



(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)



1-0023774

(51)⁷ C25B 1/16; C25B 5/00; C25B 1/22;
B01D 61/42

(13) B

(21) 1-2013-02867

(22) 28/03/2012

(86) PCT/EP2012/055455 28/03/2012

(87) WO2012/130864 04/10/2012

(30) IT MI2011A000500 29/03/2011 IT

(45) 25/05/2020 386

(43) 25/02/2014 311A

(73) INDUSTRIE DE NORA S.P.A. (IT)

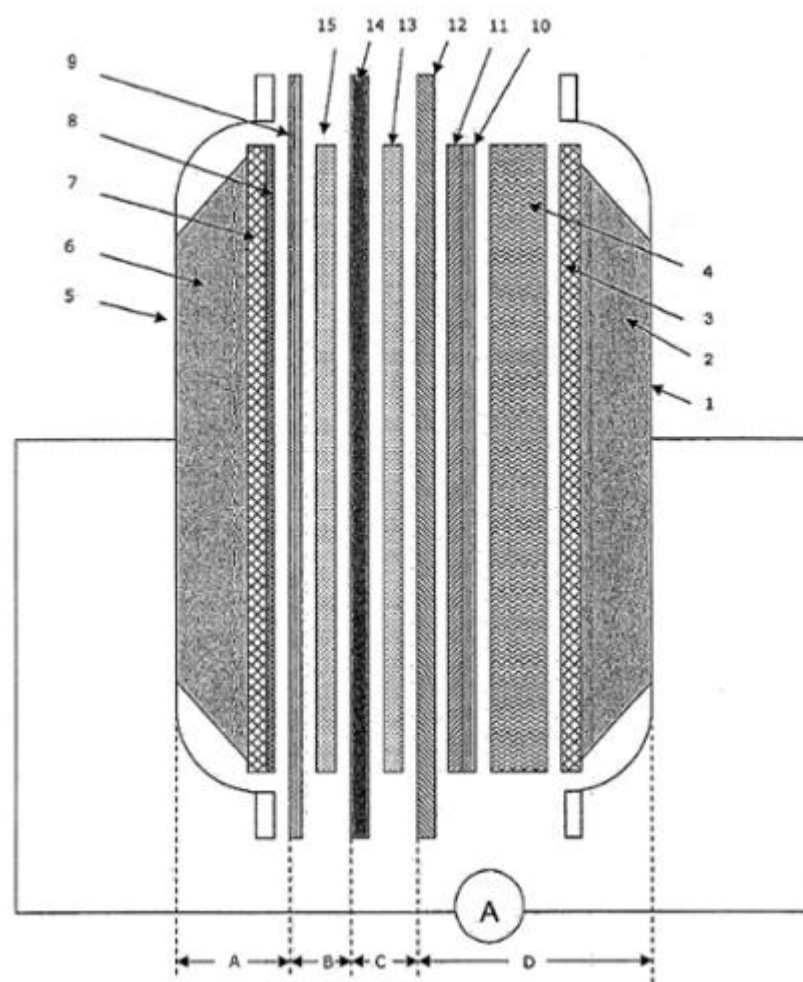
Via Bistolfi 35 I-20134 Milano, Italy

(72) FAITA, Giuseppe (IT)

(74) Công ty TNHH Tâm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) BỂ ĐIỆN PHÂN ĐỂ ĐIỆN THẨM TÁCH CÁC DUNG DỊCH MUỐI VÀ QUY TRÌNH ĐIỆN THẨM TÁCH DUNG DỊCH MUỐI TRONG BỂ ĐIỆN PHÂN NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến bể điện phân để điện thẩm tách dung dịch muối để sản xuất các axit và bazơ tương ứng bằng quy trình giảm hoặc không tiêu thụ năng lượng điện. Bể điện phân bao gồm khoang anốt được nạp hydro và khoang catốt được nạp oxy hoặc không khí, được trang bị các điện cực khuếch tán khí tương ứng; năng lượng thực hiện quy trình điện thẩm tách được tạo ra bởi các điện thể hóa học oxy hóa và khử của hydro và oxy được nạp vào hai khoang.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bể điện thẩm tách dung dịch muối được khử cực bằng các điện cực khuếch tán khí.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Điện thẩm tách các dung dịch muối nhằm thu được các axit và bazơ tương ứng có thể được thực hiện trong bể điện phân điện hóa ba ngăn, với một ngăn giữa tách khỏi ngăn anốt và ngăn catốt bằng hai màng trao đổi ion, lần lượt là màng trao đổi anion và màng trao đổi cation. Các loại ion phân ly từ muối nằm trong ngăn giữa dịch chuyển qua màng tương ứng dưới tác dụng của điện trường, dẫn đến tạo ra axit tương ứng ở ngăn anốt và bazơ tương ứng ở ngăn catốt. Ngăn anốt cũng được trang bị anốt, mà trên bề mặt của nó thoát ra khí oxy, trong khi ngăn catốt được trang bị catốt mà trên bề mặt của nó thoát ra khí hydro. Một trong những ứng dụng có thể của công nghệ này là, ví dụ điện thẩm tách dung dịch natri sulfat để sản xuất axit sulfuric và xút ăn da, như một phương án thay thế cho quy trình sản xuất xút ăn da phổ biến nhất bằng điện phân nước muối natri clorua. Quá trình này có thể được áp dụng, ví dụ ở những nơi dùng nhiều xút ăn da mà không sử dụng clo - trong trường hợp này sẽ tạo nên sản phẩm phụ khó xử lý và lưu trữ - hoặc bất cứ khi nào quy trình sản xuất clo và xút ăn da độc lập với nhau là mong muốn. Tuy nhiên, tiêu thụ điện liên quan đến quá trình này vẫn rất cao, do điện thế liên quan đến phản ứng thực tổng thể - tương ứng với điện phân nước tạo ra khí hydro và oxy - và do sự sụt thế thuần trở cao trong các thành phần khác nhau, đặc biệt là đối với màng trao đổi anion. Vấn đề tiêu thụ điện quá mức đã được giảm nhẹ trong quá khứ bằng cách thay anốt thoát oxy bằng điện cực khuếch tán khí phân cực anốt nhận hydro: theo cách này, phản ứng thực tổng thể có điện thế đảo chiều được thấp hơn nhiều, tương ứng với sự chênh lệch điện thế giữa phản ứng giải phóng hydro trên catốt trong môi trường kiềm và tiêu thụ hydro trên anốt trong môi trường gần như có tính axit. Tuy nhiên, loại công nghệ này không cho kết quả mong muốn, một mặt vì các thành phần quá điện áp khác nhau thêm vào quá trình này, trong mọi trường hợp, dẫn đến tiêu thụ năng lượng đáng kể, mặt khác do những khó

