



(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)



1-0051493

(51)^{2022.01} C25C 7/06; C25C 3/18

(13) B

(21) 1-2023-03307

(22) 23/11/2021

(86) PCT/CA2021/051665 23/11/2021

(87) WO 2022/109725 02/06/2022

(30) 63/117,483 24/11/2020 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/10/2023 427A

(73) ELYSIS LIMITED PARTNERSHIP (CA)

1 Place Ville Marie, Suite #2323, Montréal, Québec H3B 3M5, Canada

(72) D'ASTOLFO, Leroy (US); LIU, Xinghua (US); MICKELSON, Larry (US);
MACKEY, Allen George (US); FORS, John (SE).

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

(54) CỤM TÍNH CHẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP LOẠI BỎ TẠP CHẤT KHỎI DUNG DỊCH
ĐIỆN PHÂN

(21) 1-2023-03307

(57) Sáng chế đề cập đến cụm tinh chế và phương pháp loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân trước khi sử dụng dung dịch này với bình điện phân để sản xuất kim loại, như nhôm hoặc kim loại nhôm. Cụm bao gồm bồn tinh chế, được đặt phía trước bình, để chứa dung dịch; và ít nhất một dòng, tốt hơn là ít nhất là hai dòng, catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn để cung cấp dòng điện cho anot và catot. Dòng catot và anot định hướng thẳng đứng được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn. Cụm tinh chế được tạo kết cấu để duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) giữa catot và anot. Cụm tinh chế đặc biệt được làm thích ứng để loại bỏ lưu huỳnh, phospho, sắt, và/hoặc gali khỏi cryolit để sản xuất nhôm thân thiện với môi trường với bình sử dụng anot giải phóng oxy hoặc trơ, tốt hơn là yêu cầu dung dịch tinh khiết hơn.

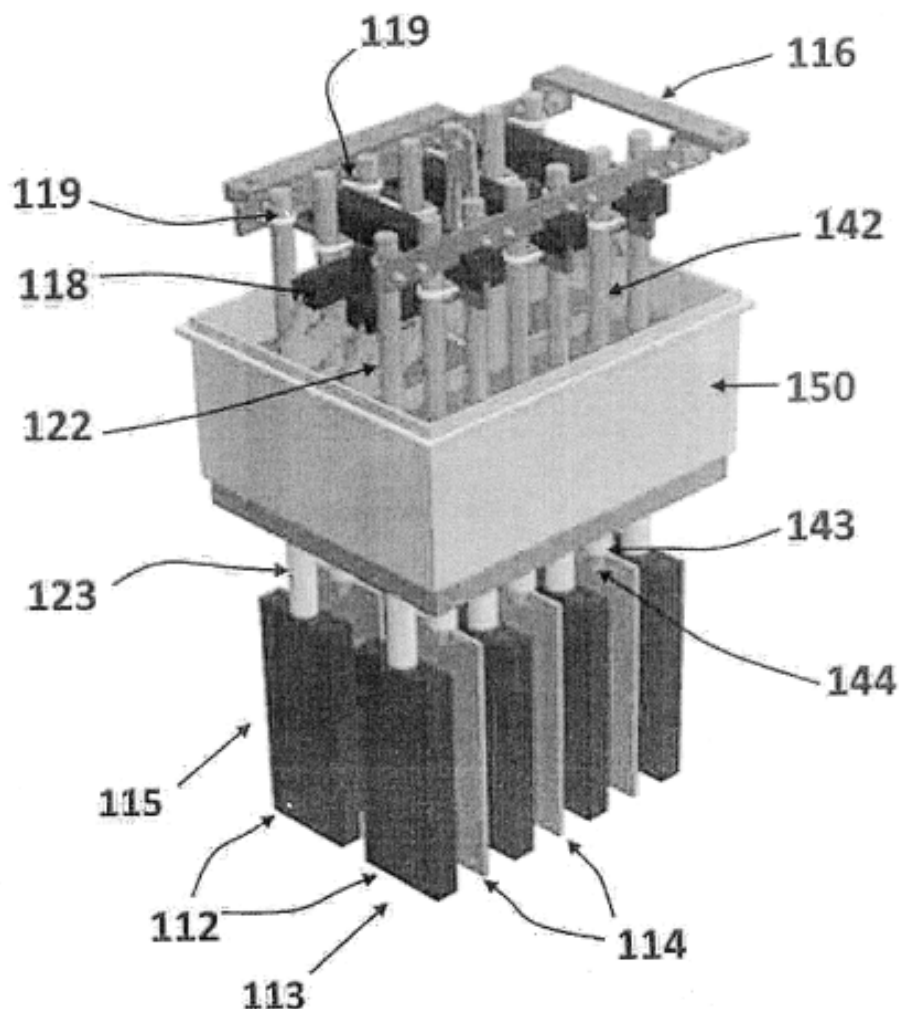


FIG. 5

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc tinh chế dung dịch điện phân nóng chảy của bình điện phân, bình điện phân được sử dụng, ví dụ, để sản xuất kim loại, như nhôm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kim loại nhôm, còn được gọi là nhôm, được sản xuất bằng cách điện phân alumin, còn gọi là nhôm oxit (IUPAC), trong dung dịch điện phân của chất điện phân nóng chảy ở khoảng 750 – 1000°C chứa trong nhiều bình điện phân. Bình điện phân có nồi nấu bao gồm vỏ thép, chứa catot bằng vật liệu cacbon, thanh dẫn điện bằng thép và vật liệu cách nhiệt có khả năng chứa chất điện phân, ít nhất một catot và ít nhất một anot.

Dòng điện một chiều đi qua anot, chất điện phân và catot gây ra phản ứng khử alumin, và cũng có khả năng duy trì dung dịch điện phân ở nhiệt độ vận hành thích hợp bằng hiệu ứng Joule. Bình điện phân được sử dụng đều đặn với alumin để bù cho việc tiêu thụ alumin do phản ứng điện phân gây ra.

Trong quy trình Hall-Heroult truyền thống, anot được làm từ cacbon và được tiêu hao trong phản ứng điện phân. Anot cần được thay thế sau từ 3 đến 4 tuần. Tiêu thụ vật liệu cacbon giải phóng lượng lớn cacbon dioxide vào môi trường.

Các nhà sản xuất nhôm đang tìm kiếm anot được sản xuất từ vật liệu không tiêu hao, được gọi là “anot trơ” hoặc “anot giải phóng oxy”, để tránh vấn đề môi trường và chi phí kết hợp với sản xuất và sử dụng anot được sản xuất từ vật liệu cacbon. Một số vật liệu đã được đề xuất, đặc biệt là vật liệu gốm (như SnO₂ và ferit), vật liệu kim loại và vật liệu composit như vật liệu được biết đến là “gốm kim loại” chứa pha gốm và pha kim loại, đặc biệt là niken ferit chứa pha dựa trên đồng kim loại.

Vấn đề gặp phải trong việc phát triển anot trơ để sản xuất nhôm bằng nước kiềm điện phân không chỉ ở việc chọn và sản xuất vật liệu mà anot được sản xuất từ đó, mà còn ở việc sử dụng dung dịch điện phân bao gồm chất điện phân có độ tinh khiết cao mà được tinh chế để loại bỏ tạp chất có tính điện hóa không mong muốn, như lưu huỳnh, phospho, sắt, niken, crom, đồng, và gali.

Giải pháp hiện có yêu cầu lượng không gian quá mức để thực hiện trong lò nấu chảy dung dịch công nghiệp.

Vì vậy cần hệ thống tinh chế mới, đặc biệt được làm thích ứng để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân hoặc chất điện phân của bình điện phân sử dụng bố trí anot và catot thẳng đứng, cụ thể là với anot trơ hoặc giải phóng oxy.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Thiếu sót của kỹ thuật trước đây nói chung là được giảm bằng cụm tinh chế mới và phương pháp tinh chế dung dịch điện phân của bình điện phân thường được sử dụng để sản xuất điện phân kim loại, như nhôm.

Thứ nhất theo sáng chế là cụm tinh chế để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân trước khi sử dụng dung dịch này trong bình điện phân để sản xuất kim loại, cụm tinh chế bao gồm: bồn tinh chế được đặt phía trước bình điện phân và được tạo kết cấu để chứa ít nhất là một phần dung dịch điện phân; và ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn để cung cấp dòng điện cho anot và catot, trong đó ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn tinh chế; và trong đó cụm tinh chế được tạo kết cấu để cung cấp và duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) giữa mỗi catot hoặc anot định hướng thẳng đứng này.

Theo phương án được ưu tiên, cụm tinh chế còn bao gồm ít nhất là hai dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ song song, mỗi anot hoặc catot của một dòng liền kề tương ứng với anot hoặc catot khác của dòng song song liền kề, tạo dãy cột xen kẽ như vậy của catot và anot định hướng thẳng đứng.

Theo phương án được ưu tiên, cụm tinh chế còn bao gồm: ít nhất một ray nối anot được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn, mỗi ray nối anot được tạo kết cấu để đỡ một dòng anot định hướng thẳng đứng và nối điện các anot với nhau trong bố trí song song; và ít nhất một ray nối catot được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn, mỗi ray nối catot được tạo kết cấu để đỡ một dòng catot định hướng thẳng đứng và nối điện các catot với nhau trong bố trí song song. Tốt hơn là, ít nhất một ray nối anot và catot được tạo kết cấu để được di chuyển độc lập ở vị trí mong muốn tương ứng với dung dịch điện phân ở bồn tinh chế.

Tốt hơn nữa là, ít nhất một ray nối catot được tạo kết cấu để hoàn toàn nhúng catot dưới giao diện dung dịch-hơi nước của dung dịch điện phân.

Theo phương án được ưu tiên, mỗi anot hoặc catot bao gồm thân theo chiều dọc có một đầu được nối với thân anot hoặc tấm catot, và đầu đối diện được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với ray nối anot hoặc catot tương ứng. Tốt hơn là, mỗi thân anot và tấm catot có đầu trên cùng được nối với thân tương ứng của chúng, vị trí tận cùng trên đầu của catot được đặt dưới vị trí tận cùng trên đầu của anot khi dòng điện cực được nhúng vào dung dịch điện phân để có tấm catot được nhúng hoàn toàn vào dung dịch.

Theo phương án được ưu tiên, thân anot bao gồm cacbon hoặc graphit, tấm catot bao gồm thép hoặc thép không gỉ, và thân theo chiều dọc bao gồm thép hoặc thép không gỉ.

Theo phương án được ưu tiên, mỗi anot và catot còn bao gồm bạc lót bảo vệ quanh thân theo chiều dọc để bảo vệ thân theo chiều dọc không bị gỉ. Tốt hơn là, bạc lót theo chiều dọc bao gồm: oxit kim loại của kim loại cần được sản xuất, oxit kim loại là nhôm oxit khi kim loại cần được sản xuất là nhôm; bán kim loại quý, như đồng; hoặc silic cacbua (SiC).

Theo phương án được ưu tiên, cụm tinh chế còn bao gồm cấu trúc đỡ để siết chặt ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ ở vị trí tương ứng với bồn tinh chế. Tốt hơn là, ray nối được gắn chặt vào cấu trúc đỡ để gia cường và làm ổn định vị trí của anot và catot.

Theo phương án được ưu tiên, cấu trúc đỡ được tạo kết cấu về kích cỡ để khép kín lỗ ở đầu của bồn tinh chế và bịt kín bồn. Tốt hơn là, cấu trúc đỡ được tạo kết cấu để cung cấp sự cách nhiệt, chống gỉ và ngăn cản khí thoát ra khỏi bồn tinh chế khi lỗ trên cùng được khép kín, bồn tinh chế sau đó có lối xả khí để thu khí anot an toàn.

Theo phương án được ưu tiên, bồn tinh chế có thể thuộc lò nấu chảy, lò nấu chảy được sử dụng để nấu chảy dung dịch khô (rắn) của dung dịch điện phân này.

