



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

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

(11)



1-0031909

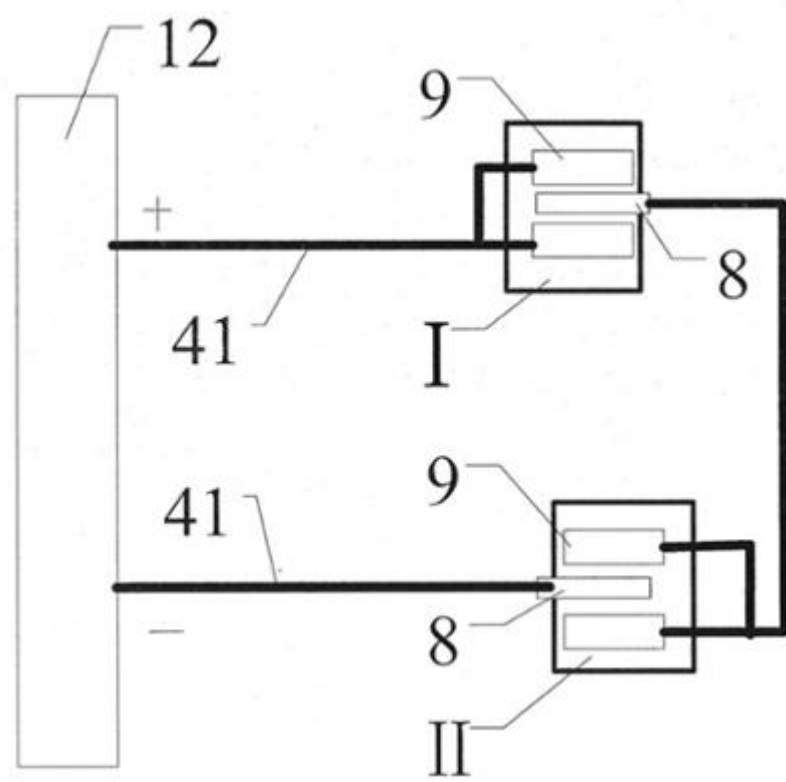
(51)⁷ C25C 3/34; C25C 7/00

(13) B

- (21) 1-2017-03257 (22) 23/11/2015
(86) PCT/CN2015/095276 23/11/2015 (87) WO 2016/124034 11/08/2016
(30) 201510063239.8 06/02/2015 CN; 201510225070.1 05/05/2015 CN
(45) 25/05/2022 410 (43) 27/11/2017 356A
(73) Qiandong Rare Earth Group Co., Ltd. (CN)
No.289, Qiandong Road, Shuidong Town, Zhanggong District Ganzhou, Jiangxi
341000 (CN)
(72) GONG, Bin (CN); CAI, Zhishuang (CN); ZHANG, Lizhi (CN); LIU, Mingbiao
(CN); LIN, Weiqing (CN); XIE, Nan (CN); CHEN, Yanxin (CN); GUO, Xuefeng
(CN); ZHONG, Yanzong (CN); GUO, Rongmin (CN).
(74) Công ty cổ phần Tư vấn S&B (S&B CONSULTANT., CORP.)

(54) CỤM LÒ NUNG ĐIỆN PHÂN VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH CỤM LÒ NUNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến cụm lò nung điện phân và phương pháp điện phân sử dụng cụm lò nung điện phân này liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật của thiết bị luyện kim kim loại đất hiếm và cách sử dụng chúng. Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính (12) và ít nhất hai lò nung điện phân. Mỗi lò nung điện phân bao gồm cực âm (8) và cực dương (9), điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được liên kết với cực dương của lò nung điện phân thứ nhất, cực dương của mỗi lò nung điện phân sau đó được liên kết với cực âm của lò nung điện phân trước đó, và cực âm của lò nung điện phân cuối cùng được liên kết với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12), mạch điện cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân từ nguồn năng lượng chính (12) tạo thành mạch chính (41). Mỗi lò nung điện phân bao gồm bộ phận điều chỉnh (3) để kiểm soát chuyển động của cực dương (9). Sáng chế có những ưu điểm sau: kiểm soát độ nhạy, sử dụng dễ dàng, hiệu suất năng lượng cao, tiêu thụ năng lượng thấp, và khí được tạo ra từ quá trình điện phân dễ dàng thoát ra. Năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm giảm cùng với sự gia tăng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong cụm lò nung điện phân.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cụm lò nung điện phân để sản xuất kim loại đất hiếm và hợp kim của chúng, cụm lò nung điện phân bao gồm các lò nung điện phân, và phương pháp vận hành cụm lò nung điện phân này, liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật thiết bị luyện kim kim loại đất hiếm và cách sử dụng chúng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong sản xuất kim loại đất hiếm và hợp kim của chúng, điện phân là một phương pháp sản xuất phổ biến. Nhiệt độ điện phân để sản xuất kim loại đất hiếm và hợp kim của chúng thông thường trên 900°C.