khăn trong việc kiểm soát quá trình này, mà được đặc trưng bởi sự dao động điện áp vận hành ngay cả ở mật độ dòng giảm (dưới 2 kA/m^2) liên quan đến những khó khăn trong việc làm ẩm dòng hydro nạp đều đặn vào ngăn anốt. Việc làm ẩm hydro không đều có thể dẫn đến làm khô màng tương ứng - với hậu quả là làm tăng, đôi khi là tăng rất cao, điện thế vận hành do hiệu ứng ohm - hoặc dẫn đến ngập một phần điện cực khuếch tán khí, với hậu quả là làm tăng điện thế vận hành do việc vận chuyển hydro cung cấp với khối lượng không đủ. Trong trường hợp ngập nghiêm trọng nhất, điện thế áp lên các cực của bể điện phân có thể dẫn đến việc mất khả năng hỗ trợ phản ứng anốt tiêu thụ hydro và bắt đầu giải phóng oxy đột ngột, với tác động phá hủy điện cực khuếch tán khí không được thiết kế đặc biệt để chống lại tác động oxy hóa của oxy mới sinh. Tình trạng này hơn nữa có thể dẫn đến sự hình thành hỗn hợp nổ trong ngăn anốt, là điều hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này.

Do đó có nhu cầu đưa ra thiết bị mới để điện thẩm tách các dung dịch muối đạt hiệu suất năng lượng cao hơn và đồng thời vận hành dễ dàng và an toàn hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các khía cạnh khác nhau của sáng chế được đưa ra trong các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến bể điện phân để điện thẩm tách các dung dịch muối bao gồm ba hoặc nhiều khoang, cụ thể là một khoang anốt được giới hạn bởi bán vỏ anốt ngoài và bởi anốt khuếch tán khí được nạp bằng khí nhiên liệu có chứa hydro; ít nhất một khoang trung gian được nạp bằng chất điện phân của quá trình bao gồm dung dịch chứa axit và/hoặc muối; một khoang catốt được giới hạn bởi màng trao đổi ion và bán vỏ catốt, có chứa catốt khuếch tán khí được nạp khí oxy hóa chứa ôxy, hai bán vỏ ngoài hoặc được nối ngắn mạch với nhau, hoặc được nối qua một mạch điện có chỉnh lưu dòng điện công suất thấp. Trong trường hợp sau, cực dương của bộ chỉnh lưu được nối với bán vỏ anốt và cực âm nối với bán vỏ catốt. Phản ứng tổng thể thực hiện bởi bể điện phân theo sáng chế là sự tái kết hợp hydro và oxy để tạo ra nước, tương tự như những gì xảy ra trong pin nhiên liệu, với sự khác biệt là sức điện động của hai phản ứng, anốt và catốt, không được sử dụng để sản xuất điện năng, mà chỉ để thực hiện quá trình điện thẩm tách. Đến một mật độ dòng nhất định (ví dụ như đến 2 kA/m^2) quá trình này có thể diễn ra mà không cần nguồn cung cấp điện bên

ngoài (bể điện phân ngăn mạch), trong khi ở mật độ dòng cao hơn, nguồn cung cấp điện năng ngoài là cần thiết, mặc dù ở điện thế thấp hơn cực kỳ nhiều so với điện thế được yêu cầu trong các bể điện phân trong giải pháp đã biết. Các tác giả sáng chế thấy rằng với kiểu cấu tạo này, bể điện phân có thể được vận hành một cách thực sự an toàn: sự không hiệu quả tiềm tàng do sự khô một phần màng bể điện phân hoặc do ngập các điện cực khuếch tán khí trong thực tế, trong trường hợp này, sẽ dẫn đến hiện tượng mật độ dòng tạm thời và vì thế dẫn đến hiện tượng giảm sản xuất, mà không có khả năng tạo ra các hiện tượng nguy hiểm do sự giải phóng oxy trên bề mặt anốt khuếch tán khí, khi không có (hoặc khi có một lượng vừa phải) dòng điện được đưa từ bên ngoài vào bể điện phân. Anốt và catốt khuếch tán khí có thể chứa vật liệu dẫn cứng, ví dụ giấy than hoặc lưới kim loại, tùy ý được chế tạo kỵ nước, ví dụ nhờ sự trợ giúp của huyền phù polyme flo hóa, được nạp hợp phần phù hợp để tạo thuận lợi cho sự khuếch tán của chất phản ứng dạng khí (ví dụ hỗn hợp của than muối hoặc bột kim loại và của chất gắn kết polyme flo hóa) và được hoạt hóa trên ít nhất một bề mặt ngoài bởi một hợp phần xúc tác, tùy ý có chứa kim loại quý thuộc nhóm bạch kim.