Theo phương án được ưu tiên, ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ tạo dãy liên khối với khoảng ACD từ khoảng 1 cm đến khoảng 5 cm, tốt hơn là khoảng 2,5 cm.

Theo phương án được ưu tiên, bộ cấp nguồn bao gồm bộ chỉnh lưu DC.

Theo phương án được ưu tiên, kim loại để sản xuất bằng bình điện phân là nhôm, dung dịch điện phân sau đó bao gồm cryolit và chất phụ gia, và tạp chất cần loại bỏ bao gồm lưu huỳnh, phospho, sắt, niken, crom, đồng, gali hoặc hỗn hợp của chúng.

Cũng được mô tả là phương pháp loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân trước khi sử dụng dung dịch trong bình điện phân để sản xuất kim loại, phương pháp bao gồm các bước:

phun ít nhất một phần dung dịch điện phân để tinh chế vào bồn tinh chế được đặt phía trước bình điện phân;

đưa vào bồn tinh chế ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn để cung cấp dòng điện cho anot và catot, ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn tinh chế và tạo ra và duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) giữa mỗi catot hoặc anot định hướng thẳng đứng; và

áp dụng dòng điện giữa anot và catot trong một khoảng thời gian để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân.

Theo phương án được ưu tiên, mỗi catot bao gồm tám catot, catot này được đưa vào dung dịch điện phân để được chìm hoàn toàn trong dung dịch điện phân.

Theo phương án được ưu tiên, khi dung dịch điện phân để tinh chế là dung dịch điện phân khô, phương pháp còn bao gồm bước:

nấu chảy dung dịch khô trước khi phun ít nhất là một phần dung dịch điện phân vào bồn tinh chế; hoặc

nấu chảy dung dịch khô trực tiếp trong bồn tinh chế.

Theo phương án được ưu tiên, dòng điện là dòng điện một chiều được áp dụng sử dụng bộ chỉnh lưu DC.

Theo phương án được ưu tiên, áp dụng dòng điện bao gồm đo lượng tạp chất có trong dung dịch trước khi chấp nhận tổng điện tích đi qua cụm tinh chế bao gồm bồn tinh chế này và ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ nêu

trên. Tốt hơn là, tổng điện tích nằm trong khoảng từ 0,1 đến khoảng 10 Ampe-giờ (Ah) trong mỗi kilogam dung dịch điện phân để tinh chế, tốt hơn nữa là khoảng từ 0,3 đến khoảng 4,0 Ampe-giờ (Ah) trong mỗi kilogam dung dịch điện phân để tinh chế.

Theo phương án được ưu tiên, mật độ dòng của catot nằm trong khoảng từ 0,004 đến khoảng 0,4 A/cm², tốt hơn là khoảng từ 0,1 đến khoảng 0,3 A/cm².

Theo phương án được ưu tiên, điện áp đi qua cụm tinh chế bao gồm dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ và bồn tinh chế nằm trong khoảng từ 0,5 V đến khoảng 2,5 V.

Theo phương án được ưu tiên, khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 1 đến khoảng 150 giờ, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 24 đến khoảng 96 giờ.

Theo phương án được ưu tiên, phương pháp còn bao gồm tăng mật độ dòng để tăng điện tích riêng (Ah/kg dung dịch), giảm khoảng thời gian tinh chế, hoặc kết hợp của chúng.

Theo phương án được ưu tiên, phương pháp còn bao gồm loại bỏ catot khỏi bồn tinh chế và loại bỏ tạp chất rắn được tích tụ trên catot.

Theo phương án được ưu tiên, kim loại để sản xuất bằng bình điện phân là nhôm, dung dịch sau đó bao gồm cryolit và chất phụ gia, tạp chất cần loại bỏ bao gồm lưu huỳnh, phospho, sắt, niken, crom, đồng, gali hoặc hỗn hợp của chúng. Tốt hơn là, chất phụ gia bao gồm natri florua, nhôm florua, canxi florua, và/hoặc nhôm oxit.

Cũng được mô tả là cụm tinh chế để tinh chế dung dịch điện phân được đặt trong bồn tinh chế được đặt phía trước bình điện phân, dung dịch được tinh chế một lần được sử dụng trong bình điện phân này để sản xuất kim loại. Cụm tinh chế bao gồm anot và catot xen kẽ trong dây liên khối, dây liên khối được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn tinh chế; và cụm tinh chế được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn được đặt bên ngoài bồn tinh chế để cung cấp dòng điện cho anot và catot.

Cũng được mô tả là phương pháp tinh chế dung dịch điện phân của bình điện phân, phương pháp bao gồm các bước:

- a) nạp dung dịch điện phân vào bồn tinh chế;

b) đặt anot và catot của cụm tinh chế như được bộc lộ ở đây vào bồn cho đến khi anot và catot được nhúng, ít nhất là một phần, vào dung dịch điện phân; và

c) áp dụng dòng điện giữa anot và catot trong khoảng thời gian đã nêu để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch.

Sáng chế đặc biệt được làm thích ứng để tinh chế dung dịch điện phân của bình điện phân sử dụng anot trơ hoặc giải phóng oxy đòi hỏi dung dịch có độ tinh khiết cao hơn. Tinh chế dung dịch điện phân bằng cách nhúng chìm và cho dòng điện DC đi qua anot graphit hoặc cacbon đến catot thép hoặc kim loại trong một khoảng thời gian, được tìm thấy thích hợp để kết tủa như kim loại rắn và hợp chất, các tạp chất khác nhau, như Fe, Ni, Cr, Cu, S và P trên catot, cũng như giải phóng tạp chất bổ sung, như khí lưu huỳnh dioxit từ anot.

Các khía cạnh và ưu điểm khác và các khía cạnh và ưu điểm khác nữa của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn khi đọc các phương án minh họa được mô tả hoặc sẽ được biểu thị trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và các ưu điểm khác nhau không được đề cập đến trong bản mô tả này sẽ xuất hiện đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật khi sử dụng sáng chế trong thực tế.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Khía cạnh, dấu hiệu và ưu điểm trên và các khía cạnh, dấu hiệu và ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả sau, có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo trong đó:

Fig. 1 là hình vẽ dạng sơ đồ của cụm tinh chế theo phương án được ưu tiên;

Fig. 2 là hình vẽ dạng sơ đồ của cụm tinh chế được đặt phía trước bình điện phân theo phương án được ưu tiên;

Fig. 3 là hình vẽ ba chiều của anot theo phương án được ưu tiên;

Fig. 4 là hình vẽ ba chiều của catot theo phương án được ưu tiên;

Fig. 5 là hình vẽ ba chiều của điện cực của cụm tinh chế theo phương án được ưu tiên;

Fig. 6A là hình vẽ phối cảnh nhìn từ trên xuống của cụm tinh chế theo phương án được ưu tiên khác;

Fig. 6B là hình vẽ phối cảnh nhìn từ dưới lên của điện cực của cụm tinh chế được minh họa trên Fig. 6A;

Fig. 6C là hình vẽ phối cảnh nhìn từ trên xuống điện cực và ray bảo vệ được minh họa trên Fig. 6A và Fig. 6B;

Fig. 6D là hình vẽ phối cảnh nhìn từ dưới lên điện cực và ray bảo vệ được minh họa trên Fig. 6C;

Fig. 7A là hình vẽ phối cảnh điện cực và ray bảo vệ của cụm tinh chế theo phương án được ưu tiên khác;

Fig. 7B là hình chiếu bằng từ phía trước của điện cực và ray bảo vệ của cụm tinh chế được minh họa trên Fig. 7A;

Fig. 7C là hình vẽ phóng to của ray bảo vệ được minh họa trên Fig. 7A và Fig. 7B;

Fig. 7D là hình vẽ phóng to của điện cực 7 được minh họa trên Fig. 7A và Fig. 7B;

Fig. 8 là lưu đồ minh họa phương pháp loại bỏ tạp chất khỏi cụm chất điện phân theo phương án được ưu tiên khác;

Fig. 9 là hình vẽ phối cảnh nhìn từ trên xuống của hai dòng điện cực theo phương án được ưu tiên khác; và

Fig. 10 là hình chiếu mặt cắt ngang của cụm tinh chế với hai dòng điện cực được minh họa trên Fig. 9 được đặt vào bồn tinh chế theo phương án được ưu tiên khác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cụm tinh chế mới và phương pháp sẽ được mô tả dưới đây. Mặc dù sáng chế được mô tả theo phương án minh họa cụ thể, cần được hiểu là phương án được mô tả trong bản mô tả này chỉ làm ví dụ và phạm vi của sáng chế không dự định bị giới hạn bởi đó.

Thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này theo định nghĩa được nêu dưới đây.

Như được sử dụng trong bản mô tả này % hoặc wt.% có nghĩa là % khối lượng trừ khi đã nêu khác. Khi được sử dụng trong bản mô tả này % đề cập đến % khối lượng khi so với tổng phần trăm khối lượng của pha hoặc chế phẩm mà đang được thảo luận.

Theo "khoảng", có nghĩa là giá trị của khoảng cách (cm), % khối lượng (wt.%), ampe (A), điện áp (V), thời gian (giây, giờ, hoặc ngày), điện trở, thể tích hoặc nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) có thể thay đổi trong khoảng nhất định tùy thuộc vào giới hạn sai số của phương pháp hoặc thiết bị được sử dụng để đánh giá khoảng cách, khối lượng %, thời gian, điện trở, thể tích hoặc nhiệt độ. Giới hạn sai số là 10% thường được chấp nhận.

Phần mô tả sau, và phương án được mô tả ở đây được cung cấp bằng cách minh họa ví dụ phương án cụ thể nguyên lý và khía cạnh của sáng chế. Các ví dụ này được cung cấp nhằm mục đích giải thích và không giới hạn, các nguyên lý đó của sáng chế. Trong phần mô tả sau, các phần và/hoặc các bước giống nhau được đánh dấu qua bản mô tả và hình vẽ với cùng số chỉ dẫn tương ứng.

Như đã được đề cập ở trên, sáng chế như được bộc lộ ở đây hướng đến thiết bị, còn được gọi là cụm tinh chế, để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân hoặc chất điện phân của bình điện phân. Bình điện phân tốt hơn là được sử dụng để sản xuất kim loại, như nhôm. Khi nhôm là kim loại để sản xuất, chất điện phân sau đó bao gồm cryolit và tạp chất để loại bỏ bao gồm lưu huỳnh, phospho, sắt, gali hoặc hỗn hợp của chúng

Fig. 1 và Fig. 2 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống tinh chế theo nguyên lý của sáng chế.

Cụm tinh chế 100 cho phép tinh chế hoặc loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân 102 được đặt trong bồn tinh chế 104 được đặt phía trước bình điện phân 200 (Fig. 2). Lối nạp 101 có thể được cung cấp để đưa chất điện phân vào bồn 104. Dung dịch 102 được tinh chế một lần được truyền đến bình điện phân 200 để sản xuất kim loại. Dung dịch 102 được tinh chế một lần có thể được truyền 109 đến bình 200 qua ống si phong vào nồi nấu trước khi rót nó vào bình. Cách khác để chuyển chất điện phân được tinh chế một lần từ cụm tinh chế đến bình điện phân có thể được xem xét.

Như được thể hiện trên Fig. 1 và Fig. 2, dung dịch tạo giao diện dung dịch-hơi nước 103. Như đã được đề cập ở trên, khi kim loại để sản xuất là nhôm, dung dịch điện phân thường bao gồm cryolit và chất phụ gia. Tốt hơn là, chất phụ gia bao gồm natri florua, nhôm florua, canxi florua, và/hoặc nhôm oxit.

Cụm tinh chế 100 có thể bao gồm một hoặc nhiều dòng anot 112 và catot 114 định hướng thẳng đứng xen kẽ, tốt hơn là tạo dãy liên khối của một dòng (xem ví dụ Fig. 6 và Fig. 7), hai dòng (xem ví dụ Fig. 5), hoặc nhiều dòng anot và catot thay thế.