Theo đơn đăng ký sáng chế Trung Quốc công bố ngày 13/02/2013 với số công bố CN102925931A và tiêu đề “Bình điện phân muối nóng chảy của kim loại đất hiếm có cực âm lắp ở phía bên đặt chìm” bộc lộ phương án kỹ thuật “bình điện phân bao gồm vỏ bình (10), cực âm được lắp ở phía bên (1), thanh dẫn điện cực âm (2), tấm chắn cách điện (3), tấm chắn lót lò (4), vòng cách điện (5), bộ làm lệch kim loại (6), chén nung (7), đáy lò (8), và cực dương (9); một đầu cực âm (1) được kết nối với một thanh dẫn điện cực âm (2), và cực âm (1) được gắn vào bên trong tấm chắn lót lò (4) và tấm chắn cách điện (3) và được lắp đặt vào trong đáy bình điện phân từ phần thấp hơn của tấm chắn lót lò (4); cực âm được lắp ở phía bên (1) nằm dưới cực dương (9), và có góc tương đối nằm song song theo chiều ngang với cực dương (9).” Với bình điện phân theo phương án này, vì bề mặt hoạt động của cực dương là bề mặt đáy, không dễ để tạo ra khí bằng phản ứng điện phân, do đó, sau một thời gian dài sử dụng, hiệu suất điện phân và khu vực điện phân hiệu quả bị giảm xuống do tác động cực dương; sản phẩm điện phân thoát ra chạm vào nồi nung thông qua cực âm được lắp ở phía bên nằm ngang hoặc có độ dốc nhất định, dẫn đến sản phẩm ở trong khu vực phản ứng trong thời gian dài hơn và do đó dẫn đến nhiều phản ứng thứ cấp; sản phẩm chưa được điện phân có xu hướng kết tủa trên bề mặt trên của cực âm, dẫn đến hiệu suất điện phân và diện tích điện phân hiệu quả giảm và dẫn đến tăng điện năng tiêu thụ.

Đơn đăng ký sáng chế Trung Quốc công bố ngày 2/11/2005 với số công bố CN1690252A và tiêu đề “Phương pháp tiết kiệm năng lượng trong điện phân muối nóng chảy của kim loại đất hiếm” bộc lộ giải pháp kỹ thuật về “sự kết hợp một số lượng bình thủy phân bằng việc kết nối chúng trong chuỗi và sau đó đồng thời cấp nguồn cho chúng với thiết bị nguồn năng lượng tinh chế, sử dụng bình thủy phân với thiết bị làm mát không khí, khi nhiệt độ của một trong số các bình thủy phân trở nên quá cao, khởi động thiết bị làm mát của bình thủy phân này”, để giải quyết vấn đề kỹ thuật bình thủy phân quá nóng khi liên kết với một lượng bình thủy phân trong chuỗi

và hoạt động với cùng dòng điện điện phân. Giải pháp kỹ thuật này có nhược điểm là một phần năng lượng bị chuyển hóa ra môi trường và không có liên quan đến sản phẩm, tổn năng lượng và ô nhiễm môi trường, và khó để kiểm soát nhiệt độ của bình thủy phân kịp thời và chính xác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết những vấn đề nêu trên của bình thủy phân theo tình trạng kỹ thuật, sáng chế đề cập đến lò nung điện phân, như phương án sau:

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu (1), bộ phận điều chỉnh (3), nắp đóng (4), buồng đốt (5), tấm chắn lò (6), vỏ ngoài (7), cực âm (8), cực dương (9), chén nung (10), màng giữ nhiệt (16) và bộ phận chống thấm cách điện (20), trong đó, vỏ ngoài (7), màng giữ nhiệt (16), tấm chắn lò (6) và buồng đốt (5) được đặt theo thứ tự từ ngoài vào trong, một khoang bên trong tấm chắn lò (6) tạo thành buồng đốt (5) với phần đỉnh hở, nắp đóng (4) được bố trí trên đỉnh buồng đốt (5); cực âm (8), cực dương (9) và chén nung (10) được bố trí tại buồng đốt (5), cực âm (8) mở rộng thông qua vỏ ngoài (7), màng giữ nhiệt (16) và tấm chắn lò (6) và được đặt theo chiều dọc, và một phần cực âm (8) từ tấm chắn lò (6) ra ngoài vỏ ngoài (7) tạo thành một đầu kết nối (81), bộ phận chống thấm cách điện (20) được đặt giữa đầu kết nối (81) và nơi hợp nhất của tấm chắn lò (6), màng giữ nhiệt (16) và vỏ ngoài (7); cực dương (9) được treo ở một bên của cực âm (8), bộ phận điều chỉnh (3) được bố trí ở trên nắp đóng (4) để kiểm soát chuyển động của cực dương (9); chuyển động của cực dương (9) bao gồm chuyển động tiến và lùi, chuyển động lên và xuống, chuyển động trái và phải, và/hoặc quay, chuyển động quay bao gồm quay xung quanh một đường ngang và/hoặc một đường thẳng đứng cũng như xoay tới và lui; chén nung (10) được bố trí tại đáy của buồng đốt (5) và phía dưới cực âm (8); ống dẫn nhiên liệu (1) mở rộng thông qua nắp đóng (4) và được liên kết với buồng đốt (5). Trong đó, tốt hơn là cố định bộ phận điều chỉnh (3) thông qua nắp đóng (4), và nó cũng tốt hơn là bố trí một bộ phận chống thấm cách điện (20) tương ứng bên trong tấm chắn lò (6) và bên trong màng giữ nhiệt (16).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, một đầu của cực âm (8) bên trong lò được gắn vào tấm chắn lò (6) đối diện đầu kết nối (81), và được bố trí với bộ phận chống thấm cách điện (20) giữa đầu này và tấm chắn lò (6).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cực dương (9) được đặt ở cả hai mặt của cực âm (8).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cực âm (8) và cực dương (9) được đặt xen kẽ.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cực âm (8) mở rộng vào trong buồng đốt (5) từ cả hai mặt của lò, tức là, hai đầu kết nối (81) của cực âm (8) mở rộng từ bên trong buồng đốt (5) thông qua tấm chắn lò (6), màng giữ nhiệt (16) vỏ ngoài