Theo một phương án, bể điện phân để điện thẩm tách bao gồm một màng trao đổi cation duy nhất và một khoang trung gian duy nhất được giới hạn bởi anốt khuếch tán khí và màng trao đổi cation. Dung dịch có chứa muối cần được xử lý được nạp tùy ý vào phần dưới của khoang, được làm giàu với axit tạo ra bởi anốt khuếch tán khí và được chiết khỏi phần trên dưới dạng dung dịch axit có chứa một lượng muối dư thay đổi. Ngoài ra, khoang này chứa thiết bị lọc bao gồm một bộ phận xóp phẳng: trong trường hợp này, dung dịch có chứa muối được nạp vào phần trên của khoang và chảy vào phần dưới, từ đó nó được rút ra sau khi được làm giàu bằng axit được tạo ra bởi anốt khuếch tán khí. Thiết bị lọc cho phép đồng nhất hóa áp lực trong cột chất lỏng sinh ra do chất điện phân thực tế khử độ cao cột áp tương ứng, do đó loại trừ mọi khả năng làm ngập thân trong của anốt khuếch tán khí, nhờ đó đảm bảo hoạt động an toàn của nó. Trong phương án này, dung dịch kiềm tạo thành một trong những sản phẩm được hình thành nhờ sự kết hợp của các cation, di chuyển từ khoang trung gian qua màng trao đổi cation, và độ kiềm tạo ra bởi các catốt khuếch tán khí, sau đó thẩm qua cấu trúc của catốt khuếch tán khí hoặc của lớp ưa nước xen giữa màng và catốt khuếch tán khí, để được gom lại ở phần dưới của khoang catốt mà từ đó nó được rút ra.

Theo một phương án, bể điện phân để điện thẩm tách theo sáng chế bao gồm, ngoài các khoang anốt và catốt, một màng trao đổi ion đơn lẻ kiểu anion hoặc cation và hai khoang trung gian riêng biệt. Dung dịch chứa một bazơ hoặc muối pha loãng hoặc hỗn hợp của chúng có thể được đưa vào phần dưới của khoang trung gian thứ nhất, tiếp giáp với khoang catốt và được giới hạn bởi catốt khuếch tán khí và màng trao đổi ion; dung dịch được làm giàu độ kiềm được tạo ra bởi catốt khuếch tán khí và do đó khi đi ra khỏi phần trên của khoang này có thể chứa các lượng muối biến đổi. Ngoài ra, khoang trung gian thứ nhất được trang bị thiết bị lọc: theo cách này, dung dịch điện phân được đưa vào phần trên trong khi dung dịch được làm giàu kiềm đi ra từ phần dưới. Khoang trung gian thứ hai, tiếp giáp với khoang anốt và được giới hạn bởi anốt khuếch tán khí và màng trao đổi ion, được nạp bằng chất điện phân của quá trình bao gồm dung dịch chứa axit và/hoặc muối mà dung dịch này, khi chảy đến cửa ra, được làm giàu với axit được tạo ra bởi anốt khuếch tán khí, dung dịch axit rút ra có thể chứa các lượng muối biến đổi. Ngoài ra trong trường hợp này, khoang trung gian thứ hai có thể được nạp từ đáy hoặc có thể được trang bị thiết bị lọc và được nạp từ phần trên, với cửa ra nằm trong phần dưới.

Theo một phương án, bể điện phân để điện thẩm tách bao gồm ba khoang trung gian riêng biệt. Khoang trung gian thứ nhất, tiếp giáp với khoang catốt và được giới hạn bởi catốt khuếch tán khí và màng trao đổi ion thứ nhất, được nạp hoặc từ phần dưới, hoặc là từ phần trên nhờ trợ giúp của thiết bị lọc, với dung dịch chứa bazơ và/hoặc muối, dung dịch này khi chảy qua khoang này được làm giàu kiềm được tạo ra bởi catốt khuếch tán khí; dung dịch kiềm sản phẩm thu được ở cửa ra của khoang có thể chứa các lượng muối biến đổi. Khoang trung gian thứ hai, tiếp giáp với khoang anốt và được giới hạn bởi anốt khuếch tán khí và màng trao đổi ion thứ hai, được nạp bằng chất điện phân của quá trình mà chất này, khi chảy đến cửa ra, được làm giàu với axit được tạo ra bởi anốt khuếch tán khí. Dung dịch axit sản phẩm có thể chứa các lượng muối biến đổi. Ngoài ra, khoang trung gian thứ hai có thể được nạp từ đáy hoặc từ đỉnh nhờ trợ giúp của thiết bị lọc. Khoang trung gian thứ ba được sắp xếp ở vị trí trung tâm và được giới hạn bởi màng trao đổi ion thứ nhất và thứ hai, có miếng đệm với mục đích duy trì khoảng cách định trước giữa hai màng và đảm bảo một mức độ trộn lẫn nhất định hữu ích để ngăn chặn hiện tượng pha loãng cục bộ. Khoang trung

gian thứ ba được nạp bằng dung dịch muối, ví dụ từ đáy, rút dung dịch xả từ phần trên của khoang.

Chất điện phân của quá trình được nạp vào bể điện phân có thể chứa muối kiềm, ví dụ như các sulfat, clorua, cacbonat hoặc bicarbonat của natri hoặc kali, một mặt có ưu điểm về sản xuất xút ăn da hoặc kali cacbonat, và mặt khác, các axit khoáng dễ dàng tái sử dụng như axit clohydric hoặc sulfuric, hoặc cacbon dioxit thoát khỏi hệ thống dưới dạng khí.

