sáu liên kết cacbon-cacbon của lưới lục giác. Trong cấu hình zigzag, trục ống song song với hai trong số sáu liên kết cacbon-cacbon của lưới lục giác. Cả hai cấu hình này đều là đối xứng. Trong cấu hình bất đối, trục ống tạo thành một góc khác ngoài 90 hoặc 180 độ với bất kỳ trong số sáu liên kết cacbon-cacbon nào của lưới lục giác.

Ngoài cấu trúc hình lục giác thông thường, hình trụ của phân tử ống nano cacbon cũng có thể chứa các vòng kích thước khác, chẳng hạn như ngũ giác và thất giác. Việc thay thế của một số lục giác với ngũ giác và/hoặc thất giác có thể khiến hình trụ uốn cong, xoắn hoặc thay đổi đường kính, và do đó dẫn đến cấu trúc như "Y-", "T-", và "X-chỗ nối". Cả ống nano cacbon đơn vách (SWNT) và ống nano cacbon đa vách (MWNT) có thể thể hiện các biến thể về cấu trúc và cấu hình này. Tuy nhiên, sáng chế này không bị giới hạn bởi bất kỳ cấu hình và cấu trúc biến thể cụ thể nào. Ống nano cacbon được sử dụng trong sáng chế này có thể là cấu hình ghé bành, zigzag, bất đối hoặc các sự kết hợp của chúng. Ống nano cacbon cũng có thể bao gồm các yếu tố khác về cấu trúc ngoài lục giác như ngũ giác, thất giác, bát giác, hoặc sự kết hợp của chúng. Các yếu tố về cấu trúc ngoài lục giác trên vách bên của ống nano cacbon thường được gọi là vị trí khiếm khuyết, thể hiện phản ứng hóa học khác so với yếu tố cấu trúc lục giác thông thường. Nhìn chung, vị trí khiếm khuyết này có hoạt tính về hóa học hơn và dễ bị biến đổi hóa học hơn.

Ống nano cacbon theo sáng chế hoặc là ống nano cacbon đơn vách (SWNT), ống nano cacbon hai vách hoặc ống đa vách (MWNT). Ống SWNT chỉ bao gồm một ống nano cacbon. Ống nano cacbon hai vách có cấu trúc nano đồng trục bao gồm chính xác hai ống nano cacbon đơn vách, mỗi ống được lồng với ống khác. Ống MWNT bao gồm nhiều lớp của ống nano cacbon chồng lên và cuộn vào nhau và mỗi ống nano cacbon có đường kính khác nhau. Do đó, ống nano cacbon có đường kính nhỏ nhất được bao bởi ống nano cacbon có đường kính lớn hơn, mà lần lượt được bao bởi ống nano cacbon lớn hơn.

Biến thể về cấu trúc khác cho các phân tử MWNT là sự sắp xếp của nhiều ống. Ống MWNT hoàn hảo là một chồng của các tấm graphene cuộn thành các trụ đồng tâm với mỗi vách song song với trục chính. Tuy nhiên, các ống cũng có thể được sắp xếp sao cho góc giữa các mặt cơ sở graphit và trục ống được hình thành. MWNT như vậy có thể được biết đến như hình nón xếp chồng lên nhau, Chevron, tre, hình nón kem, hoặc cấu trúc hình nón chồng chất. MWNT hình nón xếp chồng có thể đạt đến đường kính khoảng 100 nm.

Thuật ngữ "ống nano cacbon" được sử dụng trong sáng chế bao gồm tất cả các biến thể và biến đổi về cấu trúc của ống SWNT và MWNT được thảo luận trong tài liệu này, bao gồm cấu hình, cấu trúc khiếm khuyết và sự sắp xếp các ống và các biến thể.

Ống nano cacbon với cấu trúc và đặc tính được mong muốn được chuẩn bị bằng các quy trình bất kỳ được biết rộng rãi trong kỹ thuật bao gồm, nhưng không giới hạn trong hồ quang điện, cắt laze, lắng đọng hơi hóa học và tổng hợp dùng ngọn lửa. Trong số các phương pháp đã biết, phương pháp được sử dụng phổ biến nhất là lắng đọng hơi hóa học mà bao gồm kỹ thuật lắng đọng hơi cacbon xúc tác, lắng đọng hơi hóa học xúc tác, và phương pháp lắng đọng hơi hóa học tăng cường plasma.

Tốt hơn là, ống nano cacbon là đơn vách, hai vách hoặc đa vách. Tốt hơn là, ống nano cacbon bất kỳ có hàm lượng carbon ít nhất là 60%, ít nhất là 80%, ít nhất là 90%, ít nhất là 95%, ít nhất là 98%, hoặc ít nhất là 99% trọng lượng và độ

ting khiết ít nhất là 60%, ít nhất là 80%, ít nhất là 90%, ít nhất là 95%, ít nhất là 98%, hoặc ít nhất là 99% theo trọng lượng.

Tốt hơn là, ống nano cacbon có đường kính từ 0,0002 μm đến 0,5 μm . Tốt hơn nữa là, đường kính từ 0,0004 μm đến 0,5 μm , vẫn tốt hơn nữa là đường kính từ 0,05 μm đến 0,22 μm , tốt hơn nữa là từ 0,06 μm đến 0,22 μm và tốt hơn nữa là từ 0,08 μm đến 0,22 μm .

Tốt hơn là, ống nano cacbon có chiều dài ít nhất là 200 micromet, tốt hơn nữa là ít nhất 100 micromet, còn tốt hơn nữa là ít nhất 50 micromet, vẫn tốt hơn nữa là ít nhất 20 micromet và tốt nhất là ít nhất 10 micromet. Tốt hơn là, ống nano cacbon có tỷ lệ (tỷ lệ từ chiều dài đến đường kính) lớn hơn 5.