(7) ra ngoài hai mặt đối diện.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, hai cực âm (8) đối diện nhau được kết nối với nhau trong buồng đốt.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cực âm (8) kéo dài theo chiều ngang qua tấm chắn lò (6) và vỏ ngoài (7) tại cả hai mặt, và hai đầu kết nối (81) của cực âm (8) được đặt tương ứng bên ngoài vỏ ngoài (7) ở cả hai mặt.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, chén nung (10) có một cạnh trên được đặt theo chiều ngang, và có một đáy chạy từ đầu này đến đầu kia.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, đầu thấp hơn ở đáy của chén nung (10) rộng hơn đầu kia.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, lò nung điện phân bao gồm rãnh (11) để kết nối hai hoặc nhiều chén nung (10).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, đầu kết nối (81) của cực âm (8) còn được bố trí thiết bị làm mát (52).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, thiết bị làm mát (52) được bố trí ở một vị trí tương ứng với với cực âm đầu kết nối (81) và/hoặc bộ phận chống thấm cách điện (20), để làm mát cực âm đầu kết nối (81) và/hoặc bộ phận chống thấm cách điện (20).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, thiết bị làm mát (52) là một thiết bị làm mát ngoài và/hoặc thiết bị làm mát trong, thiết bị làm mát ngoài được đặt tại bề mặt ngoài của đầu kết nối (81), thiết bị làm mát trong được đặt trong đầu kết nối (81).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, thiết bị làm mát (52) là thiết bị làm mát cho cực âm đầu kết nối (81) và/hoặc thiết bị làm mát cho bộ phận chống thấm cách điện (20).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cực dương (9) và cực âm (8) được bố trí song song.

Phương pháp vận hành lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm việc kiểm soát cực dương (9) di chuyển trái phải bằng bộ phận điều chỉnh (3) để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh các thông số quy trình tương ứng như điện áp điện phân và nhiệt độ lò.

Trong một phương án ưu tiên của phương pháp vận hành lò nung điện phân theo sáng chế, cực dương (9) cũng được kiểm soát di chuyển lên xuống, trước sau, và quay bằng bộ phận điều chỉnh (3) để thay đổi khu vực hoạt động hiệu quả và mật độ dòng điện tại cực dương (9) để điều chỉnh các thông số trong quy trình tương ứng.

Trong một phương pháp vận hành lò nung điện phân khác theo sáng chế, phương pháp này bao gồm việc kiểm soát cực dương (9) để di chuyển trước và sau,

lên và xuống, trái và phải, và/hoặc quay bằng bộ phận điều chỉnh (3) để tạo điều kiện thuận lợi cho việc thoát ra của khí được tạo ra bằng việc điện phân.

Trong một phương pháp vận hành lò nung điện phân khác theo sáng chế, phương pháp này bao gồm bước điều chỉnh nguồn năng lượng điện áp và/hoặc dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình.

Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính (12) và ít nhất hai lò nung điện phân được kết nối trong chuỗi, trong đó, mỗi lò nung điện phân bao gồm cực âm (8) và cực dương (9), cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được kết nối với cực dương của lò nung điện phân thứ nhất, cực dương của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm của lò nung điện phân trước đó, và cực âm của lò nung điện phân cuối cùng được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12), mạch cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân từ nguồn năng lượng chính (12) tạo ra mạch chính (41), và mỗi lò nung điện phân bao gồm bộ phận điều chỉnh (3) để kiểm soát chuyển động của cực dương (9).

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, cực âm (8) mở rộng thông qua vỏ ngoài (7), màng giữ nhiệt (16) và tấm chắn lò (6) và được đặt theo chiều dọc, và một phần của cực âm (8) từ bên trong tấm chắn lò (6) ra ngoài vỏ ngoài (7) tạo ra đầu kết nối (81); cực dương (9) được treo tại một mặt của cực âm (8).

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, cực dương (9) và cực âm (8) được lắp đặt song song.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, chuyển động của cực dương (9) bao gồm chuyển động trước và sau, lên và xuống, trái và phải, và/hoặc quay.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, bộ phận điều chỉnh (3) được bố trí bên trên nắp đóng (4).

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, mỗi lò nung điện phân còn bao gồm ống dẫn nhiên liệu (1), nắp đóng (4), buồng đốt (5), tấm chắn lò (6), vỏ ngoài (7), chén nung (10), áo nước làm mát (52), màng giữ nhiệt (16) và bộ phận chống thấm cách điện (20), trong đó, vỏ ngoài (7), màng giữ nhiệt (16), tấm chắn lò (6) và buồng đốt (5) được đặt theo trình tự từ ngoài vào trong, khoang bên trong tấm chắn lò (6) tạo ra buồng đốt (5) với đỉnh hở, nắp đóng (4) được đặt bên trên buồng đốt (5); cực âm (8), cực dương (9) và chén nung (10) được bố trí bên trong buồng đốt (5); bộ phận chống thấm cách điện (20) được bố trí ở giữa đầu kết nối (81) và nơi hợp nhất của tấm chắn lò (6), màng giữ nhiệt (16) và vỏ ngoài (7); chén nung (10) được bố trí ở đáy buồng đốt (5) và ở dưới cực âm (8), ống dẫn nhiên liệu (1) mở rộng thông qua nắp đóng (4) và được kết nối với buồng đốt (5).

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, bộ phận điều chỉnh (3) được cố định trên nắp đóng (4).

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, bộ phận chống thấm cách điện (20) được bố trí tương ứng bên trong tấm chắn lò (6) và bên trong màng giữ nhiệt (16).