Khí nhiên liệu được cấp cho anốt có thể bao gồm hỗn hợp của hydro và cacbon dioxit sinh ra từ sự hóa nhiệt hơi nước hoặc oxy hoá từng phần hydrocacbon hoặc rượu nhẹ. Theo một phương án, khí oxy hóa nạp vào ngăn catốt bao gồm không khí thường, có ưu điểm là rất rẻ mặc dù có sự giảm hiệu suất năng lượng nhất định trong phản ứng catốt so với oxy tinh khiết. Theo phương án khác, khí oxy hóa nạp vào ngăn catốt bao gồm không khí được làm giàu, ví dụ không khí có hàm lượng oxy lên đến 50% nhờ hệ thống PSA giá rẻ đã biết, có ưu điểm là cung cấp hiệu suất catốt rất gần với hiệu suất của oxy tinh khiết với chi phí thấp hơn nhiều. Ở một số nhà máy hóa chất có hydro và/hoặc oxy giá rẻ sẵn có dưới dạng sản phẩm phụ của các quá trình khác, việc vận hành quá trình điện thẩm tách với chất phản ứng tinh khiết đã được chứng minh là thuận tiện hơn so với hỗn hợp.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề cập đến quá trình điện phân có khử cực dung dịch muối, được thực hiện trong bể điện phân như được mô tả trên đây, bao gồm bước nạp dung dịch muối dùng cho điện thẩm tách, tùy ý là clorua, sulfat, cacbonat hoặc bicarbonat natri hoặc kali, vào cửa nạp của một trong các khoang trung gian, rút dung dịch xả ở cửa xả tương ứng, nạp khí nhiên liệu có chứa hydro ở cửa nạp khoang anốt và khí oxy hóa chứa oxy vào cửa nạp khoang catốt, thu hồi khí thải từ cửa xả tương ứng, và nối điện các bán vỏ anốt và catốt với nhau. Nối bán vỏ có thể đơn giản là nối ngắn mạch, tùy ý chèn vào một ampe kế để giữ mật độ dòng dưới sự kiểm soát hoặc một thiết bị khác của quá trình, hoặc có thể bao gồm việc đưa vào một máy chỉnh lưu công suất nhỏ để cung cấp dòng một chiều; điều này có thể có ưu điểm là tạo thuận lợi cho việc điều chỉnh mật độ dòng của quá trình theo mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị nhỏ.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến quá trình điện phân có khử cực dung dịch muối được tiến hành trong bể điện phân có trang bị hai khoang trung gian, bao

gồm bước nạp chất điện phân của quá trình, tùy ý chứa natri hoặc kali clorua hoặc sulfat, vào cửa nạp của khoang trung gian liền kề với ngăn catôt, rút dung dịch xả giàu kiềm từ cửa xả tương ứng; nạp dung dịch axit vào cửa nạp của khoang trung gian liền kề với ngăn anôt, rút dung dịch xả giàu axit từ cửa xả tương ứng; nạp khí nhiên liệu có chứa hydro vào cửa nạp khoang anôt và khí oxy hóa chứa ôxy vào cửa nạp khoang catôt, rút các khí xả từ các cửa xả tương ứng, và nối điện các bán vỏ anôt và catôt với nhau. Ngoài ra trong trường hợp này, nối bán vỏ có thể đơn giản là nối ngắn mạch, tùy ý chèn vào một ampe kế để giữ mật độ dòng dưới sự kiểm soát hoặc một thiết bị khác của quá trình, hoặc có thể bao gồm việc đưa vào một máy chỉnh lưu công suất nhỏ để cung cấp dòng một chiều.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig. 1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt ngang của một phương án có thể của bể điện phân để điện thẩm tách theo sáng chế thuộc loại bao gồm hai ngăn trung gian, trước khi siết chặt lần cuối.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình vẽ thể hiện một phương án của bể điện phân để điện thẩm tách được giới hạn bởi bán vỏ catôt 1 bán vỏ anôt 5, bao gồm bốn khoang, cụ thể là khoang catôt A, khoang trung gian thứ nhất B tiếp giáp với khoang catôt A, khoang trung gian thứ hai C tiếp giáp với khoang anôt D và khoang anôt D.

Khoang catôt A được giới hạn bởi màng trao đổi ion 12 và bán vỏ catôt 1, và bao gồm nhiều phần tử để truyền dòng điện, trong trường hợp này ở dạng dải 2, bộ góp dòng có lỗ xóp, trong trường hợp này thu được bằng cách đặt chồng một tấm kéo dài có mắt lưới lớn 3 lên đệm đàn hồi 4, catôt khuếch tán khí 10 và vải thấm nước 11 ngăn cách catôt khuếch tán khí 10 với màng trao đổi ion 12. Khoang anôt D lại được giới hạn bởi bán vỏ anôt 5 và anôt khuếch tán khí 9, và bao gồm nhiều phần tử để truyền dòng điện, trong trường hợp này ở dạng dải 6, và bộ góp dòng có lỗ xóp, trong trường hợp này thu được bằng cách đặt chồng một tấm kéo dài có mắt lưới lớn 7 và tấm kéo dài có mắt lưới hẹp hơn 8.

Khoang trung gian thứ nhất B được giới hạn bởi các màng trao đổi ion 12 và 14, có thể tương ứng là màng cation và màng anion, có miếng đệm 13 được đặt giữa chúng, miếng đệm này có thể bao gồm lưới ba chiều làm bằng vật liệu polyme.

Khoang trung gian thứ hai C liền kề với khoang anốt D được giới hạn bởi anốt khuếch tán khí 9 và màng trao đổi ion 14, có tấm lọc 15 được đặt giữa chúng, tấm lọc này có thể bao gồm lưới ba chiều làm bằng vật liệu polyme.

Hai ngăn A và D được nối ngắn mạch với nhau qua một ampe kế.