Tốt hơn là, ống nano cacbon được bọc lộ được tinh chế đáng kể, có thể được chuẩn bị bằng cách rửa kỹ ống nano cacbon sau khi phản ứng để loại bỏ các tạp chất và sau đó sấy khô trong chân không. Tốt hơn là, ống nano cacbon được tinh chế đáng kể chứa ít hơn khoảng 5%, ít hơn khoảng 4%, ít hơn khoảng 3%, ít hơn khoảng 2%, ít hơn khoảng 1%, ít hơn khoảng 0,5%, hoặc ít hơn khoảng 0,1% trọng lượng tạp chất.

Tốt hơn là, ống nano cacbon không có lớp phủ nhiệt cacbon liên tục, không có lõi rỗng liên tục, và tốt hơn là không có chất xúc tác.

Trong vật liệu hoạt hóa điện cực được bọc lộ, ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức oxy và các dẫn xuất của chúng.

Tốt hơn là, nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng có thể được cung cấp hoặc đồng nhất hoặc không đồng nhất trên bề mặt ống nano cacbon. Nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl (-OH), nhóm cacbonyl (-CO-), nhóm aldehyd (-CHO), nhóm cacboxyl (-COOH), nhóm nitro (-NO₂) và hỗn hợp của chúng. Tốt hơn nữa là, nhóm chức bao gồm nhóm cacboxyl, nhóm cacbonyl hoặc nhóm nitro vẫn tốt hơn là, nhóm chức là nhóm cacboxyl, nhóm nitro hoặc hỗn hợp của chúng.

Tốt hơn là, nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc các dẫn xuất của chúng nằm ở một hoặc cả hai đầu của ống nano cacbon được bọc lộ, hoặc trên vách bên của ống nano cacbon, tốt hơn là ở vị trí khiêm

khuyết. Tốt hơn là, nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng được liên kết bằng liên kết cộng hóa trị với nguyên tử cacbon bề mặt.

Sự biến đổi của ống nano cacbon thường được thực hiện bằng ba cách tiếp cận khác nhau, cụ thể là, sự kích hoạt nhiệt, biến đổi điện hóa và quang hóa. Phương pháp phổ biến nhất của sự biến đổi hóa học kích hoạt nhiệt là phản ứng oxy hóa. Ví dụ, việc xử lý kỹ của ống nano cacbon với axit sunfuric và axit nitric đặc dẫn tới khe hở oxy hóa của nắp ống (hai đầu) cũng như sự hình thành các lỗ ở vách bên tại vị trí khiếm khuyết. Do đó, phương pháp xử lý này tạo ra ống nano cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy ví dụ như nhóm cacboxyl được liên kết với nguyên tử cacbon bề mặt, nhóm mà có thể được biến đổi tiếp để cho ra đa dạng các nhóm chức. Tốt hơn là, nguyên tử cacbon bề mặt của ống nano cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy có thể thu được bằng cách xử lý ống nano cacbon với tác nhân oxy hóa chứa axit sunfuric và axit nitric ở tỷ lệ tốt hơn là 3:1.

Trong phương pháp được ưu tiên, nguyên tử cacbon bề mặt của ống nano cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy có thể thu được bằng cách xử lý ống nano cacbon theo cách sau. Axit nitric và axit sunfuric được trộn với tỷ lệ thích hợp để tạo ra dung dịch axit hỗn hợp, và sau đó các ống nano cacbon được trộn lẫn với dung dịch axit hỗn hợp để thu được sự phân tán của các ống nano cacbon. Tiếp theo, sự phân tán ống nano cacbon được khuấy lên. Việc khuấy có thể được thực hiện ở nhiệt độ phòng bằng máy khuấy thông thường. Thời gian khuấy là trong khoảng từ 1 đến 3 giờ và có thể thay đổi tùy thuộc vào tỷ lệ axit nitric và axit sunfuric trong dung dịch axit hỗn hợp và liên tục ly tâm bằng nước cất cho đến khi độ pH của phần lắng là trung tính. Thời gian khuấy có thể thay đổi theo trạng thái của các ống nano cacbon không được xử lý. Sự phân tán ống nano cacbon có thể được pha loãng bằng nước trước hoặc trong quá trình lọc. Ở bước tiếp theo, ống nano cacbon được lọc qua bộ lọc 0,22 micron để thu được CNT biến tính. Sau đó, CNT biến tính đã lọc được phân tán trong nước cất và được sử dụng để tạo ra điện cực.

Trong vật liệu hoạt hóa điện cực theo sáng chế này, ống nano cacbon tốt hơn là ở mức từ 0,5 đến 2% trọng lượng của chất hấp thụ.

Nồng độ của nhóm chức gốc oxy trên bề mặt ống nano cacbon khi được xác định bằng kỹ thuật chuẩn độ axit trực tiếp sử dụng NaOH là từ 3 đến 5 mmol/g.

Chất kết dính

Vật liệu hoạt hóa điện cực được bọc bọc còn chứa chất kết dính.

Tốt hơn là các chất kết dính là chất liên kết nhựa nhiệt dẻo. Chất kết dính nhựa nhiệt dẻo theo chu kỳ có nghĩa là một chất kết dính có tỉ lệ dòng chảy khi đun nóng chảy (MFR) ít hơn 5g/10 phút, tốt hơn nữa là ít hơn 2g/10 phút, còn tốt hơn nữa là ít hơn 1g/10 phút.

Mật độ khối của các chất kết dính tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,6 g/cm³, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 g/cm³, và còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,25 g/cm³.