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, chuyển động của cực dương (9) bao gồm chuyển động trước và sau, lên và xuống, trái và phải, và/hoặc quay, tức là cực dương (9) có khả năng dịch chuyển ngược lại trong ít nhất một chiều.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, chuyển động quay bao gồm quay xung quanh đường ngang và đường dọc, và tốt hơn là quay tới và lui.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, các lò nung điện phân tương ứng là loại giống như lò nung điện phân được bộc lộ tại phần “Bản chất kỹ thuật của sáng chế” của bản mô tả, hoặc bất kỳ lò nung điện phân nào đã được bộc lộ tại phần “Bản chất kỹ thuật của sáng chế” của bản mô tả.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, các cụm lò nung điện phân bao gồm các công tắc (17) và các công tắc (18), trong đó, công tắc (18) tương ứng được kết nối giữa cực dương (9) của một lò nung điện phân và cực âm (8) của lò nung điện phân trước đó, hoặc kết nối giữa cực dương (9) của lò nung điện phân thứ nhất và điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) tại mạch chính (41); các công tắc (17) tương ứng có một đầu kết nối đến điểm trước công tắc (18) tương ứng tại mạch chính (41), và có một đầu kết nối khác đến điểm trước công tắc (18) tiếp theo tại mạch chính (41), từ đó tạo thành mạch điều khiển (42). Công tắc (18) có thể hoạt động để cắt năng lượng cung cấp từ nguồn năng lượng chính (12) đến lò nung điện phân tương ứng, và trong khi chờ đợi công tắc (17) tương ứng được bật lên do đó việc vận hành các lò nung điện phân khác trong cụm lò nung điện phân không bị ảnh hưởng.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, cụm lò nung điện phân còn bao gồm một công tắc và mạch điều khiển (42) để ngắt điện bất kỳ lò nung điện phân nào từ cụm lò nung điện phân.

Trong một phương án ưu tiên của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, ít nhất một lò nung điện phân được bố trí với một nguồn năng lượng phụ (13), điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (13) được liên kết với cực dương của lò nung điện phân tương ứng, và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (13) được liên kết với cực âm của lò nung điện phân tương ứng.

Phương án vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm bước

sử dụng nguồn năng lượng chính (12) để cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân, và điều chỉnh các thông số quy trình, như điện áp điện phân, nhiệt độ điện phân và mật độ dòng điện, của các lò nung điện phân tương ứng bằng cách điều chỉnh dòng điện và/hoặc điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính (12).

Phương án vận hành khác của cụm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm bước sử dụng nguồn năng lượng chính để cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân, và kiểm soát chuyển động của cực dương (9) bằng bộ phận điều chỉnh (3) của mỗi lò nung điện phân riêng biệt để điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm và cực dương và/hoặc khu vực điện phân hiệu quả để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân của mỗi lò nung điện phân trong cụm lò nung điện phân.

Trong một phương án ưu tiên của phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm bước sử dụng nguồn năng lượng chính (12) để cung cấp năng lượng chính cho lò nung điện phân, và điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ (13) để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Trong một phương án ưu tiên của phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, khoảng cách giữa cực âm và cực dương được ưu tiên điều chỉnh khi điều chỉnh thông số quy trình của lò nung điện phân.

Trong một phương án ưu tiên của phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, khi bất kỳ lò nung điện phân nào trong cụm lò nung điện phân được yêu cầu ngừng hoạt động, công tắc (17) tương ứng trong mạch chính (41) được kiểm soát để cắt nguồn năng lượng cung cấp cho lò nung điện phân này, và mạch điều khiển (42) tương ứng được mở, để ngắt lò nung điện phân này ra khỏi cụm lò nung điện phân.

Trong lò nung điện phân theo sáng chế, nắp đóng được bố trí, cực âm và cực dương được đặt song song theo chiều dọc, khoảng cách giữa cực âm và cực dương có thể được điều chỉnh, cực dương có thể di chuyển và quay, cực âm đầu kết nối mở rộng ra phía ngoài từ một mặt bên của tấm chắn lò để một phần của cực âm đầu kết nối được đặt ở bên ngoài vỏ ngoài, thiết bị làm mát được bố trí, và chén nung có đáy hướng tới một đầu. Chuyển động trái và phải của cực dương có thể điều chỉnh khoảng cách điện cực để kiểm soát điện áp điện phân, và chuyển động trước và sau của cực dương một mặt có thể khuấy các chất điện phân, và mặt khác có thể đẩy mạnh khí thoát ra từ cực dương để loại bỏ hiệu ứng cực dương. Những chuyển động như vậy của cực dương sẽ không cản trở thoát khí, thay vào đó, nó giúp khí thoát ra và tăng cường dòng chất điện phân. Một mặt, thuận lợi là dễ dàng để khí phản ứng thoát ra và thu lại, dễ dàng thu được sản phẩm, dễ dàng làm sạch dư lượng được tạo ra bởi phản ứng, nó cũng thuận tiện để thiết lập thiết bị cũng như đưa thiết bị và sản phẩm ra, nhiệt độ và kết tủa bụi trên bề mặt được giảm, sự ăn mòn và tính kháng của dây cực

đương được giảm đáng kể; mặt khác, thuận tiện để thu và khử khí điện phân thoát ra, từ đó giúp bảo vệ môi trường và nâng cao điều kiện làm việc. Bộ phận điều chỉnh (3) có chân hỗ trợ; cực âm bên trong buồng đốt hoàn toàn ngập trong dung dịch điện phân muối nóng chảy, qua đó kéo dài tuổi thọ của cực âm. Nhiều nhóm cực âm và cực dương có thể lắp đặt đồng thời trong cùng một lò nung điện phân bằng cách đặt chúng theo chiều dọc, từ đó có thể thực hiện việc sản xuất quy mô lớn và sản xuất tự động với lò nung điện phân muối nóng chảy đắt hiếm theo sáng chế, nó cũng tiết kiệm năng lượng với việc sản xuất sạch. Thiết bị làm mát làm giảm nhiệt độ cực âm, từ đó tăng năng suất của việc ngăn chặn điện phân rò rỉ, giảm thiểu sự mất oxy hóa của cực âm, và làm giảm điện trở của cực âm.