Một số kết quả quan trọng nhất thu được bởi các tác giả sáng chế được thể hiện trong ví dụ sau đây, mà không được coi là giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bể điện phân thử nghiệm đã được lắp ráp theo sơ đồ thể hiện trong hình. Bể điện phân bao gồm bán vỏ catốt 1 làm bằng thép không gỉ AISI 310, trên đó dải vách 2 được gắn vào: đến lượt nó, trên dải 2, bộ góp dòng 3 được gắn vào, bộ góp này làm bằng tấm rộng dày 1 mm với các lỗ hình thoi có đường chéo 5 và 10 mm. Dải 2 và bộ góp dòng 3 cũng được làm bằng thép không gỉ AISI 310. Bộ góp dòng được đặt tiếp xúc với đệm đàn hồi 4 được tạo bởi kết cấu gồm các cuộn dây niken có đường kính 0,3 mm, đệm này lại tiếp xúc với kết cấu bao gồm catốt khuếch tán khí (GDC) 10 và lớp xốp thấm nước 11. GDC được làm bằng giấy than phủ graphit, được làm chống nước bằng cách ngâm trong huyền phù polytetrafluoroetylen, sau đó tiến hành xử lý thiêu kết nhiệt ở 350°C: trên bề mặt giấy than, đối diện với đệm tiếp xúc 4, một màng xúc tác đã được phủ lên từ trước, bao gồm hỗn hợp các hạt PTFE và platin được giữ trên cacbon bề mặt riêng lớn (60% platin trên cacbon Vulcan XC-72/Cabot Corporation). Bề mặt được xúc tác của GDC là 20 x 20 cm². Cả bộ góp dòng 3 và đệm 4 đều được phủ bằng màng bạc dày 5 µm nhằm giảm thiểu điện trở tiếp xúc.

Vách của bán vỏ 1 và màng trao đổi cation 12 (Neosepta CM-2/Astom Corp.) giới hạn khoang catốt A được nạp oxy tinh khiết. Trong một thử nghiệm khác, oxy được thay bằng không khí được làm giàu có chứa 60% oxy.

Bán vỏ anốt titan 5 được trang bị dải titan 6, trên đó bộ góp dòng được gắn vào, bao gồm tấm titan kéo dài dày 1 mm thứ nhất 7 có lỗ hình thoi có đường chéo 5 và 10 mm và tấm kéo dài dày 0,5 mm thứ hai 8 làm bằng titan chứa 0,2% paladi, có lỗ hình thoi có đường chéo 3 và 5 mm. Bộ góp dòng được giữ tiếp xúc với anốt khuếch tán khí

(GDA) 9 làm bằng giấy than graphit hóa, được làm chịu nước bằng cách ngâm trong huyền phù polytetrafloetylen, sau đó tiến hành xử lý thiêu kết nhiệt ở 350°C. Vách của bán vỏ 5 và GDA giới hạn khoang anốt D được nạp hydro tinh khiết.

Trên bề mặt giấy than, đối diện với tấm tiếp xúc 8, màng xúc tác đã được phủ lên từ trước, bao gồm hỗn hợp các hạt PTFE và platin được giữ trên cacbon bề mặt riêng lớn (60% platin trên Vulcan XC-72 cacbon /Cabot Corporation). Để giảm thiểu điện trở tiếp xúc giữa tấm 8 và GDA, màng platin dày 0,2 μm được phủ lên tấm 8 bằng cách mạ điện.

Bề mặt được xúc tác của GDA là 20 x 20 cm^2 và được giữ tiếp xúc với lưới polyetylen dày 1 mm thứ nhất 15, lưới này lại tiếp xúc với màng trao đổi anion 14 (Neosepta AMX/Astom Corp): lưới 15 có mục đích đảm bảo một khe hở định trước và đồng đều giữa GDA và màng 14, các bề mặt của chúng giới hạn khoang trung gian C (khoang trung gian thứ hai ở trên) được đi qua bởi dung dịch axit clohydric có nồng độ được điều chỉnh trong giai đoạn thử nghiệm nằm trong khoảng từ 1 đến 5%.

Trong một thử nghiệm khác, khoang trung gian C được nạp bằng dung dịch chứa natri clorua ở nồng độ thay đổi trong khoảng từ 100 đến 200 g/l.

Màng 14 được giữ tiếp xúc với lưới polyetylen thứ hai 13 cũng dày 1 mm, lưới này lại được tiếp xúc với màng trao đổi cation 12: khoang trung gian B (khoang trung gian thứ nhất ở trên) được giới hạn bởi hai màng 12 và 14 được nạp từ đáy lên đỉnh bằng dung dịch natri clorua mà nồng độ của nó thay đổi trong thử nghiệm trong khoảng từ 100 đến 200 g/l. Dung dịch natri clorua được tái chế thông qua thùng góp. Trong một thử nghiệm khác, dung dịch natri clorua không được tái chế mà được nạp vào khoang trung gian C, nơi hỗn hợp với axit clohydric được tạo ra.

Bề điện phân được lắp ráp bằng cách siết chặt bằng các thanh giằng thích hợp các bán vỏ 1 và 10 với các phần tử 4, 10, 11, 12, 13, 14, 15 và 9 xen kẽ với các vòng đệm viền ngoài thích hợp (không thể hiện) cần thiết để ngăn ngừa các chất lỏng khác nhau rò rỉ ra môi trường bên ngoài. Khi siết chặt hai bán vỏ, đệm đàn hồi 4 bị nén, đảm bảo áp lực tiếp xúc thích hợp giữa các phần khác nhau của kết cấu.

Các khoang bề điện phân này sau đó được nối với các đường nạp và chiết tách, cụ thể là:

- khoang catốt A có đường nạp oxy tinh khiết hoặc không khí được làm giàu và đường trích xuất khí oxy hóa thải. Một ống xả mà từ đó xút ăn da thấm qua lớp xốp

thấm nước 11 được chiết tách được nối với phần dưới của khoang. Nồng độ xút ăn da được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 10 đến 20% bằng cách thay đổi nồng độ của dung dịch natri clorua nạp vào khoang trung gian B nằm trong khoảng từ 100 đến 200 g/l;

- khoang trung gian B có các đường nạp (phần dưới) 100-200 g/l natri clorua và các đường chiết tách (phần trên) của natri clorua đã kiệt;

- khoang trung gian C có các đường nạp (phần dưới) axit clohydric loãng và các đường chiết tách (phần trên) axit clohydric sản phẩm (1-5%);

- khoang anốt D có các đường nạp hydro được sử dụng làm chất phản ứng và các đường chiết tách hydro thải.