Các ví dụ thích hợp về chất kết dính bao gồm polyme có trọng lượng phân tử siêu cao tốt hơn là polyetylen, polypropylen và các sự kết hợp của chúng, trong đó chúng có các giá trị MFR thấp. Trọng lượng phân tử tốt hơn là trong phạm vi từ 10⁶ đến 10⁹g/mol. Chất kết dính của lớp này được thương mại hóa dưới tên thương mại HOSTALEN từ Tycona GMBH, GUR, Sunfine (từ Asahi, Nhật Bản), Hizex (từ Mitsubishi) và từ Brasken Corp (Brazil). Các chất kết dính thích hợp khác gồm LDPE được bán dưới tên Lupolen (từ Basel polyolefin) và LLDPE từ Qunos (Australia).

Được ưu tiên rằng chất liên kết nhiệt dẻo không phải là polyme có sợi nhỏ, ví dụ là polytetrafluoroetylen (PTFE).

Được ưu tiên rằng kích thước hạt của chất kết dính, tốt hơn nữa chất liên kết nhựa dẻo là trong khoảng từ 20 đến 65 µm. Tốt hơn là, kích thước hạt không quá 45 µm, tốt hơn nữa là không quá 50 µm và còn tốt hơn nữa là không quá 55 µm và tốt nhất là không quá 60 µm nhưng tốt hơn là kích thước hạt không nhỏ hơn 25 µm, tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 30 µm, còn tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 35 µm và tốt nhất là không nhỏ hơn 40 µm.

Tốt hơn là, vật liệu hoạt hóa điện cực chứa từ 8 đến 30% trọng lượng chất kết dính. Tốt hơn là, hàm lượng chất kết dính trong vật liệu hoạt hóa điện cực ít

hơn 29% trọng lượng, vẫn tốt hơn nữa là ít hơn 28% trọng lượng nhưng tốt hơn là lượng chất kết dính trong điện cực là nhiều hơn 9% trọng lượng, vẫn tốt hơn nữa là nhiều hơn 10% trọng lượng, và tốt nhất là nhiều hơn 12% trọng lượng.

Điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế bộc lộ điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion có một bộ thu dòng điện và vật liệu hoạt hóa điện cực theo khía cạnh thứ nhất nơi mà vật liệu hoạt hóa điện cực được phân tán trên bộ thu dòng điện.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "bộ thu dòng điện" dùng để chỉ một phần cấu trúc của bình điện dung khử ion có mục đích chính là dẫn điện giữa phần làm việc thực tế của điện cực và các cực của bình điện dung khử ion. Bộ thu dòng điện có thể được cung cấp dưới dạng tấm, lưới, phiến hoặc lá. Bộ thu dòng điện có thể, nhìn chung, là vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu thường được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật, ví dụ như, than chì, đồng hoặc nhôm, nhưng không bị giới hạn trong số đó.

Quy trình điều chế điện cực và vật liệu hoạt động điện cực.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế bộc lộ quy trình để tạo ra vật liệu hoạt hóa điện cực theo khía cạnh thứ nhất dành cho điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion bao gồm các bước:

(i) điều chế bùn nhão chứa:

- a. chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng;
- b. chất kết dính
- c. ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng;
- d. cacbon đen có tính dẫn điện; và,

e. chất lỏng ở lượng không nhiều hơn bốn lần tổng trọng lượng chất khô của bùn nhão nêu trên;

(ii) đắp bùn nhão thu được trong bước (i) lên bề mặt đặt trong khuôn;

(iii) nén khuôn nêu trên dưới áp lực nằm trong khoảng từ 196kN/m² đến 980kN/m²;

(iv) làm nóng khuôn nói trên đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C trong 30 phút đến 2 giờ để cho ra chất nền được phủ với vật liệu hoạt hóa điện cực; và,

(v) tách vật liệu hoạt hóa điện cực khỏi chất nền để cho ra vật liệu hoạt hóa điện cực.

Tốt hơn là bùn nhão được điều chế trong quá trình điều chế vật liệu hoạt hóa điện cực chứa từ 60 đến 80 phần trọng lượng chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng, từ 5 đến 30 phần trọng lượng chất kết dính, từ 0,5 đến 2 phần trọng lượng ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bằng nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro hoặc hỗn hợp của chúng; từ 2 đến 20 phần trọng lượng cacbon đen có tính dẫn điện.

Theo khía cạnh thứ ba bộc lộ quy trình để chuẩn bị điện cực theo khía cạnh thứ hai dùng cho công nghệ điện dung khử ion của nước, bao gồm các bước:

(i) điều chế bùn nhão chứa:

a. chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng;

b. chất kết dính

c. ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng;

d. cacbon đen có tính dẫn điện; và,

e. chất lỏng ở lượng không nhiều hơn bốn lần tổng trọng lượng chất khô của bùn nhão nêu trên;

(ii) đắp bùn nhão thu được trong bước (i) lên bộ thu dòng điện trong khuôn;

(iii) nén khuôn nêu trên dưới áp lực nằm trong khoảng từ 196kN/m^2 đến 980kN/m^2 ;

(iv) làm nóng khuôn đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C trong 30 phút đến 2 giờ để tạo ra điện cực; và,

(v) lấy điện cực ra khỏi khuôn

Tốt hơn là, bùn nhão trong quy trình điều chế điện cực chứa từ 60 đến 80 phần trọng lượng chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được bọc lộ trong bản mô tả này, từ 5 đến 30 phần trọng lượng chất kết dính, từ 0,5 đến 2 phần trọng lượng ống nano cacbon, trong đó ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng; từ 2 đến 20 phần trọng lượng của cacbon đen có tính dẫn điện.