Điện cực được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt hoặc được nhúng vào bồn tinh chế 104. Cụm tinh chế 100 sau đó có thể được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn 120, tốt hơn là được đặt bên ngoài bồn tinh chế 104 và được nối theo cách vận hành được anot và catot để cung cấp dòng điện cho anot và catot.

Cụm tinh chế như được bộc lộ ở đây bao gồm anot và catot, tốt hơn là trong dây liên khối. Thân anot của anot có thể bao gồm cacbon, tốt hơn là graphit. Catot thường là tấm catot từ thép hoặc thép không gỉ. Tất cả các anot được nối điện với nhau trong bố trí song song. Tương tự, catot tốt hơn là được nối với nhau trong bố trí song song. Cụm tinh chế như được bộc lộ ở đây được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn, tốt hơn là bao gồm bộ chỉnh lưu DC cung cấp dòng điện một chiều.

Như được minh họa trên Fig. 1, Fig. 5-Fig. 7, mỗi anot 112 của một dòng 113 có thể được nối với ray nối anot hoặc ray bảo vệ 116 trong đó mỗi catot 114 của cùng dòng được nối với ray nối catot hoặc ray bảo vệ 118. Ray nối anot và catot 116, 118 được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn 120, tốt hơn là bộ chỉnh lưu DC, để tạo dòng điện một chiều mà sẽ đi qua anot 112 và catot 114 chìm trong bồn tinh chế 110. Tốt hơn là, catot được chìm hoàn toàn vào dung dịch để tránh hoặc hạn chế gỉ của chúng.

Theo phương án được ưu tiên, là cụm được thể hiện trên Fig. 5 và Fig. 9, cụm tinh chế 100 bao gồm hai dòng 113, 115 của nhiều anot 112 và catot 114 xen kẽ song song trong dây liên khối.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, “dây liên khối” đề cập đến khoảng cách anot đến catot (ACD) lên đến khoảng 5 cm, tốt hơn là trong khoảng từ 1 cm đến 3 cm, và tốt hơn nữa là khoảng 2,5 cm. Khoảng cách anot-catot trên danh nghĩa là khoảng 2,5 cm, nhưng có thể được thay đổi.

Theo phương án được ưu tiên, ray nối anot 116 được tạo kết cấu để đỡ và nối điện các anot 112 với nhau trong bố trí song song. Ray nối anot và catot tốt hơn là được tạo kết cấu để được di chuyển độc lập ở vị trí mong muốn tương ứng với dung dịch điện phân trong bồn tinh chế. Như được minh họa trên Fig. 9, mỗi thân anot 121 và tấm catot 141 có đầu trên cùng 121a, 141a được nối với thân tương ứng của chúng 122, 142. Vị trí tận cùng trên đầu của catot 121a được đưa vào dưới vị trí tận cùng trên đầu của anot 141a khi dòng điện cực được nhúng vào dung dịch điện phân để có tấm catot được nhúng hoàn toàn vào dung dịch hoặc dưới giao diện dung dịch-hơi nước. Điều này thuận lợi là

bảo vệ tấm catot, tốt hơn là được sản xuất từ thép như được mô tả chi tiết ở dưới, không bị gỉ do hơi nước trên giao diện.

Theo phương án được ưu tiên được minh họa trên Fig. 3, mỗi anot 112 bao gồm thân anot 121 và thân theo chiều dọc 122 để nối điện mỗi thân anot với ray nối anot 116. Thân theo chiều dọc 122 có thể được sản xuất từ vật liệu dẫn điện thích hợp bất kỳ, và có thể được tạo ren để nối điện và an toàn thân theo chiều dọc 122 với ray nối 116 sử dụng, ví dụ, móc cài bằng thép không gỉ. Thân anot 121 có thể bao gồm cacbon hoặc graphit.

Như được minh họa ví dụ trên Fig. 6C và Fig. 7C, ray nối anot 116 có thể bao gồm nhiều lỗ 117, được tạo kết cấu để nhận và giữ thân anot. Tốt hơn là, lỗ 117 được đặt dọc theo ray 116 khoảng từ 2 cm đến 10 cm với lỗ khác để duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD), ví dụ từ khoảng 1 cm đến 5 cm khi ray nối anot 116 và ray nối catot 118 “bị kẹp” với nhau trong cụm tinh chế. Như được minh họa trên Fig. 7C, ray có thể là mỗi một bộ phận yên tĩnh có bộ nối dài phía bên 116b, 118b cho phép lỗ 117, 119 của ray 116, 118 trộn lẫn theo cách mà tất cả các lỗ của cả hai ray được căn thẳng để tạo ra dòng điện cực 113. Phương án khác của ray được minh họa ví dụ trên Fig. 6C, trong đó mỗi ray bao gồm bộ phận theo chiều dọc chính 116a với bộ nối dài 116b được cố định khớp vào đó, lỗ 117 được đặt ở cuối bộ nối dài 116b.

Khoảng cách tâm giữa hai lỗ anot có thể là hai lần ACD cộng với độ dày của một thân anot 121 và một tấm catot 141. Nó có thể giống với ray catot như được thảo luận sau đây. Khoảng cách giữa bề mặt hoặc bề ngoài của hai anot thường là hai lần ACD cộng với độ dày của tấm catot 141 được đặt giữa hai thân anot 121.

Anot 112 có thể còn bao gồm bạc lót 123 để bọc và bảo vệ thân theo chiều dọc 122 khỏi dung dịch điện phân và hơi nước, tốt hơn là liền kề tấm anot. Bạc lót tốt hơn là hình trụ và có thể được gắn chặt theo cách tháo được lên cấu trúc đỡ, hoặc tấm phân tách, sử dụng móc cài hoặc tương tự. Bạc lót tốt hơn là được sản xuất từ oxit kim loại của kim loại cần được sản xuất. Ví dụ, anot để sản xuất nhôm sẽ bao gồm bạc lót được sản xuất từ oxit kim loại mà bao gồm nhôm oxit, hoặc alumin, hoặc là vật liệu chứa silic, như silic cacbua. Tùy chọn khác sẽ là sử dụng đồng cho bạc lót.

Theo phương án được ưu tiên, anot là anot hy sinh, tốt hơn là bao gồm cacbon hoặc graphit. Anot có thể được nối với thân 122 sử dụng, ví dụ, nối bằng ren 124 như

nhìn thấy được ví dụ ở Fig. 6D trong đó một anot được minh họa trong suốt để thể hiện nổi trong thân anot.

Theo phương án được ưu tiên, cụm tinh chế cũng bao gồm ray nối catot 118 được tạo kết cấu tương tự như ray nối anot 116, để đỡ và nối điện catot với nhau trong bố trí song song theo dòng 113.

Theo phương án được ưu tiên được minh họa trên Fig. 4, mỗi catot 114 tốt hơn là bao gồm tấm catot 141 và thân theo chiều dọc 142 để nối điện mỗi tấm catot với ray nối catot 118. Thân theo chiều dọc 142 có thể được sản xuất từ vật liệu dẫn điện thích hợp bất kỳ, tốt hơn là thép, và có thể được tạo ren để nối điện và an toàn thân theo chiều dọc với ray nối sử dụng, ví dụ, móc cài bằng thép không gỉ. Ray nối catot 118 bao gồm nhiều lỗ 119, mỗi lỗ khoảng từ 2 cm đến 10 cm với lỗ khác để duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) nằm trong khoảng từ 1 cm đến 5 cm khi ray nối anot 116 và ray nối catot 118 “bị kẹp” với nhau trong cụm tinh chế. Như đối với ray anot, khoảng cách tâm giữa hai lỗ catot của ray catot có thể là hai lần ACD cộng với độ dày của một thân anot 121 và một tấm catot 141. Khoảng cách giữa hai bề mặt tấm catot có thể là hai lần ACD cộng với độ dày của một anot.

Catot 114 có thể còn bao gồm bạc lót 143 để bọc và bảo vệ thân theo chiều dọc 142 khỏi dung dịch điện phân trong vùng thân theo chiều dọc liền kề tấm catot. Bạc lót 143 tốt hơn là hình trụ và có thể được gắn chặt theo cách tháo được lên cấu trúc đỡ, hoặc tấm phân tách, sử dụng móc cài hoặc tương tự. Bạc lót tốt hơn là được sản xuất từ oxit kim loại của kim loại cần được sản xuất trong ứng dụng tiếp theo. Ví dụ, catot để sản xuất nhôm sẽ bao gồm bạc lót được sản xuất từ oxit kim loại mà bao gồm nhôm oxit, hoặc alumin. Bán kim loại quý, như đồng, và vật liệu chứa silic, như silic cacbua, cũng đã được tìm thấy hoạt động tốt làm vật liệu bạc lót.

Theo phương án được ưu tiên, tấm catot 141 bao gồm thép, tốt hơn là thép không gỉ. Khi tấm 141 và thân 142 được sản xuất từ cùng kim loại hoặc hợp kim, như thép, hai bộ phận này có thể được nối với nhau sử dụng mối hàn liên tục 144, như nhìn thấy được ở Fig. 4. Vật liệu khác cho catot có thể được sử dụng miễn là vật liệu này dẫn điện và chống gỉ khi tiếp xúc với dung dịch điện phân và khí. Ví dụ không giới hạn là thép, niken, đồng, hoặc cacbon.

Theo phương án khác được thể hiện trên Fig. 5, điện cực của cụm tinh chế 100

có thể được lắp trên cấu trúc đỡ 150 để siết chặt điện cực 112, 114 ở vị trí mong muốn tương ứng với bồn tinh chế 104. Cấu trúc đỡ có thể bao gồm cầu 152, như cầu được minh họa trên Fig. 6A, Fig. 6B hoặc Fig. 7A, Fig. 7B, để di chuyển và đỡ điện cực trên bồn 104. Dây điện cực 112, 114 có thể được lắp trên cấu trúc đỡ sử dụng móc cài và thân theo chiều dọc được tạo ren. Anot và catot do đó được gắn chặt vào cả hai ray bảo vệ 116, 118 và cấu trúc đỡ 150. Ray bảo vệ 116, 118 cũng có thể được gắn chặt lên cấu trúc đỡ 150 để gia cường và làm ổn định vị trí của điện cực 112, 114.

Theo phương án khác, cụm tinh chế được tạo kết cấu cho khoảng cách anot-catot thay đổi (ACD). Như được minh họa trên Fig. 6D, bộ phận đỡ 150 có thể bao gồm khía thuôn dài 154 để cho phép chuyển động bên của thân. Điện cực trung tâm 114c, tốt hơn là catot, có thể được cố định làm điểm tham chiếu, trong khi đó catot và anot khác có thể chuyển động được theo phương nằm ngang để điều chỉnh ACD.

Như được minh họa trên Fig. 2 và Fig. 10, cấu trúc đỡ 150 của cụm tinh chế 100 cũng có thể được tạo kết cấu về kích cỡ để khép kín lỗ trên cùng 105 của bồn 104 của cụm tinh chế 100. Cấu trúc đỡ 150 cũng có thể tạo ra sự cách nhiệt, chống gỉ và ngăn cản khí thoát ra khỏi bồn. Như được minh họa trên Fig. 2, bồn 104 có thể có lối xả khí 107 để thu khí anot an toàn.

Như được minh họa trên Fig. 9, cấu trúc đỡ 150 của cụm tinh chế cũng có thể bao gồm vài bộ phận phụ kiện 156 để gắn cấu trúc đỡ và điện cực và di chuyển chúng vào và ra bồn 104.

Phương pháp loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân hoặc chất điện phân của bình điện phân cũng được mô tả.