Bể điện phân, được ổn nhiệt ở 70°C bằng cách kiểm soát nhiệt độ của các dung dịch nạp vào các khoang trung gian B và C, có điện áp mạch hở là 0,4 V. Sau khi làm ngắn mạch các bán vò 1 và 10, dòng tuần hoàn được đo bằng ampe kế lắp vào mạch điện được ổn định ở 80 A, tương ứng với mật độ dòng 2 kA /m² với nguồn nạp oxy tinh khiết, và ở 68 A, tương ứng với mật độ dòng là 1,7 kA/m² với nguồn nạp không khí được làm giàu chứa 60% oxy, cả hai đều là giá trị thích hợp cho các ứng dụng công nghiệp. Ở nồng độ natri clorua là 100 g/l dung dịch được nạp vào khoang trung gian B, xút ăn da có nồng độ từ 15 đến 17%. Hiệu suất sản xuất của axit clohydric và xút ăn da là khoảng 85%.

Trong thử nghiệm tiếp theo, dung dịch natri clorua được lấy từ cửa xả của khoang trung gian B được dùng làm nguồn nạp vào khoang trung gian C. Sản phẩm ở cửa xả của khoang trung gian C trong trường hợp này chứa 1-5% axit clohydric và 100-200 g/l natri clorua.

VÍ DỤ 2

Bể điện phân như của Ví dụ 1 được sử dụng, chỉ thay thế màng trao đổi anion 14 bằng màng trao đổi cation (Neosepta CM-2): trong trường hợp này, phần dư của axit tạo ra trong khoang trung gian C được chuyển qua màng này đến khoang trung gian B. Quan sát thấy là phần lớn sự hao hụt này đã được thu hồi khi dung dịch natri clorua thoát khỏi khoang trung gian B được gửi đến cửa nạp của khoang trung gian C, mà không phải là được tái chế: theo cách này, trên thực tế, lượng axit clohydric bị hao hụt thực sự được giới hạn ở phần chuyển qua màng 12. Phần này hóa ra lại là nhỏ một cách đáng ngạc nhiên: hiệu quả cao hơn này là do tác động của các ion natri hình

thành bởi sự phân ly natri clorua, làm giảm đáng kể số chuyển vận của độ axit. Cụ thể là, thu được dòng ngắn mạch 84A, tương ứng với mật độ dòng là 2,1 kA/m², và hiệu suất sản xuất axit và xút ăn da khoảng 80%.

VÍ DỤ 3

Bể điện phân của Ví dụ 1 đã được cải biến bằng cách thay thế lớp xốp thấm nước 11 bằng lưới polyetylen dày 0,5 mm tương đương với lưới 13 và 15. Hơn nữa, dung dịch axit clohydric loãng được nạp vào phần trên của khoang trung gian C và thấm xuống cửa xả được bố trí ở phần dưới. Theo kiểu hoàn toàn tương tự, lưới được lắp đặt thay cho lớp xốp thấm nước 11 được nạp từ phần trên bằng dung dịch xút ăn da loãng được làm giàu khi thấm vào phần dưới mà từ đó nó được chiết tách. Kiểu nạp này được thử nghiệm vì nó làm giảm đáng kể độ cao cột áp tác dụng lên GDA và GDC làm cho cấu trúc bể điện phân công nghiệp có chiều cao đứng trên 1 mét trở nên khả thi. Ngược lại cấu trúc bể điện phân của các Ví dụ 1 và 2 làm cho GDA và GDC chịu độ cao cột áp cao hơn tương ứng với cột áp thủy lực thực bằng tổng các tác dụng động học liên quan đến dòng dung dịch chảy khỏi khoang trung gian B và C. Tình trạng này hạn chế chiều cao bể điện phân tối đa đến khoảng 50-70 cm, nếu không thì cấu trúc bên trong của các điện cực khuếch tán khí sẽ bị ngập với hậu quả là mất khả năng hoạt động. Dòng ngắn mạch là 75 A, tương ứng với mật độ dòng khoảng 1,9 kA/m².

VÍ DỤ 4

Thử nghiệm của Ví dụ 1 được lặp lại sau khi đơn giản hóa cấu trúc bể điện phân bằng cách loại bỏ màng 14 và lưới 13, vận hành với một khoang trung gian duy nhất được giới hạn bởi GDA 9 và màng 12. Trong trường hợp này, thu được hiệu suất sản xuất axit và xút ăn da khoảng 75%, vẫn được coi là chấp nhận được cho các ứng dụng công nghiệp, với điều kiện là khoang trung gian còn lại được nạp bằng dung dịch natri clorua đi qua một lần duy nhất với nồng độ khoảng 200 g/l ở độ pH trung tính. Dòng ngắn mạch là 92A, tương ứng với mật độ dòng là 2,3 kA/m².

VÍ DỤ 5

Thử nghiệm của Ví dụ 1 được lặp lại bằng cách sử dụng dung dịch natri sulfat sản xuất ra axit sulfuric 10% và xút ăn da 15%. Kết quả thu được, về phương diện hiệu suất sản xuất và dòng ngắn mạch, gần như là tương đương với những thử nghiệm được mô tả để sản xuất axit clohydric và xút ăn da từ các dung dịch natri clorua.

Phần mô tả trên sẽ không được dự định làm giới hạn sáng chế, mà có thể được sử dụng theo các phương án khác nhau mà không vượt ra khỏi phạm vi của sáng chế, và phạm vi của sáng chế được xác định rõ bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Trong toàn bộ phần mô tả và yêu cầu bảo hộ của đơn này, thuật ngữ "bao gồm" và các biến thể của chúng như "gồm có" và "có chứa" không được dự định loại trừ sự có mặt của các thành phần hoặc các chất phụ gia khác.