Trong quy trình được ưu tiên, chất lỏng là nước. Tốt hơn nữa là, việc đúc khuôn của bùn được thực hiện sử dụng khuôn để tạo thành tấm, tốt hơn nữa là việc đúc khuôn của bùn nhão được thực hiện trên bộ thu dòng điện trong khuôn. Bộ thu dòng điện có thể là bộ gom bất kỳ trong các loại bộ thu dòng điện. Vật liệu sử dụng để làm ra bộ thu dòng điện là vật liệu dẫn điện. Bộ gom dòng điện thường được làm từ hoặc chất kim loại hoặc chất phi kim. Nói chung, bộ thu dòng điện kim loại thường không được ưu tiên do kim loại có xu hướng phản ứng với nước trong sử dụng, điều mà không được mong muốn. Mặc dù các bộ thu dòng điện kim loại ít được ưu tiên hơn, chúng thường là kim loại không quý và bao gồm, nhưng không giới hạn trong số đồng, nhôm, niken, thép không gỉ hoặc titan. Được ưu tiên nếu bộ thu dòng điện được chọn từ đồng, nhôm và titan. Bộ thu dòng điện phi kim là bộ thu dòng điện được đặc biệt ưu tiên, các ví dụ thích hợp, nhưng không giới hạn, trong cacbon, ví dụ như than chì, hoặc hỗn hợp cacbon với hàm

lượng than chì lớn. Bộ thu dòng điện có thể ở dạng phiến, tấm hoặc lá, nhưng thường ở dạng các tấm. Nó rất được ưu tiên nếu bộ thu dòng điện trong điện cực được bộc lộ là bộ thu dòng điện than chì ở dạng tấm.

Trong quá trình trên, được ưu tiên rằng nhiệt độ của khuôn được duy trì từ 200 đến 300°C. Được ưu tiên nếu khuôn được nén với áp lực không lớn hơn 30 kg/cm² trước khi làm nóng khuôn. Áp lực được ưu tiên là từ 12 đến 25 kg/cm².

Quá trình được bộc lộ cho ra hỗn hợp gần như đồng nhất, không giống như khối được phân lớp hoặc sản phẩm đúc khuôn được phân lớp,

Theo quy trình bất kỳ được bộc lộ theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, chất hấp thụ tốt hơn là có diện tích bề mặt cụ thể từ 100 đến 1300m²/g và kim loại tốt hơn là được thấm nhiễm trên chất hấp thụ, kim loại này tốt hơn là được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng.

Các chi tiết khác về điện cực

Để sử dụng điện cực, chúng thường được cắt theo kích thước yêu cầu. Kích thước này dựa vào kích thước của bình điện dung khử ion trong đó điện cực được lắp ráp. Thông thường các điện cực được lắp ráp theo thứ tự của các cặp, chẳng hạn như 11 cặp, 13 cặp và tốt hơn là lên đến 25 cặp. Ngoài 25 cặp, các máy thủy lực của sự sắp xếp của các điện cực trở nên quá cao gây áp lực hơn. Lý do thứ hai là thường có một số độ trễ giữa các chu kỳ tích điện và việc xuất ra của nước tinh khiết từ hệ thống bởi vì chiều dài được xác định bởi sự sắp đặt một tổ hợp các điện cực là quá cao. Trong một phương pháp được ưu tiên, nước được đưa qua 8 đến 25 cặp điện cực. Đó là trường hợp của tổng số lượng điện cực, một số lượng đáng kể là các điện cực hai mặt và thường xuyên nhất là khi "n" cặp điện cực được sử dụng; số lượng các cặp có hai mặt là "n-1", còn lại một cặp cân bằng được sử dụng như là điện cực một mặt, trong đó, trong một lớp chồng các điện cực này, được đặt tại mỗi lớp như các điện cực đầu cuối.

Được đặc biệt ưu tiên của tất cả các cặp điện cực, một phần lớn trong số các điện cực là hai mặt và tương ứng với nó chỉ có một phần nhỏ trong số các điện cực là một mặt.

Trong khi đó, được ưu tiên hơn nữa là một lớp các điện cực được sắp xếp song song, chúng cũng có thể được sắp xếp theo chuỗi.

Được ưu tiên rằng độ dày của mỗi điện cực hai mặt là 1 đến 6 mm, tốt hơn là 2 đến 5 mm và tốt hơn nữa là 3 đến 4 mm. Được ưu tiên rằng độ dày của mỗi điện cực một mặt là 1 đến 3 mm.

Một loại vật liệu không dẫn điện, chẳng hạn như vải nylon được ưu tiên sử dụng để tránh sự tiếp xúc trực tiếp giữa các điện cực. Được đặc biệt ưu tiên là khoảng cách giữa hai điện cực liền kề lên tới 1 mm. Thông tin chi tiết hơn nữa của các điện cực có thể được tìm thấy trong WO2009/077276 A1 (Unilever).

Chất hấp thụ, chẳng hạn như cacbon, được thấm nhiễm trước với kim loại như bạc, vàng, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại này hoặc hỗn hợp của chúng, không cần thêm bất kỳ bước xử lý sau nào như phủ các điện cực sau khi chúng được tạo thành.

Mô tả về bình điện dung khử ion

Để sử dụng các điện cực, chúng cần được lắp ráp để tạo thành bình được gọi là bình điện dung khử ion. Phương pháp để tạo thành bình được mô tả ngắn gọn.

Thông thường, trong bình như vậy, cặp điện cực được liên kết với điện thế dương và âm tương ứng. Vỏ bọc bao quanh bình điện dung khử ion có chỗ cho nước chảy vào và ra khỏi bình. Vỏ bọc cũng tạo ra các kết nối từ bên ngoài vào các điện cực trong các bình.

Bất kỳ tài liệu nào được biết đến đều có thể được sử dụng cho nước đầu vào trong bình. Nước thường được cho qua hộp chứa hoặc một nguồn nước trực tiếp và máy bơm. Ví dụ, nước được lưu trữ trong hồ chứa được đưa vào bình điện dung khử ion hoặc bình điện dung khử ion được kết nối với một nguồn nước trực tiếp như vòi nước.