Đầu tiên đề cập đến Fig. 2, dung dịch chất điện phân không được tinh chế thô 102 được truyền vào bồn tinh chế 104, ví dụ qua lối nạp 101. Điện cực 112, 114 được nhúng trong dung dịch thô 102. Tốt hơn là, tấm catot của catot 114 của cụm tinh chế 100 được chìm hoàn toàn trong dung dịch 102, hạn chế gỉ như vậy của đầu trên cùng của tấm catot mà ở trên giao diện dung dịch-hơi nước 103 trong quá trình tinh chế. Bộ cấp nguồn 120, như bộ chỉnh lưu dòng điện một chiều (DC), sau đó được kích hoạt để cấp dòng điện một chiều cho anot và catot chìm trong dung dịch thô. Dòng điện sau đó được áp dụng trong một khoảng thời gian cho đến khi tạp chất kết tủa lên bề mặt catot hoặc được giải phóng bằng khí anot (ví dụ lưu huỳnh dioxit, hydro sulfua, cacbonyl

sulfua, v.v). Dung dịch được tinh chế 102 sau đó có thể được truyền 109 vào bình điện phân 200 cho ứng dụng tiếp theo, ví dụ, sản xuất nhôm.

Theo phương án được ưu tiên, như phương pháp được minh họa trên Fig. 8, phương pháp 1000 để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân trước khi sử dụng dung dịch trong bình điện phân để sản xuất kim loại bao gồm các bước:

phun 1010 ít nhất một phần dung dịch điện phân để tinh chế vào bồn tinh chế được đặt phía trước bình điện phân;

định vị 1020 vào bồn tinh chế ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn để cung cấp dòng điện cho anot và catot, ít nhất một dòng các catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn tinh chế và tạo ra và duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) giữa mỗi catot hoặc anot định hướng thẳng đứng; và

áp dụng dòng điện 1030 giữa anot và catot trong một khoảng thời gian để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân.

Theo phương án được ưu tiên, khi dung dịch điện phân để tinh chế là dung dịch điện phân khô (ví dụ cryolit rắn), phương pháp 1000 có thể còn bao gồm bước:

nấu chảy dung dịch khô 1040 trước khi phun ít nhất là một phần dung dịch điện phân vào bồn tinh chế; hoặc

nấu chảy dung dịch khô 1050 trực tiếp trong bồn tinh chế.

Theo phương án được ưu tiên, phương pháp bao gồm, trước bước nạp dung dịch khô, bước gắn cụm tinh chế lên cấu trúc đỡ đầu tiên để siết chặt cụm ở vị trí mong muốn.

Tạp chất cần được loại bỏ có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, lưu huỳnh, phospho, sắt, niken, crom, đồng, và/hoặc gali. Tạp chất được tích tụ trên bề mặt của catot được loại bỏ định kỳ khỏi đó, ví dụ bằng cách cào. Tạp chất khí được thu hồi an toàn từ bồn qua lối xả khí 107.

Theo phương án được ưu tiên, lượng dòng điện được áp dụng sẽ phụ thuộc vào vài thông số như số điện cực của cụm tinh chế, thường được chọn theo chức năng về kích cỡ của bồn tinh chế và lượng chất điện phân để tinh chế. Ví dụ, dòng điện một

chiều không đổi được áp dụng với tổng điện tích tốt hơn là khoảng từ 0,1 đến 10, tốt hơn là từ khoảng 0,3 đến 4,0, Ampe-giờ trong mỗi kilogam dung dịch để tinh chế. Tốt hơn là, mật độ dòng nằm trong khoảng từ 0,004 đến khoảng 0,3 A/cm², tốt hơn là từ 0,1 đến khoảng 0,3 A/cm², và điện áp đi qua cụm tinh chế có thể nằm trong khoảng từ 0,5 V đến khoảng 2,5 V.

Theo phương án được ưu tiên, khoảng thời gian để loại bỏ tạp chất có thể là từ 1 giờ đến khoảng 150 giờ, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 24 đến khoảng 96 giờ.

Theo phương án được ưu tiên, áp dụng dòng điện có thể bao gồm đo lượng tạp chất có trong dung dịch trước khi chấp nhận tổng điện tích của dòng điện đi giữa catot và anot.

Theo phương án được ưu tiên, phương pháp **1000** bao gồm loại bỏ catot sau khi tinh chế **1060** để làm sạch và loại bỏ tạp chất rắn khỏi đó.

Theo phương án được ưu tiên, phương pháp còn bao gồm bổ sung dung dịch được tinh chế vào bình điện phân trước khi bắt đầu điện phân.

Bằng cách sử dụng nhiều điện cực trong một hoặc nhiều dòng, sáng chế đề xuất phương pháp đạt được ampe mong muốn và diện tích bề mặt điện cực theo mặt cắt ngang nhỏ hơn nhiều. Điều này làm cho có thể lắp đặt điện cực của cụm tinh chế qua nắp cách nhiệt của lò nấu chảy dung dịch kích cỡ công nghiệp trong công hoạt động có kích thước hợp lý.

Bản chất liên khối của cụm tinh chế làm cho sáng chế khả thi để mở rộng quy mô, và làm cho các điện cực dễ nối điện và khả năng lắp đặt qua công hoạt động trong nắp cách nhiệt.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Bộ phận tinh chế thử nghiệm được mô tả dưới đây sản xuất số đo cơ bản cho thiết kế cơ bản đối với thiết bị thí nghiệm. Số đo dẫn hướng được sử dụng là ampe giờ/kilogam dung dịch. Bộ phận thử nghiệm bao gồm một catot dạng tấm phẳng, bằng thép và một anot bằng graphit hình trụ. Vì chỉ có một anot và một catot, cường độ dòng điện catot và anot được tính toán chỉ dựa trên diện tích đối diện với điện cực đối diện (tức là 50% tổng diện tích bề mặt chìm).

Bảng 1: Thông số bộ phận tinh chế thử nghiệm

Tổng khối lượng dung dịch	658 kg	Diện tích chìm của catot	365 cm ²
Điện áp	1,6 V	Diện tích hoạt động là khoảng 50% của diện tích chìm	182 cm ²
	Tối thiểu	Trung bình	Tối đa
Dòng điện	5 A	7 A	10 A
Ngày hoạt động	2	3	4
Tổng điện tích (Amp.giờ/kg _{dung dịch})	0,36 Ah.kg ⁻¹	0,77 Ah.kg ⁻¹	1,46 Ah.kg ⁻¹
Mật độ dòng cho catot	0,027 A.cm ⁻²	0,038 A.cm ⁻²	0,055 A.cm ⁻²

Ví dụ 2

Biến đổi thiết kế vật lý của bộ phận thử nghiệm thành thiết kế công nghiệp yêu cầu thiết kế liên khối chiếm ít diện tích hơn. Thiết kế mới bao gồm dãy tám liên khối (ngược với tròn) điện cực, để đạt được diện tích bề mặt yêu cầu.

Bảng 2: Thông số được tính toán của bộ phận công nghiệp

Tổng khối lượng dung dịch	16 400 kg		
Tổng Ah (Amp.giờ)	12 567 Ah		
	Tối thiểu	Trung bình	Tối đa
Dòng điện yêu cầu <i>[Liên quan đến ngày và dòng điện]</i>	131 A	174 A	262 A
Ngày hoạt động	2	3	4
Tổng điện tích (Amp.giờ/kg _{dung dịch})	0,38 Ah.kg ⁻¹	0,77 Ah.kg ⁻¹	1,53 Ah.kg ⁻¹
Mật độ dòng	0,0046 A.cm ⁻²	0,0062 A.cm ⁻²	0,0092 A.cm ⁻²

Để thử nghiệm thiết kế công nghiệp, bể tinh chế mẫu được tạo kết cấu, bao gồm dây 4 anot và 3 catot, mỗi điện cực là hình chữ nhật với hình dáng cao 19 cm và rộng 6,35 cm, có ACD 2,54 cm. Anot bao gồm graphit nhỏ hạt, dày 40 mm và catot bao gồm thép cacbon, dày 10 mm. Cụm tinh chế được ngâm trong dung dịch nóng chảy chứa tạp chất đến mức khoảng 2,5 cm dưới điện cực đến thanh nối. Dung dịch nóng chảy tốt hơn là muối nóng chảy gồm natri florua, nhôm florua và canxi florua và thường là muối này được sử dụng trong bình điện phân. Bộ chỉnh lưu DC được sử dụng để cấp điện cho cụm tinh chế được thiết lập cho dòng điện không đổi 7 A và chạy trong 72 giờ. Điện áp bộ chỉnh lưu bắt đầu khởi động ở 1,15 V và được giảm xuống khoảng 0,7 V sau 12 giờ. Mẫu dung dịch được lấy ở khoảng cách 12 giờ và được phân tích đối với tạp chất. Kết quả được nêu dưới đây ở bảng 3 theo đơn vị phần triệu (ppm).

Bảng 3: Cô đặc tạp chất trong dung dịch ở khoảng cách 12 giờ trong 72 giờ tinh chế

Thời gian (giờ)	Tạp chất (ppm)						
	P	S	Ca	Mn	Fe	Cu	Ga
0	35,0	3,44	282	2,9	99	6,2	24
12	38,7	2,54	233	3,4	154	7,8	16
24	28,2	5,07	274	4,0	89	13,9	16
36	18,4	3,86	240	4,5	94	4,9	18
48	24,3	1,58	222	4,6	75	10,7	12
60	11,5	<1	265	5,6	62	6,1	15
72	6,4	<9	220	5,5	39	7,0	14

Sắt, lưu huỳnh, phospho và gali được khử đáng kể trong dung dịch được tinh chế. Phần lớn phospho được loại bỏ khỏi dung dịch chưa được tinh chế được tích tụ trên chỗ rộp của catot. Chỗ rộp của catot đề cập đến sự tích lũy kết tủa lên bề mặt catot trong quá trình hoạt động. Fe và Ga cũng được tìm thấy trên chỗ rộp của catot. Tuy nhiên, phần lớn lưu huỳnh được giải phóng là lưu huỳnh dioxit ở anot vì lưu huỳnh không được loại bỏ khỏi dung dịch chưa được tinh chế được tìm thấy trên bề mặt catot. Canxi (Ca) không

được điện phân ở điện áp được áp dụng trong khi đó Mn và Cu không bị thay đổi đáng kể. Tổng hợp lại, thử nghiệm này thể hiện tính khả thi của việc loại bỏ nhiều tạp chất khỏi dung dịch chưa được tinh chế sử dụng cụm tinh chế như được bộc lộ ở đây.

Trong khi phương án được ưu tiên minh họa và thể hiện theo sáng chế được mô tả chi tiết trên đây, cần phải hiểu rằng các khái niệm có tính sáng tạo có thể được thực hiện khác nhau và được sử dụng và yêu cầu bảo hộ kèm theo dự định được hiểu là bao gồm các dạng thay đổi này miễn là bị giới hạn bởi tình trạng kỹ thuật.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cụm tinh chế để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân trước khi sử dụng dung dịch này trong bình điện phân để sản xuất kim loại, cụm tinh chế này bao gồm:

bồn tinh chế được đặt phía trước bình điện phân và được tạo kết cấu để chứa ít nhất một phần dung dịch điện phân; và

ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn để cung cấp dòng điện cho anot và catot,

trong đó ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn tinh chế; và

trong đó cụm tinh chế được tạo kết cấu để cung cấp và duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) giữa mỗi catot hoặc anot định hướng thẳng đứng này.

2. Cụm tinh chế theo điểm 1, bao gồm ít nhất là hai dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ song song, mỗi anot hoặc catot của một dòng liền kề tương ứng với anot hoặc catot khác của các dòng song song liền kề, tạo ra dãy cột xen kẽ của catot và anot định hướng thẳng đứng.

3. Cụm tinh chế theo điểm 1 hoặc 2, còn bao gồm:

ít nhất một ray nối anot được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn, mỗi ray nối anot được tạo kết cấu để đỡ một dòng anot định hướng thẳng đứng và nối điện anot với nhau trong bố trí song song; và

ít nhất một ray nối catot được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn, mỗi ray nối catot được tạo kết cấu để đỡ một dòng catot định hướng thẳng đứng và nối điện catot với nhau trong bố trí song song.

4. Cụm tinh chế theo điểm 3, trong đó ít nhất một ray nối anot và catot được tạo kết cấu để được di chuyển độc lập ở vị trí mong muốn tương ứng với dung dịch điện phân trong bồn tinh chế.