Các thảo luận về tài liệu, hành vi, vật liệu, thiết bị, các sản phẩm và tương tự được bao gồm trong phần mô tả này chỉ nhằm mục đích cung cấp ngữ cảnh cho sáng chế. Không được gợi ý hoặc thể hiện là mỗi hoặc toàn bộ các nội dung này tạo thành một phần của tình trạng kỹ thuật hoặc là hiểu biết thông thường chung trong lĩnh vực có liên quan đến sáng chế trước ngày ưu tiên của mỗi yêu cầu bảo hộ của đơn này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bể điện phân để điện thẩm tách các dung dịch muối được giới hạn bởi bán vỏ anốt (5) và bán vỏ catốt (1), bao gồm:

- một khoang anốt (D) được giới hạn bởi bán vỏ anốt (5) nói trên và bởi anốt khuếch tán khí (9) được nạp bằng khí nhiên liệu có chứa hydro;

- ít nhất một khoang trung gian (B, C) được nạp bằng chất điện phân của quá trình bao gồm dung dịch chứa axit và/hoặc muối, ít nhất một khoang trung gian (B, C) nói trên được giới hạn bởi anốt khuếch tán khí (9) nói trên và bởi màng trao đổi ion (12, 14);

- một khoang catốt (A) được giới hạn bởi màng trao đổi ion (12,14) nói trên và bán vỏ catốt (1) nói trên, có chứa catốt khuếch tán khí (10) được nạp khí oxy hóa chứa oxy;

bán vỏ anốt (5) và bán vỏ catốt (1) hoặc được nối ngắn mạch với nhau, hoặc được nối thông qua một bộ chỉnh lưu với cực dương nối với bán vỏ anốt (5) và cực âm nối với bán vỏ catốt (1).

2. Bể điện phân theo điểm 1, trong đó ít nhất một khoang trung gian (B,C) nói trên có tấm lọc (15) thích hợp để được nạp từ đỉnh bằng chất điện phân của quá trình nói trên, được bố trí giữa anốt khuếch tán khí (9) nói trên và màng trao đổi ion (12,14) nói trên.

3. Bể điện phân theo điểm 1, trong đó bể điện phân này bao gồm hai khoang trung gian (B,C), cụ thể là khoang trung gian thứ nhất (B,C) được nạp bằng dung dịch muối và được giới hạn bởi màng trao đổi ion thứ nhất (12,14) nói trên và màng trao đổi ion thứ hai (12,14) nói trên và khoang trung gian thứ hai (B,C) được nạp bằng chất điện phân của quá trình nói trên bao gồm dung dịch chứa axit và/hoặc muối và được giới hạn bởi màng trao đổi ion thứ hai (12,14) nói trên và anốt khuếch tán khí (9) nói trên.

4. Bể điện phân theo điểm 3, trong đó khoang trung gian thứ hai (B,C) nói trên bao gồm tấm lọc thứ nhất (15) phù hợp để được nạp từ đỉnh bằng chất điện phân của quá trình nói trên bao gồm dung dịch chứa axit và/hoặc muối, tấm lọc thứ nhất (15) nói trên được bố trí giữa anốt khuếch tán khí (9) nói trên và màng trao đổi ion thứ hai (12,14) nói trên.

5. Bể điện phân theo điểm 3, trong đó đường nạp của khoang trung gian thứ hai (B,C) nói trên được nối với cửa xả của khoang trung gian thứ nhất (B,C) nói trên.
6. Bể điện phân theo điểm 3, trong đó khoang trung gian thứ nhất (B,C) nói trên có chứa miếng đệm (13).
7. Bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm trên đây, trong đó khoang catôt (A) nói trên chứa dung dịch kiềm được tạo ra bởi catôt khuếch tán khí (10).
8. Bể điện phân theo điểm 1, bao gồm ba khoang trung gian, cụ thể là khoang trung gian thứ nhất được nạp bằng dung dịch chứa bazơ và/hoặc muối và được giới hạn bởi màng trao đổi ion (12,14) nói trên và bởi catôt khuếch tán khí (10) nói trên, khoang trung gian thứ hai được nạp bằng chất điện phân của quá trình nói trên bao gồm dung dịch chứa axit và/hoặc muối và được giới hạn bởi màng trao đổi ion thứ hai (12,14) và bởi anôt khuếch tán khí (9) nói trên và khoang trung gian thứ ba được nạp bằng dung dịch muối.
9. Bể điện phân theo điểm 8, trong đó khoang trung gian thứ nhất nói trên bao gồm tấm lọc (15) phù hợp để được nạp từ đỉnh bằng dung dịch chứa bazơ và/hoặc muối nói trên
10. Bể điện phân theo điểm 8 hoặc 9, trong đó khoang trung gian thứ ba nói trên có chứa miếng đệm (13).
11. Bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm trên đây, trong đó dung dịch chứa axit và/hoặc muối nói trên có chứa clorua, sulfat, cacbonat hoặc bicacbonat kiềm.
12. Bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm trên đây, trong đó dung dịch chứa axit và/hoặc muối nói trên có chứa axit clohydric hoặc axit sulfuric.
13. Bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 3 đến 12, trong đó màng trao đổi ion thứ nhất (12,14) nói trên là màng cation và màng trao đổi ion thứ hai (12,14) nói trên là màng anion.
14. Bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 13, trong đó kết nối điện bên ngoài nói trên là mạch điện bao gồm bộ chỉnh lưu có cực dương nối với bán vỏ anôt (5) nói trên và cực âm nối với bán vỏ catôt (1) nói trên.