Trường hợp máy bơm được sử dụng, nước có thể được bơm với tốc độ dòng chảy từ 1 đến 1500 ml/phút, tốt hơn nữa là từ 10 đến 300 ml/phút. Tốc độ dòng chảy phổ biến hơn là khoảng 55 ml/phút đến 200 ml/phút. Được ưu tiên rằng nước được lọc trước để loại bỏ vật liệu hữu cơ và các tạp chất dạng hạt. Phương pháp lọc thích hợp có thể được áp dụng.

Nguồn điện

Nguồn điện là cần thiết cho hoạt động của các bình điện dung khử ion. Điện có thể được cung cấp bởi bất kỳ phương pháp nào. Tuy nhiên được ưu tiên hơn là điện được cung cấp bởi một hệ thống DC được lập trình để cung cấp điện áp DC và áp dụng các bước tính thời gian được lập trình sẵn như đo mạch, tích và xả điện.

Được ưu tiên nếu điện áp giữa các điện cực trong suốt bước tích điện là từ 0,1 đến 10 V, tốt hơn nữa là từ 0,8 đến 8 V và vẫn tốt hơn nữa là từ 1,0 đến 6 V. Trong bước xả điện, khi những bước sạc trên các điện cực được đảo ngược dù chỉ trong một thời gian ngắn, điện áp sử dụng được ưu tiên là từ -0,1 đến -10 V, tốt hơn nữa từ -0,8 đến - 8 V và vẫn tốt hơn nữa từ -1,0 đến - 6 V.

Đo độ TDS

Một máy đo độ dẫn điện được sử dụng để đo nồng độ của các muối trong nước và với các chương trình điện tử phù hợp; mức TDS được trực tiếp tính toán và hiển thị. Tốt hơn là hai máy đo được sử dụng. Máy đo độ dẫn điện thứ nhất được lắp đặt trước khi bình điện dung khử ion đo nồng độ muối trong nước đầu vào. Máy đo độ dẫn điện thứ hai được lắp đặt sau bình để đo nồng độ của các muối trong nước ở đầu ra. Máy đo độ dẫn thứ hai này được kết nối với một bộ xử lý điện tử. Bộ xử lý điện tử nhận được tín hiệu điện từ máy đo độ dẫn và nó chuyển đổi các tín hiệu điện từ các máy đo độ dẫn thành TDS. Tốt hơn là độ dẫn điện được đo tại các khoảng thường xuyên, ví dụ, một giây, có thể được điều khiển bởi bộ xử lý điện tử.

Để cung cấp một số phương tiện để kiểm soát đầu ra của nước, van điện từ thường được sử dụng trong các bình điện dung khử ion như vậy.

Van điện từ là một van hoạt động cách điện cơ. Van được điều khiển bởi một dòng điện qua một cuộn điện từ. Trong trường hợp là van hai cổng, các dòng chảy được bật hoặc tắt và trong trường hợp van ba cổng; dòng chảy được chuyển giữa hai cổng đầu ra. Các van điện từ là thông dụng nhất được sử dụng trong kiểm soát dòng chảy chất lỏng.

Được ưu tiên nếu van điện từ 3 chiều được sử dụng trong đó có một cổng là đầu vào của nước và hai là dành cho đầu ra. Được ưu tiên nếu van điện từ được kết nối với máy đo độ dẫn điện có một công tắc role. Khi TDS cao hơn mức giới hạn định trước, dòng chảy của nước thường được đóng và dòng nước đến từ một cổng đầu ra. Khi TDS thấp hơn điểm được đặt trước, các role chuyển đổi được bật lên và dòng điện chạy vào van điện từ để sau đó chuyển đường dẫn dòng chảy vào cổng khác.

Bộ xử lý điện tử điều khiển việc mở cổng cụ thể của các van điện từ dựa trên việc đo các mức độ đầu vào và đầu ra TDS và các điểm được xác định trước được xác định trước cho mức TDS. Được ưu tiên rằng TDS của nước đầu vào là từ 700 đến 800 ppm nhưng TDS có thể thay đổi tùy thuộc vào nguồn nước. Được ưu tiên rằng TDS được giảm xuống ít nhất 30% so với mức ban đầu sau khi khử ion, ví dụ như giảm từ mức đầu vào ban đầu là 100 ppm đến ít nhất là 30 ppm ở nước đầu ra.

Nếu các điện cực không hạ xuống mức 30%, thì các điện cực có thể cần một sự can thiệp. Nói cách khác, nếu TDS đầu vào là 100 ppm và TDS đầu ra là trên 70 ppm, các điện cực có thể cần một sự can thiệp.

Được ưu tiên rằng các giới hạn trên được thiết lập sẵn của TDS (tức là mức TDS cho phép tối đa) là 550 ppm, tốt hơn nữa là 300 ppm. Một sự suy giảm lớn của mức TDS để loại bỏ hoàn toàn tất cả các muối hòa tan là không mong muốn. Nếu nước không chứa bất kỳ chất rắn hòa tan nào thường có mùi vị nhạt.

Do đó, TDS_{set} tối thiểu là 150 ppm. Điều này có nghĩa rằng tốt hơn là mức tối thiểu là 150 ppm TDS trong nước đầu ra.