5. Cụm tinh chế theo điểm 4, trong đó ít nhất một ray nối catot được tạo kết cấu để hoàn toàn nhúng catot dưới giao diện dung dịch-hơi nước của dung dịch điện phân.

6. Cụm tinh chế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 3 đến 5, trong đó mỗi anot hoặc

catot bao gồm thân theo chiều dọc có một đầu được nối với thân anot hoặc tấm catot, và đầu đối diện được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với ray nối anot hoặc catot tương ứng.

7. Cụm tinh chế theo điểm 6, trong đó mỗi thân anot và tấm catot có đầu trên được nối với thân tương ứng của chúng, vị trí tận cùng trên đầu của catot được đặt dưới vị trí tận cùng trên đầu của anot khi dòng điện cực được nhúng vào dung dịch điện phân để có tấm catot hoàn toàn được nhúng vào dung dịch.

8. Cụm tinh chế theo điểm 6 hoặc điểm 7, trong đó thân anot bao gồm cacbon hoặc graphit, tấm catot bao gồm thép hoặc thép không gỉ, và thân theo chiều dọc bao gồm thép hoặc thép không gỉ.

9. Cụm tinh chế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó mỗi anot và catot còn bao gồm bạc lót bảo vệ quanh thân theo chiều dọc để bảo vệ thân theo chiều dọc không bị gỉ.

10. Cụm tinh chế theo điểm 9, trong đó bạc lót theo chiều dọc bao gồm:

oxit kim loại của kim loại cần được sản xuất, oxit kim loại là nhôm oxit khi kim loại cần được sản xuất là nhôm;

bán kim loại quý, như đồng; hoặc

silic cacbua (SiC).

11. Cụm tinh chế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 3 đến 10, còn bao gồm cấu trúc đỡ để siết chặt ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ ở vị trí tương ứng với bồn tinh chế.

12. Cụm tinh chế theo điểm 11, trong đó ray nối được gắn chặt vào cấu trúc đỡ để gia cường và làm ổn định vị trí của anot và catot.

13. Cụm tinh chế theo điểm 11 hoặc điểm 12, trong đó cấu trúc đỡ được tạo kết cấu về kích cỡ để khép kín lỗ trên đỉnh của bồn tinh chế và bịt kín bồn.

14. Cụm tinh chế theo điểm 13, trong đó cấu trúc đỡ được tạo kết cấu để cung cấp sự cách nhiệt, chống gỉ và ngăn cản khí thoát ra khỏi bồn tinh chế khi lỗ trên cùng được khép kín, bồn tinh chế sau đó có lối xả khí để thu khí anot an toàn.

15. Cụm tinh chế theo điểm 13, trong đó bồn tinh chế thuộc lò nấu chảy, lò nấu chảy

được sử dụng để nấu chảy dung dịch khô của dung dịch điện phân này.

16. Cụm tinh chế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15, trong đó ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ tạo ra dãy liên khối với khoảng ACD từ khoảng 1 cm đến khoảng 5 cm.

17. Cụm tinh chế theo điểm 14, trong đó ACD là khoảng 2,5 cm.

18. Cụm tinh chế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 17, trong đó bộ cấp nguồn bao gồm bộ chỉnh lưu DC.

19. Cụm tinh chế theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 18, trong đó kim loại để sản xuất bởi bình điện phân là nhôm, dung dịch điện phân sau đó bao gồm cryolit và tạp chất để loại bỏ bao gồm lưu huỳnh, phospho, sắt, niken, crom, đồng, gali hoặc hỗn hợp của chúng.

20. Phương pháp loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân trước khi sử dụng dung dịch này trong bình điện phân để sản xuất kim loại, phương pháp này bao gồm các bước:

- phun ít nhất là một phần dung dịch điện phân để tinh chế vào bồn tinh chế được đặt phía trước bình điện phân;

- đưa vào bồn tinh chế ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu để được nối theo cách vận hành được với bộ cấp nguồn để cung cấp dòng điện cho anot và catot, ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ được tạo kết cấu về kích cỡ để được đặt vào bồn tinh chế và tạo ra và duy trì khoảng cách anot đến catot (ACD) giữa mỗi catot hoặc anot định hướng thẳng đứng; và

- áp dụng dòng điện giữa anot và catot trong một khoảng thời gian để loại bỏ tạp chất khỏi dung dịch điện phân.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó mỗi catot bao gồm tám catot, catot này được đưa vào dung dịch điện phân để được chìm hoàn toàn trong dung dịch điện phân.

22. Phương pháp theo điểm 20 hoặc điểm 21, trong đó khi dung dịch điện phân để tinh chế là dung dịch điện phân khô, phương pháp còn bao gồm bước:

- nấu chảy dung dịch khô trước khi phun ít nhất là một phần dung dịch điện phân vào bồn tinh chế; hoặc

- nấu chảy dung dịch khô trực tiếp trong bồn tinh chế.

23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 22, trong đó dòng điện là dòng điện một chiều được áp dụng sử dụng bộ chỉnh lưu DC.
24. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 22, trong đó áp dụng dòng điện bao gồm đo lượng tạp chất có trong dung dịch trước khi chấp nhận tổng điện tích đi qua cụm tinh chế bao gồm bồn tinh chế này và ít nhất một dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ nêu trên.
25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó tổng điện tích nằm trong khoảng từ 0,1 đến khoảng 10 Ampe-giờ (Ah) trong mỗi kilogram dung dịch điện phân để tinh chế.
26. Phương pháp theo điểm 25, trong đó tổng điện tích nằm trong khoảng từ 0,3 đến khoảng 4,0 Ampe-giờ (Ah) trong mỗi kilogram dung dịch điện phân để tinh chế.
27. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 26, trong đó mật độ dòng của catot nằm trong khoảng từ 0,004 đến khoảng 0,4 A/cm².
28. Phương pháp theo điểm 27, trong đó mật độ dòng của catot nằm trong khoảng từ 0,1 đến khoảng 0,3 A/cm².
29. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 25, trong đó điện áp đi qua cụm tinh chế bao gồm dòng catot và anot định hướng thẳng đứng xen kẽ và bồn tinh chế nằm trong khoảng từ 0,5 V đến khoảng 2,5 V.
30. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 29, trong đó khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 1 đến khoảng 150 giờ.
31. Phương pháp theo điểm 30, trong đó khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 24 đến khoảng 96 giờ.
32. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 31, còn bao gồm tăng mật độ dòng để tăng điện tích riêng (Ah/kg dung dịch), giảm khoảng thời gian tinh chế, hoặc kết hợp của chúng.
33. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 32, trong đó phương pháp còn bao gồm loại bỏ catot khỏi bồn tinh chế và loại bỏ tạp chất rắn được tích tụ trên catot.
34. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 33, trong đó kim loại để sản xuất bằng bình điện phân là nhôm, dung dịch sau đó bao gồm cryolit và chất phụ

gia, tạp chất để loại bỏ bao gồm lưu huỳnh, phospho, sắt, niken, crom, đồng, gali hoặc hỗn hợp của chúng.