Cụm lò nung điện phân theo sáng chế giải quyết những thiếu sót của các sáng chế trước đây là dòng điện phải được cung cấp ở mức cao nhất bởi lò nung điện phân trong cụm, dẫn đến việc một số lò nung điện phân bị quá nóng và tổn năng lượng. Sáng chế có ưu điểm về kiểm soát độ nhạy, khả năng kiểm soát tương ứng và kịp thời nhiệt độ điện phân của mỗi lò nung điện phân trong khoảng phù hợp, và khả năng kiểm soát tổng thể cũng như từng phần. Điện áp đầu ra của nguồn điện chính tăng lên, với các thiết bị và dây điện tiêu hao ít điện năng hơn và giảm năng lượng mất mát của thiết bị nguồn. Do lò nung điện phân được kết nối theo chuỗi, tổn thất mạch giảm, tỉ lệ sử dụng năng lượng tăng, và năng lượng tiêu hao trên mỗi đơn vị sản phẩm giảm. Bằng việc thay đổi khoảng cách các điện cực, điện áp và nhiệt độ điện phân của lò nung điện phân bất kỳ có thể được điều chỉnh kịp thời, từ đó các lò điện phân tương ứng được vận hành ở nhiệt độ điện phân thích hợp, với tỷ lệ sử dụng năng lượng cao. Khi nguồn năng lượng phụ được thêm vào, thuận tiện để điều chỉnh các thông số quy trình của các lò nung điện phân tương ứng. Cụm lò nung điện phân không chỉ có thể sản xuất một sản phẩm duy nhất, mà còn có thể sản xuất nhiều sản phẩm cùng một lúc. Bất kỳ sự kết hợp nào của lò nung điện phân trong cụm lò nung điện phân có thể bị ngắt điện. Giá trị tuyệt đối của sự khác biệt giữa điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính (12) và tổng điện áp điện phân kim loại đắt hiếm của mỗi lò nung điện phân có xu hướng tăng cùng với tăng tổng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong cụm lò nung điện phân, từ đó năng lượng tiêu hao cho mỗi đơn vị sản phẩm có xu hướng giảm cùng với tăng tổng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong cụm lò nung điện phân. Và điều chỉnh các thông số quy trình của mỗi lò nung điện phân tương ứng bằng cách điều chỉnh dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ tương ứng với lò nung điện phân làm giảm tiêu thụ năng lượng điện phân.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ các phương án 1, 4, 5, 8, 9 và 11.

Hình 2 là sơ đồ các phương án 2 và 13.

Hình 3 là sơ đồ các phương án 3, 6, 7, 10 và 12.

Hình 4 là sơ đồ phương án 4.

Hình 5 là sơ đồ phương án 8.

Hình 6 là sơ đồ phương án 5.

Hình 3 là sơ đồ các phương án 1, 2, 3, 9 và 13.

Hình 8 là sơ đồ các phương án 5 và 8.

Hình 9 là sơ đồ các phương án 6, 10 và 12.

Hình 10 là sơ đồ các phương án 6, 10 và 12.

Hình 11 là sơ đồ các phương án 7 và 11.

Hình 12 là sơ đồ phương án 9.

Hình 13 là sơ đồ các phương án 10 và 12.

Hình 14 là sơ đồ phương án 11.

Hình 15 là sơ đồ mẫu so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án 1

Tham chiếu tới hình 1 và hình 7.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được bố trí theo thứ tự từ ngoài vào trong là màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được làm từ vật liệu graphit, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh hờ, nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Một cực âm 8 và hai cực dương graphit 9 được bố trí tại buồng đốt 5. Cực âm 8 được làm từ tấm kim loại, với một đầu treo theo chiều dọc trong buồng đốt 5, và với đầu còn lại tạo thành đầu kết nối 81 mở rộng qua tấm chắn lò 6 và vỏ ngoài 7 đến bên ngoài của vỏ ngoài 7. Một phần của đầu kết nối 81 được cố định tại tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7 được bịt kín, và bộ phận chống thấm cách điện 20 được bố trí giữa đầu kết nối 81 và nơi hợp nhất của tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7. Bộ phận điều chỉnh 3 bao gồm một thanh liên kết 33, và bộ phận điều chỉnh 3 được đặt trên nắp đóng 4, với thanh liên kết 33 mở rộng qua nắp đóng 4 và được liên kết với cực dương graphit 9 được treo song song tại hai đầu cực âm 8. Chiều dài và chiều rộng của cực dương 9 khớp với bề mặt phản ứng điện phân cực âm 8 trong buồng đốt 5. Thông qua thanh liên kết 33, bộ phận điều chỉnh 3 kiểm soát cực dương 9 để chuyển động lên xuống, trước sau, trái phải, và/hoặc quay. Chuyển động quay được nêu trên bao gồm quay xung quanh một đường thẳng đứng hoặc xung quanh một đường ngang, cũng có thể quay trước và sau