Điện cực trong sử dụng

Khi sử dụng, một thiết bị điện phân có hai hoặc nhiều điện cực được sắp xếp trong nhiều chuỗi. Mỗi điện cực có một mặt đầu tiên, một mặt thứ hai đối diện và độ dày được xác định bởi một bề mặt bên ngoài kéo dài từ mặt đầu tiên cho đến mặt đối diện thứ hai. Bộ thu dòng điện thứ nhất sẽ tiếp xúc điện với các bề mặt ngoài của một hoặc nhiều các điện cực và cách nhiệt từ một hoặc nhiều điện cực khác qua việc tiếp xúc với một vật liệu phù hợp được lắp đặt giữa bộ gom điện thứ nhất và các bề mặt ngoài của một hoặc nhiều điện cực khác. Một bộ thu dòng điện thứ hai tiếp xúc điện với một hoặc nhiều các điện cực cách điện từ bộ gom điện thứ nhất.

Một phương pháp điển hình trong việc làm sạch nước lặp lại chuỗi các chu kỳ trong đó nước đầu vào được chuyển qua ít nhất một cặp điện cực tích điện trái dấu, mỗi chu kỳ có:

- (i) bước tích điện;
- (ii) bước đoản mạch thứ nhất;
- (iii) bước xả gồm bước đảo ngược của sự tích điện trên các điện cực; và
- (iv) bước đoản mạch thứ hai.

Đảo ngược của cực được áp dụng trước mười chu kỳ làm cho quy trình không hiệu quả. Điều này là bởi vì sau khi thay đổi trong phân cực hệ thống sẽ mất một vài chu kỳ (gọi là chu kỳ thải) để ổn định và thực hiện để tối đa hiệu quả của nó. Do đó, nếu các cực đảo ngược lại thường xuyên, số lượng các chu kỳ thải tăng lên sẽ làm cho quá trình này không hiệu quả. Bước đảo ngược của sự tích điện sau hai mươi chu kỳ sẽ không tạo ra hiệu quả mong muốn vì các điện cực sau đó sẽ hấp thụ nhiều ion hơn.

Trong bước tích điện, các ion mà có mặt trong nước đầu vào được hấp thụ trên bề mặt của điện cực. Trong một phương pháp được ưu tiên, thời gian của các bước tích điện là từ 1 đến 25 phút, tốt hơn nữa là từ 6 đến 18 phút, còn tốt hơn nữa là từ 12 đến 18 phút. Khoảng thời gian đối với từng bước phụ thuộc vào loại

điện cực, vật liệu chế tạo của chúng, kích thước của chúng, điện áp và TDS của nước được xử lý.

Bước đoản mạch thứ nhất giúp cân bằng hoặc vô hiệu hóa sự tích điện vào các điện cực để các ion có thể đi vào khối nước. Trong một phương pháp được ưu tiên hơn, thời gian của bước đoản mạch thứ nhất là từ 2 đến 60 giây, tốt hơn nữa là từ 8 đến 15 giây và tốt nhất là từ 10 đến 15 giây.

Ngay cả sau bước đoản mạch thứ nhất, một số ion vẫn có thể dính vào các điện cực, trong số rất nhiều nguyên nhân, thì nguyên nhân chính là do không có lực dẫn động cụ thể cho sự giải hấp. Điều này đạt được bằng bước xả trong đó bao gồm sự đảo ngược của điện áp trên các điện cực trong một thời gian ngắn giúp giải phóng ion được hấp thụ bởi sự tích điện còn dư của các điện cực. Những ion này thì dễ dàng được giải phóng bởi các lực điện đẩy.

Phương pháp làm sạch nước

Trong thời gian lọc nước, khả năng tích điện thể dương và âm được áp dụng trên các điện cực và các ion bù trừ điện tích có mặt trong nước sẽ hút vào các điện cực của sự tích điện đối diện tương ứng. Hiệu ứng này dẫn đến việc làm giảm các ion có mặt trong nước đầu vào.

Trong bước tái tạo, việc tích điện trên các điện cực được đảo ngược (hoặc các điện cực bị đoản mạch). Trong bước này, các ion được giải hấp từ các điện cực và đi vào dòng nước do lực đẩy tĩnh điện. Trong bước này, một số lượng lớn các ion sẽ có mặt trong nước. Nước như vậy thường không phù hợp cho sử dụng vì thế các thiết bị thương mại hiện nay đã có cơ chế bên trong để loại bỏ nước này.

Theo một khía cạnh thứ ba sáng chế cung cấp một thiết bị dành cho điện dung khử ion của nước bao gồm hộp chứa bao gồm số lượng lớn các điện cực được đúc từ bùn nhão chứa từ 60 đến 88 phần trọng lượng cacbon hoạt tính với kích thước hạt nằm trong khoảng từ 75 đến 300 μm và thấm nhiễm với kim loại theo sáng chế này, từ 5 đến 30 phần theo trọng lượng chất kết dính polyme nhựa nhiệt dẻo với kích thước hạt nằm khoảng từ 20 đến 60 μm , từ 0,5 đến 2 phần trọng

lượng ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có bề mặt nguyên tử cacbon được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng, trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro hoặc hỗn hợp của chúng và từ 2 đến 30 phần trọng lượng cacbon đen có tính dẫn điện, trong đó điện cực được liên kết với nguồn điện DC cung cấp điện áp thấp hơn điện thế 1,4 V.

Các thông tin chi tiết của sáng chế này sẽ được giải thích bằng cách tham chiếu đến các ví dụ không hạn chế sau đây.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị lọc nước dùng trọng lực để loại bỏ các muối hòa tan từ nước bao gồm một hộp chứa một số lượng các điện cực theo khía cạnh thứ nhất, trong đó các điện cực được kết nối với nguồn điện DC để cung cấp điện áp nhỏ hơn 1,4 V qua các điện cực.

Các ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1: Quy trình tạo ra điện cực

Các điện cực được sản xuất bởi một quá trình trộn ướt sau đó là bước ủ nhiệt.