35. Phương pháp theo điểm 34, trong đó chất phụ gia bao gồm natri florua, nhôm florua, canxi florua, và/hoặc nhôm oxit.

1/11

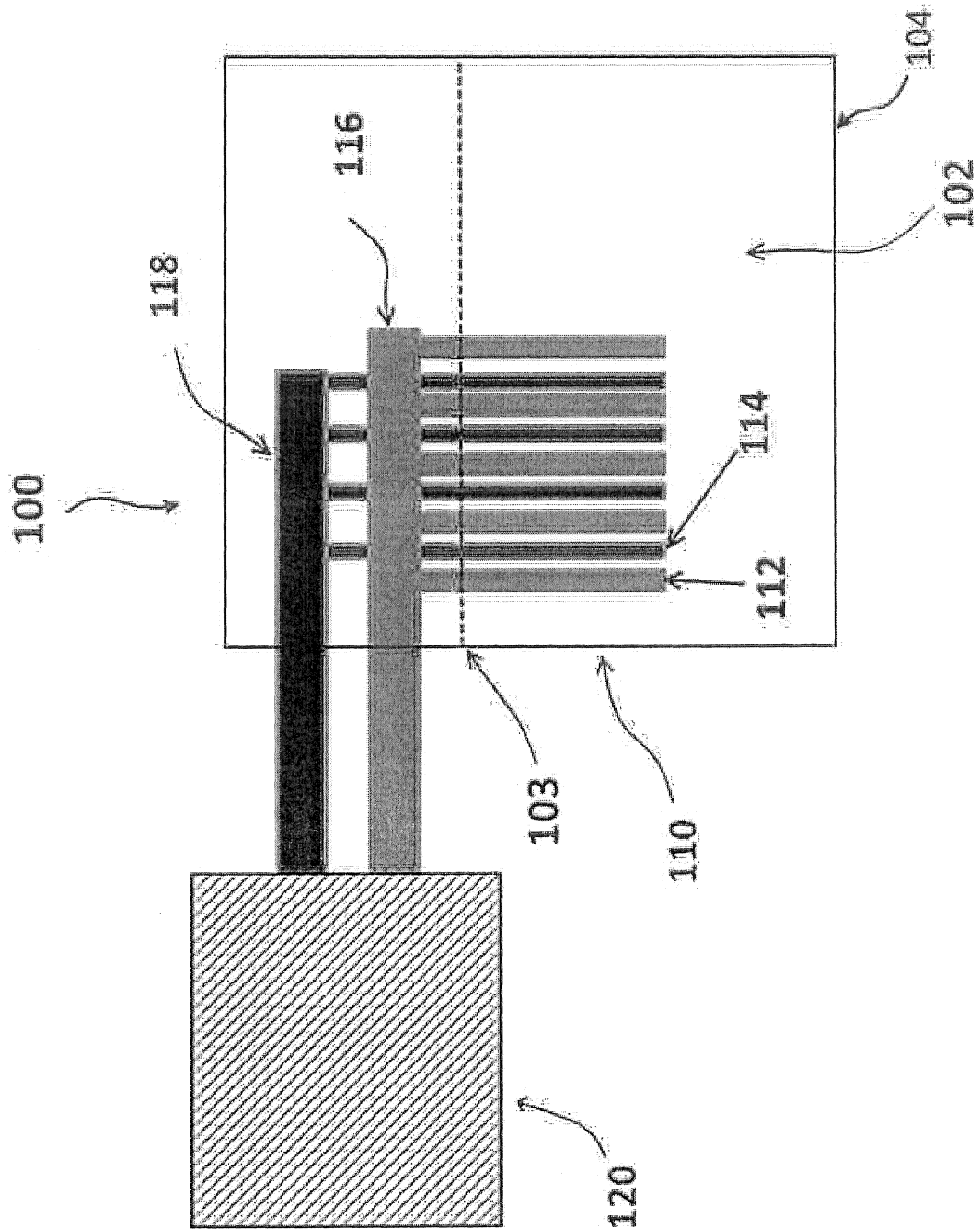


FIG. 1

2/11

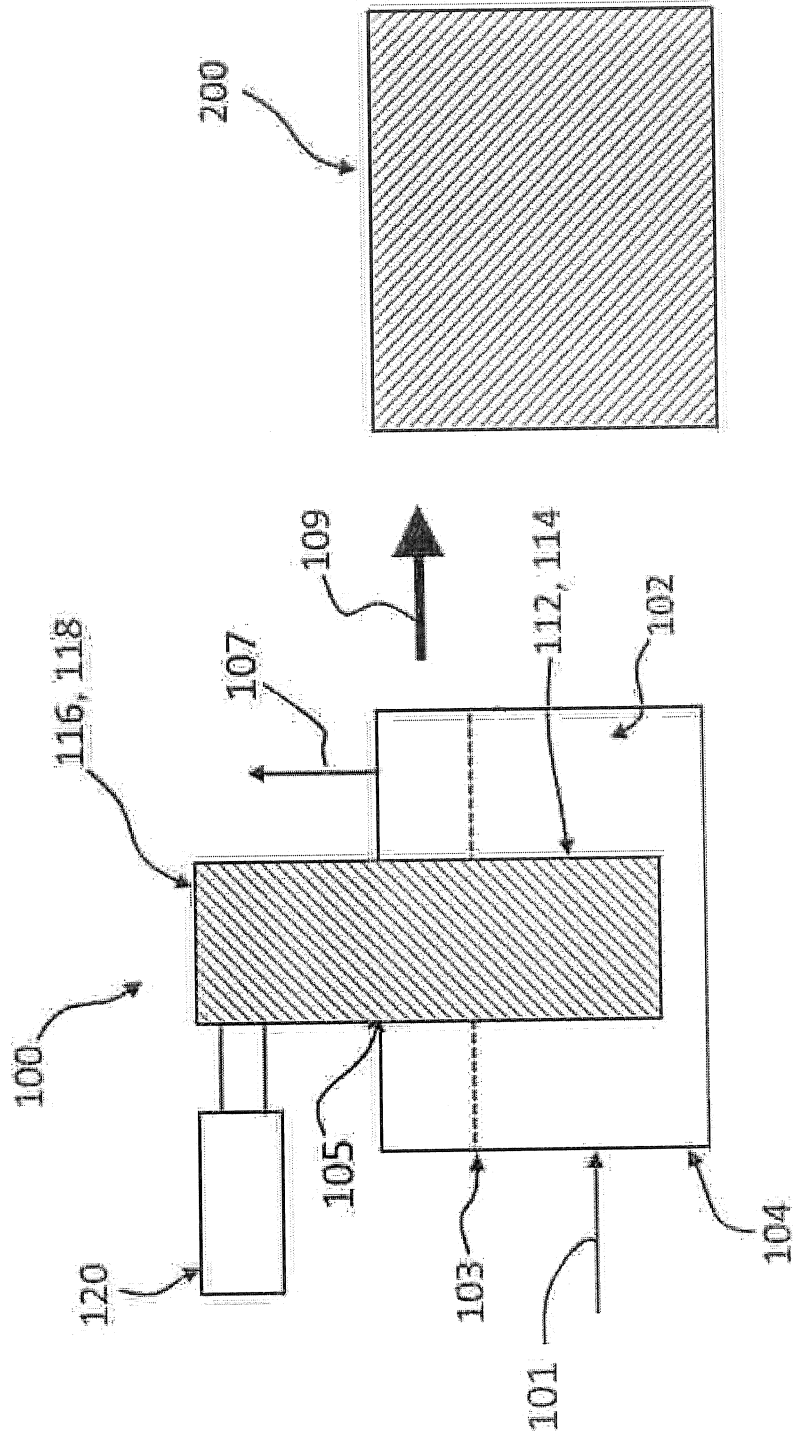


FIG. 2

3/11

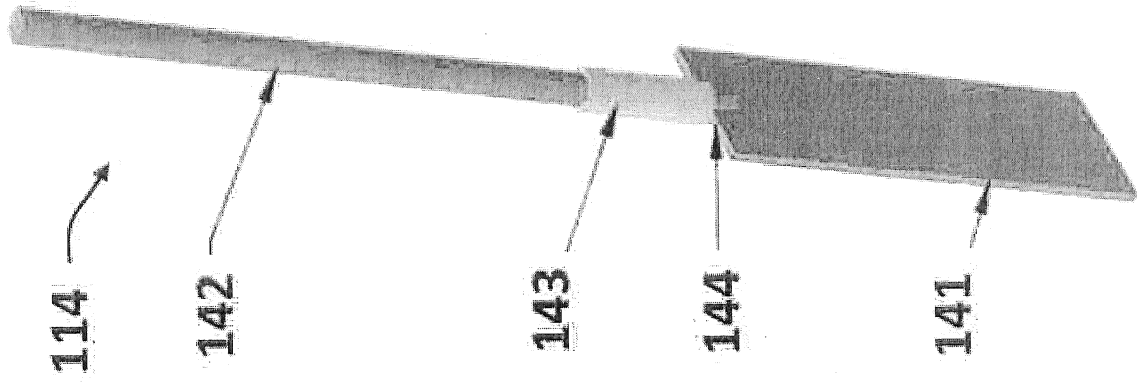


FIG. 4

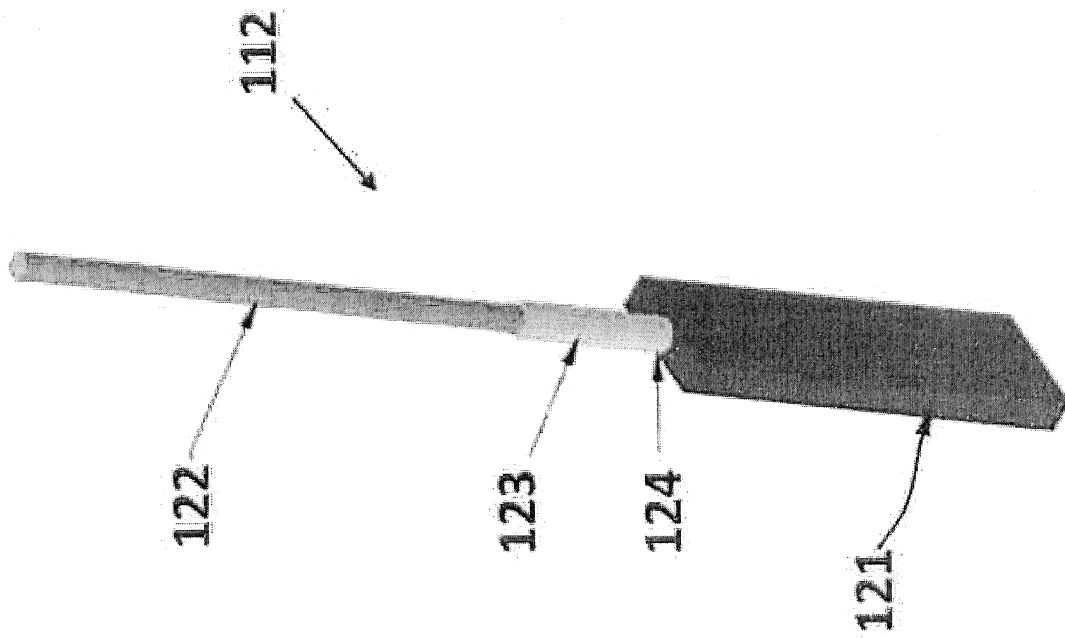


FIG. 3

4/11