15. Quy trình điện thẩm tách dung dịch muối trong bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm trên đây, bao gồm các bước đồng thời hoặc tuần tự sau đây:

- nạp chất điện phân của quy trình ở cửa nạp của ít nhất một trong các khoang trung gian (B,C) nói trên và rút chất xả tương ứng ở cửa xả tương ứng;

- nạp khí nhiên liệu có chứa hydro ở cửa nạp của khoang anốt (D) và rút khí nhiên liệu cạn kiệt hydro ở cửa xả tương ứng;

- nạp khí oxy hóa chứa oxy ở cửa nạp của khoang catốt (A) và rút khí oxy hóa cạn kiệt oxy ở cửa xả tương ứng; và

- nối điện các bán vỏ anốt và catốt (5,1) với nhau, tùy ý nạp một dòng điện một chiều đi qua bộ chỉnh lưu nói trên.

16. Quy trình theo điểm 15, trong đó chất điện phân của quy trình nói trên có chứa clorua, sulfat, cacbonat hoặc bicacbonat kiềm.

17. Quy trình điện thẩm tách dung dịch muối trong bể điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 3 đến 11, bao gồm các bước đồng thời hoặc tuần tự sau đây:

- nạp chất điện phân của quy trình vào một hoặc nhiều khoang trung gian (B,C) và rút chất xả có chứa kiềm ở cửa xả tương ứng;

- nạp dung dịch axit ở cửa nạp của khoang trung gian thứ hai (B,C) nói trên và rút chất xả được làm giàu axit ở cửa xả tương ứng;

- nạp khí nhiên liệu có chứa hydro ở cửa nạp của khoang anốt (D) và rút khí nhiên liệu cạn kiệt hydro ở cửa xả tương ứng;

- nạp khí oxy hóa chứa ôxy ở cửa nạp của khoang catốt (A) và rút khí oxy hóa cạn kiệt oxy ở cửa xả tương ứng; và

- nối điện các bán vỏ anốt và catốt (5,1) với nhau, tùy ý nạp dòng điện một chiều đi qua bộ chỉnh lưu nói trên.

18. Quy trình theo điểm 17, trong đó chất điện phân của quy trình nói trên và dung dịch axit nói trên được nạp vào khoang trung gian thứ hai nói trên chứa anion cùng loại, tùy ý là clorua hoặc sulfat.

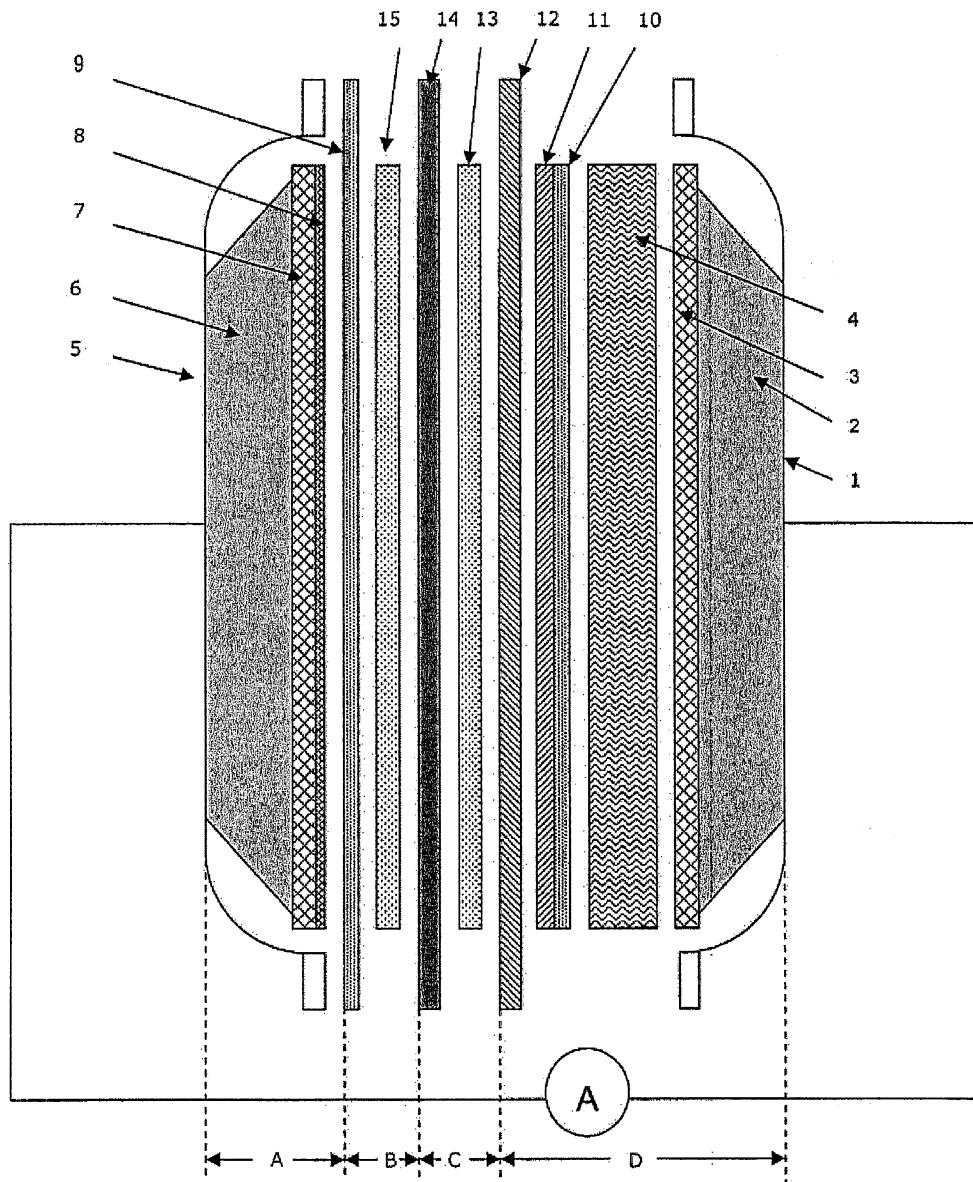


FIG. 1