Điện cực so sánh thứ nhất (C1) được tạo ra bằng cách hình thành bột nhão của bột cacbon hoạt tính (PAC, được cung cấp bởi Active Carbon Ltd, 1050 m²/g), chất kết dính (polyetylen mật độ cao, được cung cấp bởi Ticona) và cacbon đen có tính dẫn điện (CCB, được cung cấp bởi TIMCAL, 770 m²/g) với nước Milli-Q. Tỷ lệ của bột cacbon hoạt tính : chất kết dính : cacbon đen dẫn điện là 70:20:10.

Bùn nhão được trải trên tấm than chì hình tròn có độ dày 3 mm và đường kính 15cm. Tấm than chì được đặt trong khuôn và nén dưới áp lực 980 kN/m². Khuôn được đặt trong tủ sấy trong 2 giờ. Nhiệt độ của tủ sấy được duy trì ở 200°C.

Điện cực so sánh thứ hai (C2) được tạo ra theo cách tương tự như điện cực C1, trừ việc bột cacbon hoạt tính của C1 được thay thế bằng 0,2% bạc được thấm nhiễm với bột cacbon hoạt tính (AgPAC, được cung cấp bởi Active Carbon Ltd). Phân bố kích thước hạt của AgPAC tương tự như của PAC.

Việc điều chế ống nano cacbon được bộc lộ: để điều chế ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bằng nhóm chức gốc oxy theo sáng chế này, 3 gam của ống đa vách (MWCNT) được trộn với 200 mL $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{HNO}_3$, hai axit được trộn với tỷ lệ 3:1. Hỗn hợp được điều chế được nghiền bằng sóng âm trong 3 giờ trong bể nước và được ly tâm liên tục với nước cất cho đến khi độ pH của gạn lắng là trung tính. Sau đó, chất lắng được lọc qua bộ lọc 0,22 micron và phân tán trong nước Milli-Q để thu được hệ phân tán của ống nano cacbon được biến đổi. Ống nano cacbon được biến đổi có cả nhóm chức cacboxyl và nhóm chức nitro.

Nước Milli-Q được sử dụng trong việc tạo ra bùn nhão của điện cực C1 được thay thế với hệ phân tán của ống nano cacbon biến đổi thu được trong quy trình được mô tả ở trên để thu được điện cực so sánh thứ ba (C3). Điện cực C3 có 1% trọng lượng MWCNT có một nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy. Tỷ lệ giữa bột cacbon hoạt tính : chất kết dính: cacbon đen có tính dẫn điện : MWCNT có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bằng nhóm chức gốc oxy là 69,3:20:10:0,7.

Điện cực theo sáng chế này (Ví dụ 1) được điều chế bằng cách thay PAC trong chế phẩm bùn nhão của ví dụ so sánh C3 với 0,2% bạc được thấm nhiễm bột cacbon hoạt tính (ApPAC, được cung cấp bởi Active Carbon Ltd). Phân bố kích thước hạt của AgPAC là tương tự với PAC. Tỷ lệ giữa bạc thấm nhiễm bột cacbon hoạt tính : chất kết dính : cacbon đen có tính dẫn điện : MWCNT có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bằng nhóm chức gốc oxy là 69,3:20:10:0,7.

Chế phẩm của điện cực so sánh và điện cực theo sáng chế được trình bày trong bảng 1.

Phương pháp đo muối loại bỏ:

Việc loại bỏ muối của điện cực được đo từ TDS đầu vào và TDS đầu ra bằng cách sử dụng phương trình sau:

$$\text{Muối loại bỏ (\%)} = (\text{TDS đầu vào} - \text{TDS đầu ra}) \times 100 / \text{TDS đầu vào}$$

TDS đầu ra đề cập đến TDS của nước đầu ra trong quá trình làm sạch.

Phương pháp đo độ dẫn điện:

Độ dẫn điện của vật liệu điện cực được bắt nguồn từ các đặc tính I-V sử dụng máy đo điện hóa (Model 263A, Princeton Applied Research), giao diện với máy tính. Các mẫu được làm ở dưới dạng viên có đường kính 2,5 cm và độ dày 0,7 cm. Điện áp trên bề mặt phẳng của các viên là khác nhau, từ 10 mV đến 100 mV ở tốc độ quét 1 mV/s. Dòng điện tương ứng được đo. Độ dốc của đường thẳng tuyến tính của biểu đồ I-V cho độ trở kháng (R) của vật liệu. Độ dẫn điện (σ) sau đó được tính toán bằng $\sigma = L / (A \cdot R)$, trong đó L và A có độ dày và diện tích mặt của viên tương ứng.

Phương pháp đo góc tiếp xúc của vật liệu hoạt hóa điện cực ($^\circ$):

Góc tiếp xúc của điện cực được đo bằng phương pháp Washburn. Theo tỷ lệ thâm nhập của chất lỏng trong vật liệu xốp phụ thuộc vào bán kính của các lỗ (r), góc tiếp xúc (θ), độ nhớt (η) và năng lượng bề mặt (γ) của chất lỏng thâm nhập. Phương trình có thể được tóm tắt như

$$\cos\theta = \frac{m}{t} \frac{\eta}{\gamma \rho^2} \frac{2}{n^2 \pi^2 r^5} \quad (1)$$

Trong đó m, khối lượng của chất lỏng (mật độ (ρ)) thâm nhập trong thời gian, $t \cdot \frac{\eta}{\gamma \rho^2}$ đại diện cho tính chất của chất lỏng và $\frac{2}{n^2 \pi^2 r^5}$ tương ứng với tính chất của vật liệu. Hexan được sử dụng để định lượng các đặc tính vật liệu do năng lượng bề mặt thấp của nó (góc tiếp xúc, 0°). Các phép đo tốc độ thâm nhập được thực hiện trên máy sức căng bề mặt Kruss sử dụng các dải điện cực có chiều dài 50 mm và rộng 10 mm. Độ dốc của khối lượng² với t được tính toán từ dữ liệu và được sử dụng để tìm góc tiếp xúc của các vật liệu điện cực.