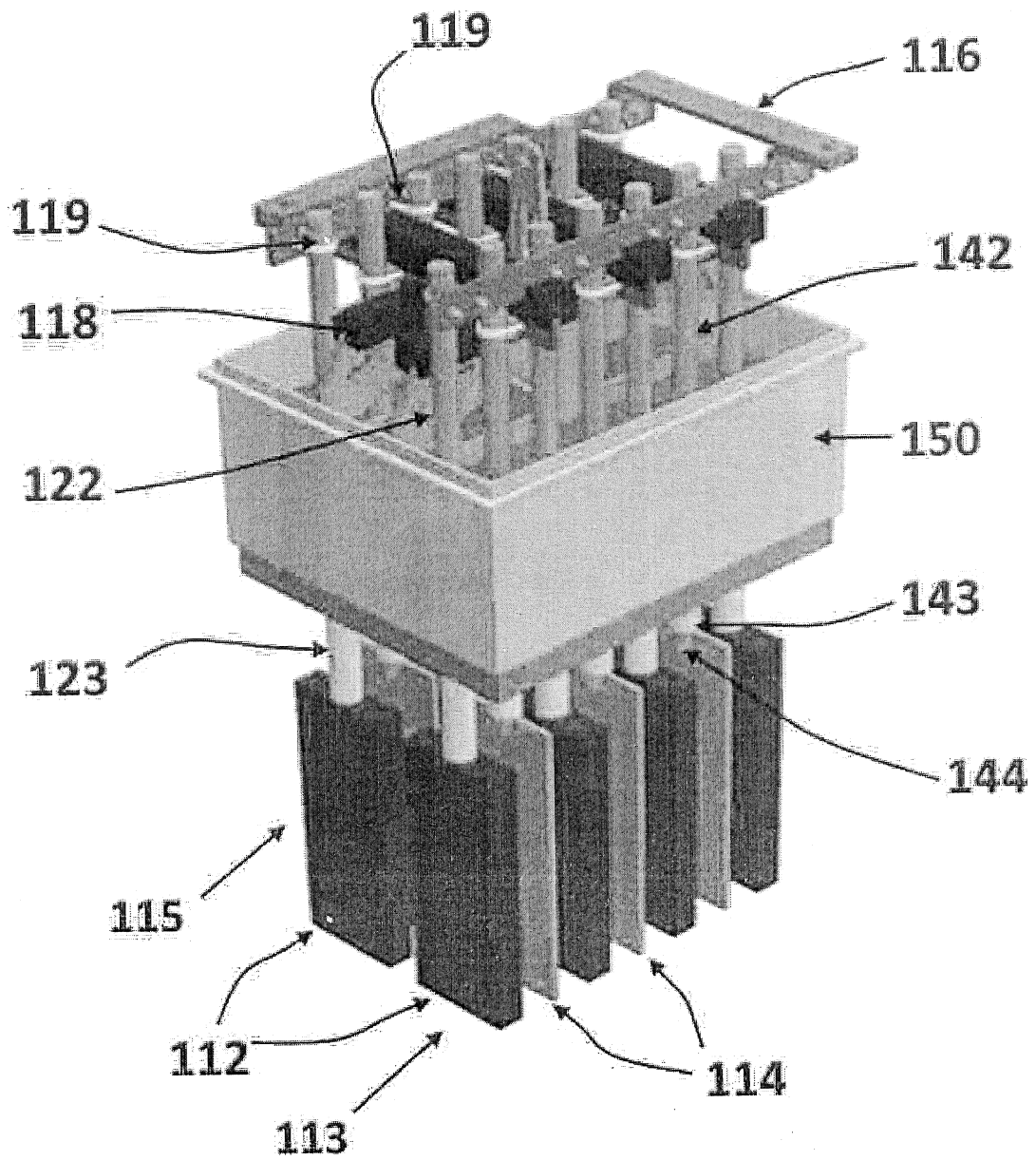


FIG. 5

5/11

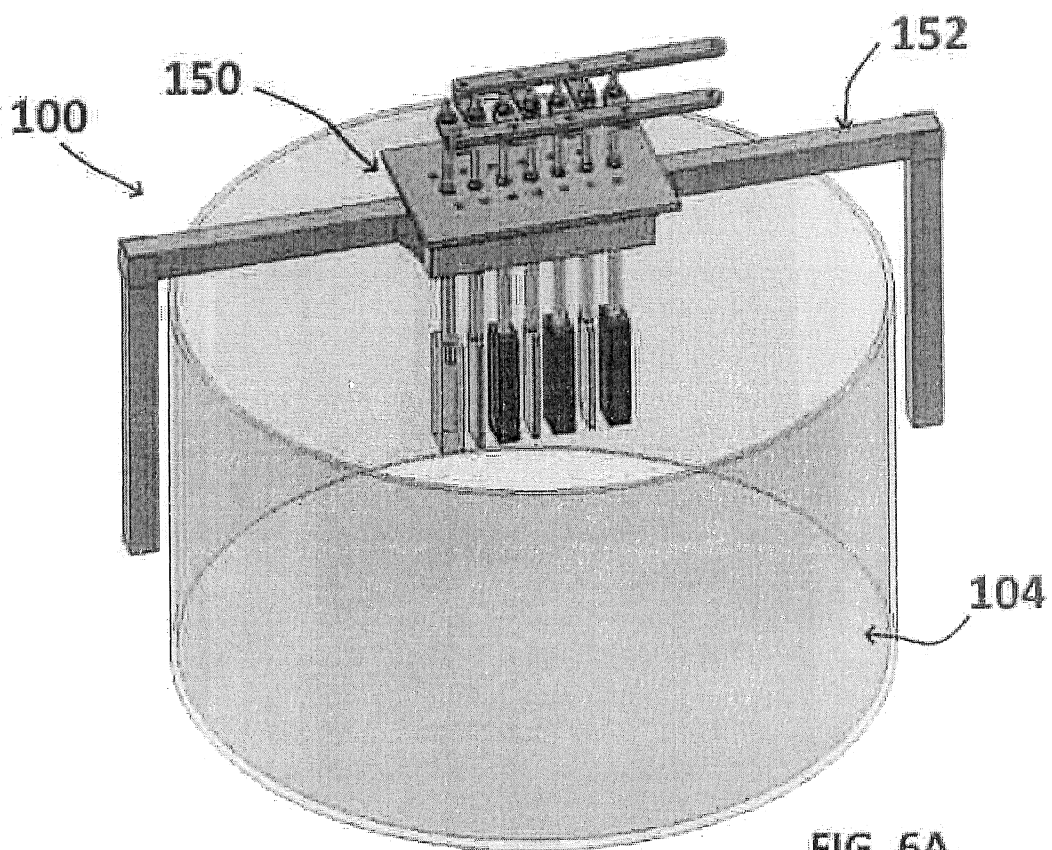


FIG. 6A

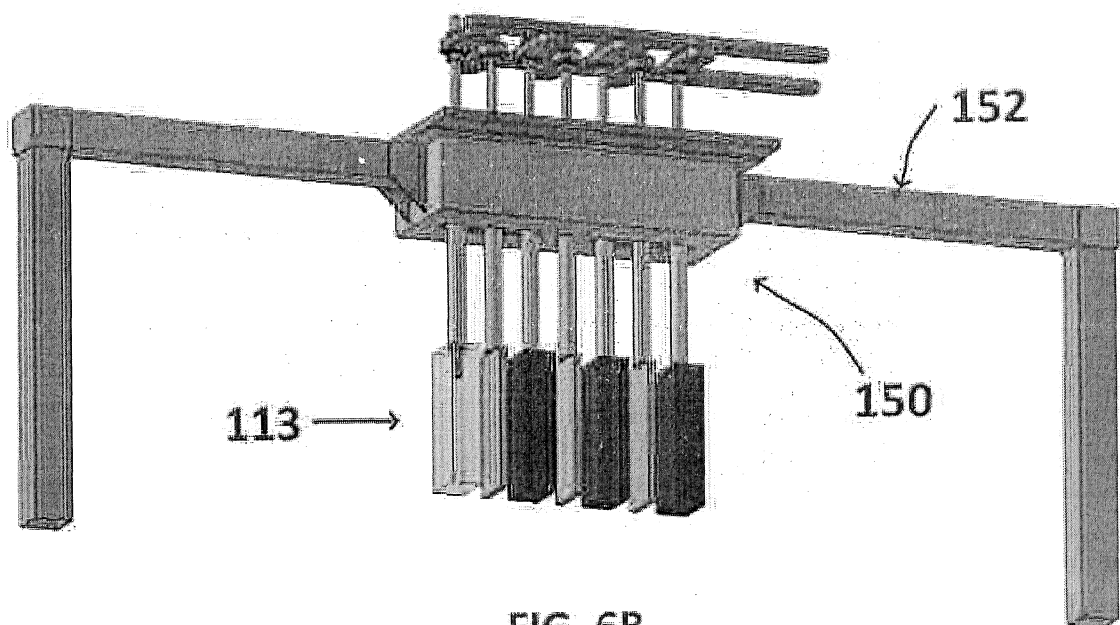


FIG. 6B

6/11

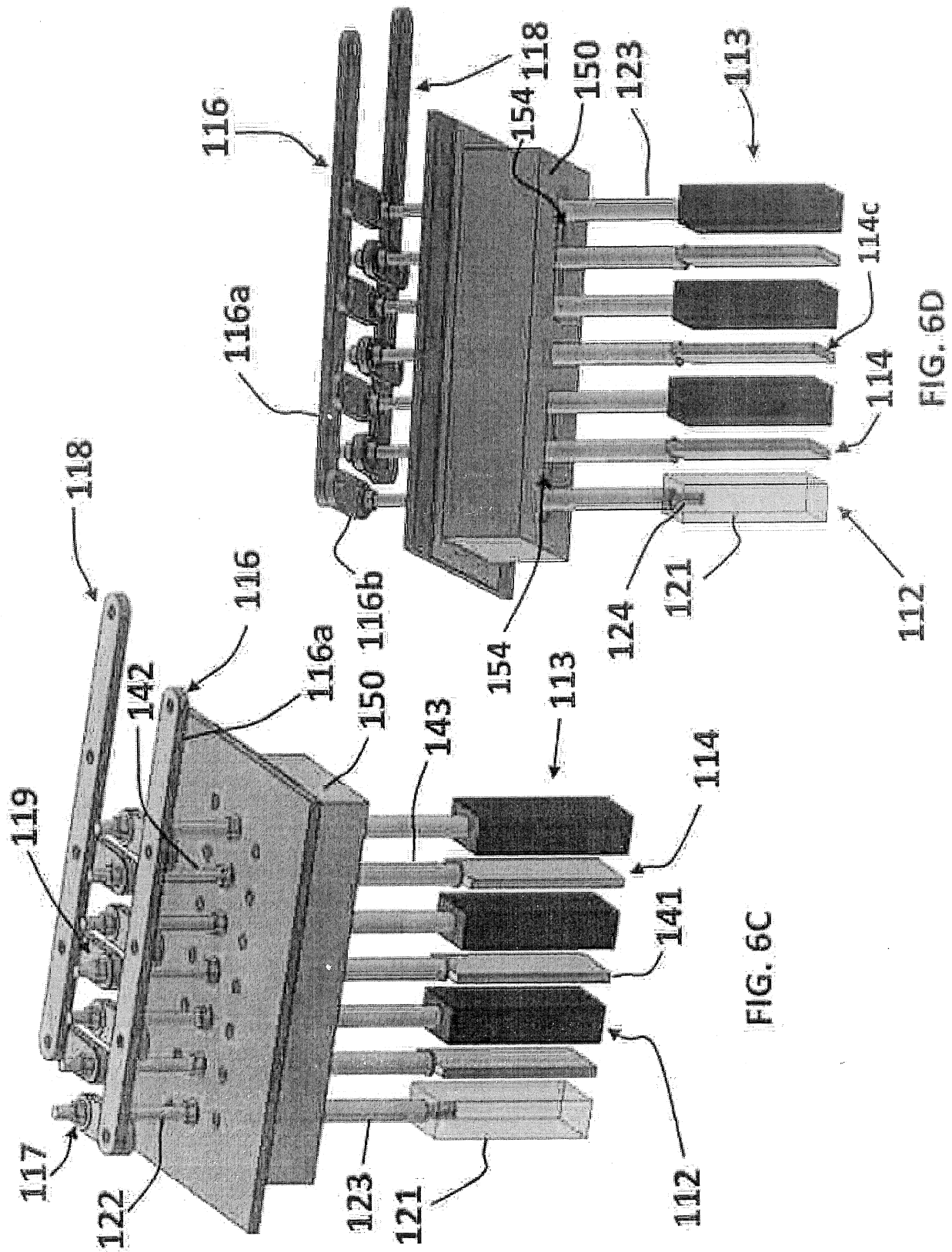
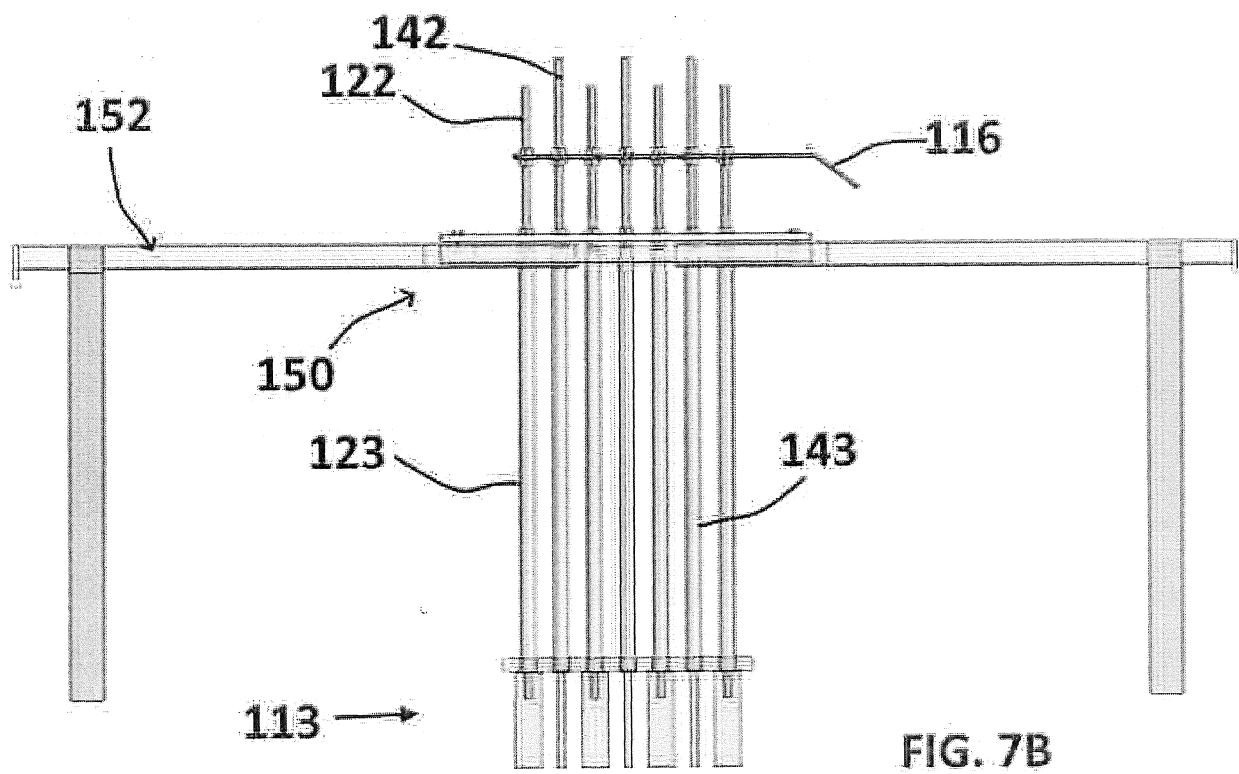
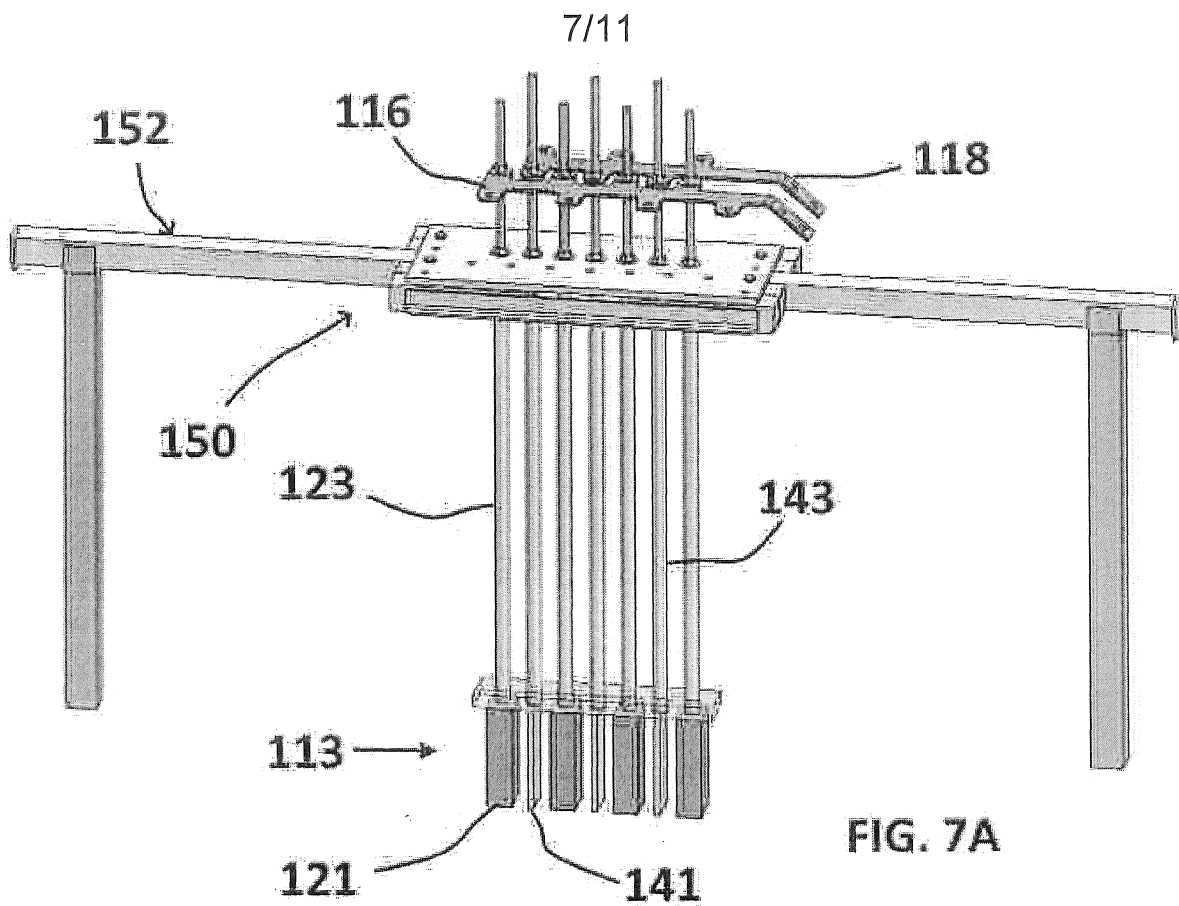
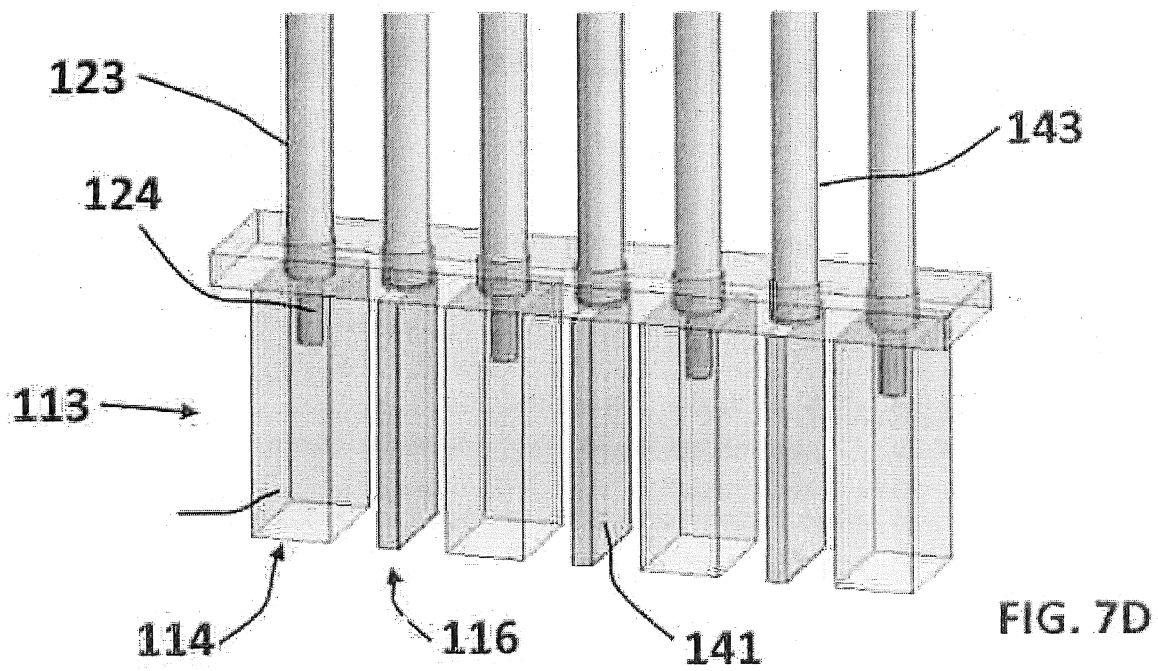
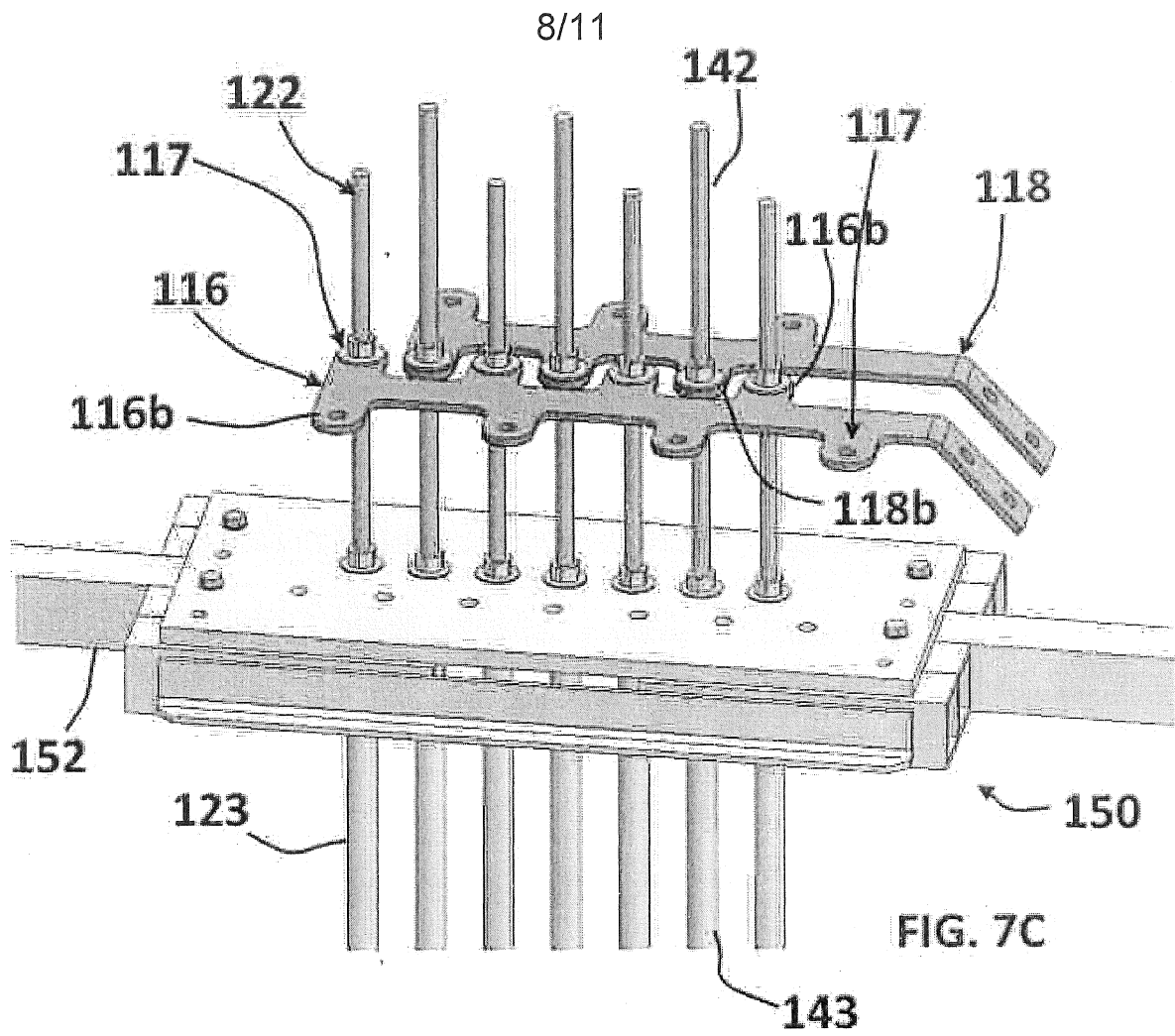