liên quan đến một đường thẳng đứng hoặc xung quanh một đường ngang. Chuyển động đã nêu ở trên như chuyển động lên và xuống (bao gồm cả quay) là chuyển động của cực dương 9 liên quan đến cực âm 8 như được thấy từ đầu kết nối 81 (như trường hợp tương tự ở đây). Chén nung 10 có một đầu hẹp hơn và nông hơn đầu kia, và chén nung 10 được đặt ở đáy buồng đốt 5 và dưới cực âm 8, với một cạnh trên của chén nung 10 giữ định hướng theo chiều ngang, để thu sản phẩm rơi xuống từ cực âm 8. Để chén nung 10 đúng vị trí, một chén nung được đặt vào vị trí rãnh có thể được bố trí vị trí phù hợp tại đáy của tấm chắn lò 6. Áo nước làm mát 52 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Neodym, cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, và đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Cực âm 8 bên trong buồng đốt 5 được ngâm trong dung dịch lỏng và được đặt theo phương thẳng đứng với mức chất lỏng của chất điện phân. Sau khi nguồn năng lượng được bật lên, dung dịch Neodym được điện phân trên cực âm 8, kim loại lỏng Neodym được tạo ra và chảy xuống cực âm 8 và được thu lại trong chén nung 10 và sau đó tự động thu lại ở đầu sâu hơn và rộng hơn của chén nung 10. Trong quá trình sản xuất, khi đầu ra của nguồn điện ổn định, cực dương 9 có thể được kiểm soát chuyển động lên xuống, hoặc trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 thay đổi khu vực hoạt động hiệu quả và mật độ dòng điện của cực dương 9 để điều chỉnh các thông số quy trình tương ứng; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát để chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh thông số quy trình như điện áp điện phân, dòng điện điện phân và nhiệt độ điện phân. Tất nhiên điện áp đầu ra của nguồn năng lượng và/hoặc dòng điện có thể được điều chỉnh để điều chỉnh các thông số quy trình như điện áp điện phân, dòng điện điện phân và nhiệt độ điện phân. Chuyển động của cực dương 9 cũng có thể là chất điện phân lỏng ở mức độ nào đó, tạo điều kiện cho chất điện phân chảy và thoát khí, và do đó khí sẽ không dính vào cực dương 9. Khi chất điện phân cần được khuấy, nó có hiệu quả đáng kể nhất là làm cực dương 9 quay sau và trước xung quanh đường thẳng đứng. Khi khí thoát ra cần phải được đẩy nhanh, tốt nhất là làm cho cực dương di chuyển qua lại (hoặc rung) lên và xuống.

Vì cực dương 9 tiêu hao trong quá trình sản xuất, độ dày của cực dương 9 giảm cùng với tiến độ sản xuất, làm cho khoảng cách giữa cực âm và cực dương tăng lên và do đó gây ra điện áp điện phân tăng lên. Bằng việc kiểm soát cực dương 9 để chuyển động trái và phải bằng bộ phận điều chỉnh 3, khoảng cách giữa cực âm và cực dương có thể được điều chỉnh đúng lúc để giữ ổn định bằng việc cực dương 9 tiếp tục di chuyển theo tỷ lệ tiêu thụ của nó, do đó có thể ngăn ngừa tình trạng khi khoảng cách giữa cực âm và cực dương quá xa, dòng điện tại cực âm nhỏ, gây phản ứng điện phân kém, hoặc tình trạng khi khoảng cách giữa cực âm và cực dương quá gần, hiện

tượng chống lại phản ứng điện phân, như phản ứng cực dương xảy ra, do đó, quá trình sản xuất điện phân có thể được đảm bảo để được ổn định.

Vì cực dương 9 có thể được sử dụng không đều trong quá trình tiêu thụ, tức là, tiêu thụ nhiều hơn ở một bên so với mặt khác, khi thời gian cấp năng lượng trôi qua, sự khác biệt khoảng cách tại hai đầu giữa cực âm và cực dương trong cùng nhóm ngày càng trở nên đáng kể. Để kiểm soát cực dương 9 quay xung quanh một đường thẳng đứng hoặc một đường ngang, khoảng cách tại hai đầu giữa cực âm và cực dương trong cùng nhóm có thể được giữ ở mức tối đa. Giữ bề mặt phản ứng của cực âm và cực dương song song có thể nâng cao khu vực điện phân hiệu quả, để giữ được hiệu quả tương đối cao khi dòng điện điện phân và điện áp không thay đổi.

Cực âm 8 và cực dương 9 được bố trí song song theo chiều dọc, tạo điều kiện cho chất điện phân chảy ra và khí thoát ra bằng phản ứng điện phân, và cũng tạo điều kiện giảm tạp chất trong sản phẩm kim loại và ngăn ngừa sự kết tủa cục bộ của chất điện phân trong buồng đốt.

Khi cần thiết, cực dương 9 có thể di chuyển qua lại với biên độ nhỏ theo chiều ngang hoặc dọc song song với bề mặt hoạt động điện phân của cực âm 8, để khuấy chất điện phân liên tục trên bề mặt để giữ khoảng cách giữa cực âm 8 và cực dương 9 ổn định, từ đó tăng tốc độ hòa tan của oxit trong chất điện phân, giữ nồng độ oxit trong chất điện phân đồng nhất và nhất quán, ngăn ngừa hoặc loại bỏ "hiệu ứng cực dương", và cũng thúc đẩy sự thoát khí bám trên bề mặt hoạt động điện phân cực dương 9. Nói một cách tương đối, độ cao của cực âm 8 và cực dương 9 cơ bản như nhau, di chuyển cực dương 9 theo chiều dọc dọc theo một mặt phẳng song song với bề mặt hoạt động điện phân của cực âm 8 mang lại nhiều lợi ích cho bề mặt hoạt động điện phân cực dương 9 và cực âm 8 để duy trì sự phù hợp của chúng, và biên độ chuyển động theo chiều ngang có thể lớn hơn chuyển động theo chiều dọc dọc theo mặt phẳng song song.

Vì cực dương 9 có khả năng khuấy chất điện phân để tăng tốc độ hòa tan các oxit của chất điện phân và giữ nồng độ oxit trong chất điện phân đồng nhất và nhất quán, ống dẫn nhiên liệu 1 có thể mở rộng vào trong chất điện phân để trực tiếp nạp nguyên liệu điện phân vào chất điện phân một cách tập trung, do đó cô lập các nguyên liệu điện phân từ các khí nóng như sản phẩm khí của phản ứng điện phân, và do đó ngăn không cho nguyên liệu điện phân khỏi bị mất khi thoát ra khỏi các khí nóng.