Ví dụ 2: Khả năng loại bỏ muối của điện cực theo sáng chế này và điện cực so sánh

Bảng 1

Thành phần (tính bằng gam)	C1	C2	C3	Ví dụ 1
Bột cacbon hoạt tính dạng (PAC)	70	-	69,3	-
Chất kết dính	20	20	20	20

Cacbon đen có tính dẫn điện	10	10	10	10
Ag thấm nhiễm PAC	-	70	-	69,3
MWNT được biến đổi	-	-	0,7	0,7
Trọng lượng của điện cực (tính bằng gam)	20	20	20	20
Tổng diện tích bề mặt (m ² /g)	794	811	586	489
Góc tiếp xúc (°)	89,9	89,9	83,5	82,2
Độ dẫn điện (S/m)	28,4	39,44	44,36	52,3
Sp. điện phân (F/g)	32,17	34,0	40,8	40,8
Muối loại bỏ (%)	35,8	46,72	45,03	51,79
Phục hồi (%)	29,96	42,62	46,35	47,32

Dữ liệu trên Bảng 1 cho thấy điện cực so sánh C1 với cacbon hoạt tính dạng bột có hiệu quả thấp nhất về loại bỏ muối. Sự kết hợp của bột cacbon hoạt tính, bạc vào điện cực so sánh C2 giúp cải thiện hiệu quả loại bỏ muối bằng cách cải thiện độ dẫn điện của điện cực. Điện cực so sánh C3 có ống nano cacbon biến tính được bọc lớp cũng cho thấy hiệu suất loại bỏ muối tương tự như C2. Tuy nhiên điện cực theo sáng chế này có bạc được thấm nhiễm PAC và ống nano carbon biến đổi được bọc lớp cho thấy sự loại bỏ muối cải thiện và độ dẫn điện cao hơn đáng ngạc nhiên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Vật liệu hoạt hóa điện cực đối với điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion, vật liệu hoạt hóa điện cực này chứa:

i. chất hấp thụ thấm nhiễm với kim loại;

ii. cacbon đen có tính dẫn điện;

iii. ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng; và,

iv. chất kết dính

trong đó, nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro hoặc hỗn hợp của chúng và trong đó kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng.

2. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm 1, trong đó nhóm chức là nhóm cacboxyl, nhóm nitro hoặc hỗn hợp của chúng.

3. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ống nano cacbon là đơn vách, hai vách hoặc đa vách.

4. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó lượng ống nano cacbon nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2% trọng lượng chất hấp thụ.

5. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bằng nhóm chức gốc oxy, có thể thu được bằng cách xử lý ống nano cacbon với tác nhân oxy hóa chứa axit sulfuric và axit nitric theo tỷ lệ 3:1.

6. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất hấp thụ có diện tích bề mặt riêng từ 100 đến 1300m²/g.

7. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vật liệu này chứa cacbon đen có tính dẫn điện với lượng từ 5 đến 15% trọng lượng.

8. Vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất kết dính nói trên là chất kết dính polyme nhựa nhiệt dẻo.

9. Điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion bao gồm:

- i. bộ thu dòng điện; và,
- ii. vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó vật liệu hoạt hóa điện cực được phân tán trên bộ thu dòng điện.

10. Quy trình tạo ra vật liệu hoạt hóa điện cực theo điểm 1 dành cho điện cực dùng cho công nghệ điện dung khử ion bao gồm các bước:

- i. điều chế bùn nhão chứa:
 - a) chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng;
 - b) chất kết dính;
 - c) ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng;
 - d) cacbon đen có tính dẫn điện; và,
 - e) chất lỏng ở lượng không nhiều hơn bốn lần tổng trọng lượng khô của bùn nhão nêu trên;
- ii. đắp bùn nhão thu được trong bước (i) lên chất nền đặt trong khuôn;

iii. nén khuôn nêu trên dưới áp lực nằm trong khoảng từ 196kN/m^2 đến 980kN/m^2 ;

iv. làm nóng khuôn nói trên đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C trong 30 phút đến 2 giờ để cho ra chất nền được phủ với vật liệu hoạt hóa điện cực; và,

v. tách vật liệu hoạt hóa điện cực khỏi chất nền để cho ra vật liệu hoạt hóa điện cực.

11. Quy trình tạo ra điện cực theo điểm 9 dùng cho công nghệ điện dung khử ion, bao gồm các bước:

i. điều chế bùn nhão chứa:

a) chất hấp thụ được thấm nhiễm với kim loại được chọn từ vàng, bạc, bạch kim hoặc đồng hoặc hợp kim của kim loại hoặc hỗn hợp của chúng;

b) chất kết dính;

c) ống nano cacbon trong đó ống nano cacbon có nguyên tử cacbon bề mặt được biến đổi bởi nhóm chức gốc oxy hoặc dẫn xuất của chúng và trong đó nhóm chức gốc oxy được chọn từ nhóm hydroxyl, nhóm cacbonyl, nhóm aldehyd, nhóm cacboxyl, nhóm nitro, hoặc hỗn hợp của chúng;

d) cacbon đen có tính dẫn điện; và

e) chất lỏng ở lượng không nhiều hơn bốn lần tổng trọng lượng khô của bùn nhão nêu trên;

ii. đắp bùn nhão thu được trong bước (i) lên bộ thu dòng điện trong khuôn;

iii. nén khuôn nêu trên dưới áp lực nằm trong khoảng từ 196kN/m^2 đến 980kN/m^2 ;

iv. làm nóng khuôn đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C trong 30 phút đến 2 giờ để tạo ra điện cực; và,

v. lấy điện cực ra khỏi khuôn.