FIG. 6C

FIG. 6D





9/11

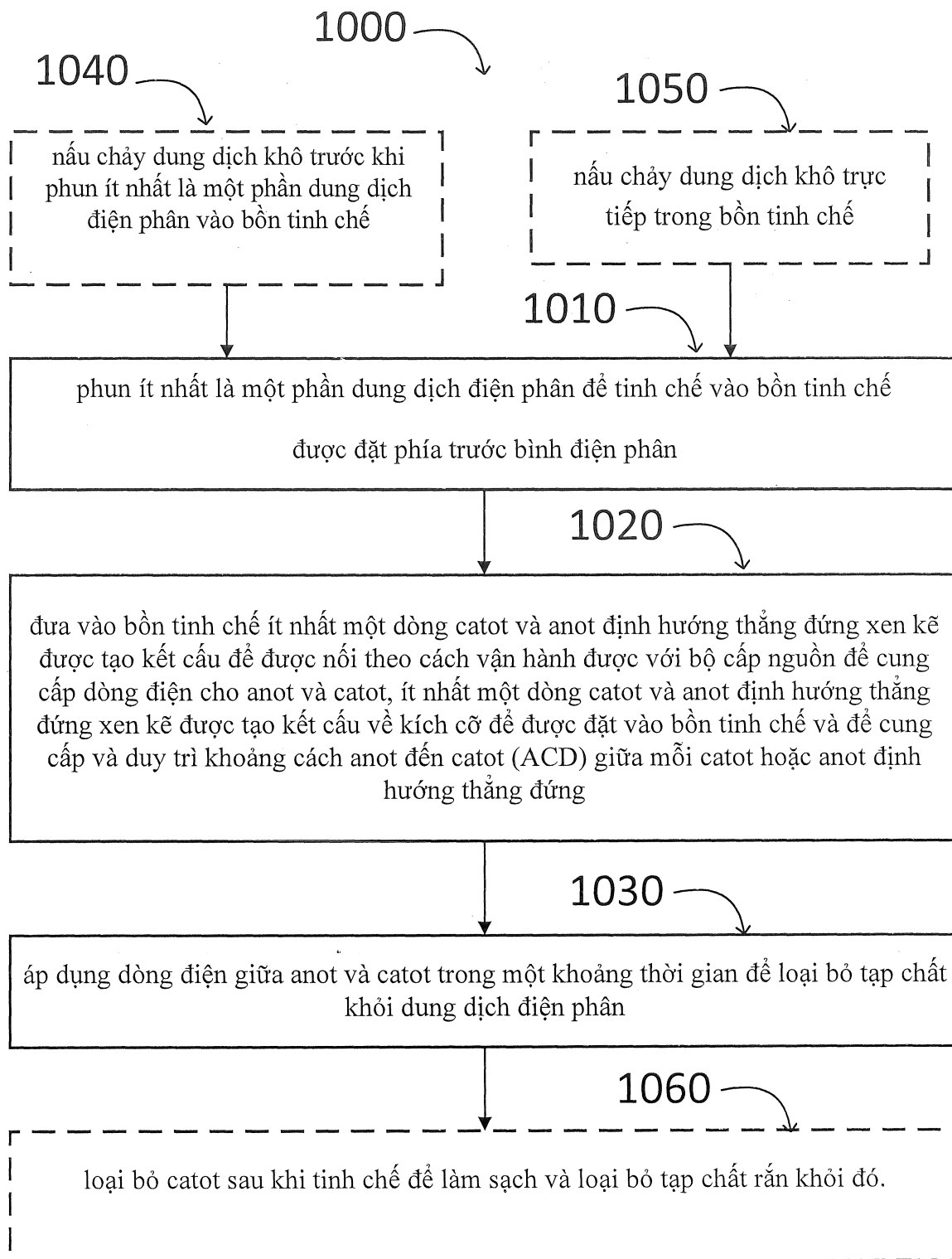


FIG. 8

11/11