Khoảng cách giữa cực âm và cực dương có thể được điều chỉnh, từ đó lò nung điện phân có sự ổn định sản xuất tốt hơn, dòng điện ít dao động và năng suất ổn định; tỷ lệ sử dụng nguồn điện được tăng lên, và dòng điện điện phân được giữ ổn định như dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng, do đó tăng tỷ lệ sử dụng nguồn điện một cách đáng kể và tránh tình trạng lỗi "con ngựa lớn kéo giỏ hàng nhỏ" của nguồn điện;

hai hoặc nhiều lò nung điện phân có thể sử dụng nguồn năng lượng chính với dòng điện điện phân giống nhau bằng cách kết nối chúng thành một chuỗi, từ đó tiết kiệm nguồn thiết bị và hơn nữa là giảm năng lượng điện bị mất.

Khi nắp đóng 4 được thêm vào, một mặt, nó giải quyết các lỗi liên quan đến đỉnh hồ của lò nung điện phân trong các sáng chế trước đây rằng cực dương và các chất liệu như graphit trong bình bị oxi hóa ăn mòn, tỉ lệ sử dụng cực dương thấp, sự bay hơi nghiêm trọng của muối nóng chảy, và sự mất nhiệt lớn, và làm giảm nhiệt độ bên ngoài nắp đóng 4 phía trên buồng đốt và loại bỏ bụi, và làm giảm đáng kể sự ăn mòn và điện trở của dây cực dương; mặt khác, thuận lợi để thu gom và xử lý khí thải điện phân, để tạo điều kiện bảo vệ môi trường và cải thiện điều kiện làm việc; hơn nữa, nắp đóng 4 cũng đóng vai trò như một chân hỗ trợ cho bộ phận điều chỉnh 3, do đó cấu trúc được đơn giản hóa.

Bố trí bộ phận chống thấm cách điện 20 giữa đầu kết nối 81 của cực âm 8 và nơi hợp nhất của tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7 khắc phục được những nhược điểm mà các chất điện phân bên trong buồng đốt 5 có xu hướng rò rỉ dọc theo bề mặt bên ngoài của cực âm 8 đến bên ngoài của vỏ ngoài 7, và đảm bảo hoạt động ổn định lâu dài của lò nung điện phân, kéo dài tuổi thọ của lò nung điện phân, và giảm chi phí vận hành. Bộ phận chống thấm cách điện 20 có thể được tạo ra nguyên khối, hoặc được bố trí từng phần hoặc tương ứng bên trong tấm chắn lò 6 và bên trong màng giữ nhiệt 16. Bằng cách bố trí tương ứng bộ phận chống thấm cách điện 20 bên trong tấm chắn lò 6 và bên trong màng giữ nhiệt 16, các chất liệu khác nhau có thể được sử dụng tại nhiệt độ khác nhau của hai bộ phận, từ đó cải thiện hiệu quả chống rò rỉ. Vì bộ phận chống thấm cách điện 20 ngăn không cho chất điện phân thoát ra ngoài cực âm 8 nên cực âm 8 có thể được thực hiện để có đầu kết nối 81 kéo dài ra từ phía bên của vỏ ngoài 7, để khắc phục những nhược điểm của giải pháp kỹ thuật của đơn đăng ký sáng chế Trung Quốc đã công bố CN102925931A liên quan đến “một đầu cực âm (1) được liên kết với thanh dẫn cực âm (2), và cực âm (1) được nhúng bên trong tấm chắn lò (4) và tấm chắn cách điện (3)”, các nhược điểm trong đó có phần kết nối giữa cực âm (1) và thanh dẫn cực âm (2) rất khó sửa chữa và giảm sức cản của nó, và bất tiện khi xây dựng do vướng tấm chắn lò (4) và tấm chắn cách điện (3).

Do cực âm 8 mở rộng từ mặt bên của vỏ ngoài 7, số lượng các bộ phận phía trên buồng đốt giảm, do đó, thuận tiện để gắn kết bộ phận điều chỉnh 3 để kiểm soát chuyển động của cực dương 9. Trong lúc đó, vị trí của cực âm 8 và dây nguồn năng lượng tránh vùng ăn mòn do nhiệt độ cao trên buồng đốt, và cực âm 8 trên buồng đốt hoàn toàn chìm trong chất điện phân và không tiếp xúc với không khí, có lợi cho việc giảm điện trở và kéo dài tuổi thọ.

Áo nước làm mát 52 trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7 có thể giảm nhiệt độ của đầu kết nối 81 một cách hiệu quả, từ đó giảm điện trở và tăng

hiệu quả dẫn điện. Nhiệt độ cực âm tương đối thấp cũng giúp ngăn cản rò rỉ chất điện phân từ cực âm 8 đến bên ngoài của tấm chắn lò 6.

Chén nung 10 có một đầu hẹp và nông hơn đầu còn lại, giúp sản phẩm kim loại lỏng trong chén nung 10 để tập trung sâu hơn về đầu kia, và do đó giúp sắp xếp thiết bị đầu ra sản phẩm và thu sản phẩm.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Neodym, nguồn năng lượng KG6000A được sử dụng, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 1030-1100°C, dòng điện điện phân khoảng 6000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,5V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodym là 5,2kW·h/(kg Nd).

Khi điện phân để sản xuất kim loại Praseodym, nguồn năng lượng KG6000A được sử dụng, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 950-1050°C, dòng điện điện phân khoảng 6000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,3V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodym là 5,2kW·h/(kg Pr).

Phương án 2

Tham chiếu tới hình 2 và hình 7.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được bố trí bên trong vỏ ngoài 7, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo ra buồng đốt 5 với đỉnh hờ, và nắp đóng 4 được đặt bên trên vỏ ngoài 7 và bao phủ vỏ ngoài 7. Trong buồng đốt 5, được bố trí hai cực âm 8a, 8b và ba cực dương 9a, 9b, 9c. Cực âm 8 tương ứng được làm từ tấm kim loại, với một phần trở thành đầu kết nối 81 mở rộng từ bên ngoài vỏ ngoài 7 đến bên trong tấm chắn lò 6, với một phần khác kéo dài từ bên ngoài vỏ ngoài 7 thông qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được treo theo chiều dọc bên trong buồng đốt 5 và được cố định kín bởi bộ phận chống thấm cách điện 20 trong tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7. Phần trên tương ứng 91a, 91b, 91c của cực dương 9a, 9b, 9c chạy qua nắp đóng 4 và liên kết tương ứng với bộ phận điều chỉnh 3a, 3b, 3c bên trên nắp đóng 4, bộ phận điều chỉnh 3a, 3b, 3c được cố định trên khung (không thể hiện) trên nắp đóng 4 và được sử dụng tương ứng để kiểm soát chuyển động của cực dương 9a, 9b, 9c. Cực dương 9 và cực âm 8 tất cả được đặt song song, với một cực dương 9 treo trên cả hai mặt của một cực âm 8, bằng cách đó, cực âm 8 và cực dương 9 được đặt xen kẽ nhau. Bộ phận điều chỉnh 3 có thể kiểm soát cực dương 9 tương ứng để di chuyển lên xuống, trước sau, và/hoặc trái phải. Chén nung 10 có dạng hình thang, và được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới hai cực âm 8, với một cạnh trên của chén nung 10 giữ định hướng theo chiều ngang, và với một góc của đáy chén

nung 10 sâu hơn các góc khác. Áo nước làm mát 52 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7 và được giữ khoảng cách phù hợp với vỏ ngoài 7. Khoảng cách phù hợp giữa áo nước làm mát 52 và vỏ ngoài 7 được thiết lập để vật liệu cách điện có thể được bố trí khi hai bộ phận tiếp xúc trực tiếp.

Vì cực dương 9b ở giữa được điện phân ở cả hai mặt, nghĩa là tiêu thụ trên cả hai mặt, hai bề mặt phản ứng điện phân của cực dương 9b sẽ có khoảng cách ngày càng lớn với cực âm 8a, 8b, và tỷ lệ tiêu thụ không đồng đều trên hai bề mặt phản ứng điện phân của cực dương 9b sẽ dẫn đến khoảng cách khác nhau từ bề mặt điện phân bên trái của cực dương 9b đến cực âm 8a và từ bề mặt điện phân bên phải của cực dương 9b đến cực âm 8b, dẫn đến tốc độ điện phân không đồng đều trong các điện cực điện phân tương ứng và do đó làm cho sự khác biệt nồng độ các nguyên liệu điện phân tăng lên. Kết quả là trong khu vực điện phân nồng độ nguyên liệu quá cao, nồng độ nguyên liệu không thể được điện phân và sẽ chìm xuống đáy lò, trong khi đó trong khu vực điện phân nồng độ nguyên liệu quá thấp, nồng độ nguyên liệu thiếu và hiệu ứng cực dương có thể xảy ra. Trong trường hợp như vậy, cực dương 9b có thể được kiểm soát để di chuyển bằng bộ phận điều chỉnh 3b để cho phép bề mặt điện phân bên trái và bên phải của cực dương 9b tương ứng có khoảng cách phù hợp từ cực âm 8a, 8b, và khoảng cách giữa cực dương 9a và cực âm 8a và giữa cực dương 9c và cực âm 8c cũng có thể được kiểm soát tương ứng bằng bộ phận điều chỉnh 3a, 3c, do đó đạt được điện phân thống nhất trong tất cả các vùng điện phân.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Lantan, phần đỉnh của cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, hai đầu kết nối 81 được bố trí song song với mặt ngoài của vỏ ngoài 7 và sau đó kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Các nguyên liệu như hợp chất Lantan được cho qua ống dẫn nhiên liệu 1 vào trong buồng đốt 5, và cực âm 8 bên trong buồng đốt 5 được chìm trong dung dịch lỏng. Sau khi nguồn năng lượng được bật lên, dung dịch Lantan được điện phân trên cực âm 8, kim loại lỏng Lantan được tạo ra và chảy qua chén nung 10 chảy xuống cực âm 8 và được thu lại trong chén nung 10 và sau đó tự động thu lại ở đầu sâu hơn và rộng hơn chén nung 10. Khi các thông số quy trình như điện áp, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân cần được điều chỉnh, cực dương 9 có thể được kiểm soát chuyển động lên xuống, hoặc trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 để điều chỉnh thông số quy trình như khu vực điện phân hiệu quả của cực dương 9 và mật độ dòng điện; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát để chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh thông số quá trình.

Chén nung 10 có dạng một mặt cắt hình thang, để sử dụng ít vật liệu hơn để tạo ra chén nung 10, tiết kiệm nguyên liệu, ngăn ngừa sự biến dạng của chén nung 10 cũng như tạo điều kiện cho sản phẩm ra khỏi lò.

Các thông số kỹ thuật chính của quy trình điện phân như sau: nhiệt độ điện

phân tại 950-1000°C, dòng điện phân khoảng 8000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,6V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Praseodym là 5,5kW·h/(kg La).

Phương án 3

Tham chiếu tới hình 3 và hình 7.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được bố trí, theo thứ tự từ ngoài vào trong, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh hở, nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được bố trí hai cực âm 8 và bốn cực dương 9. Một phần tương ứng của cực âm 8 mở rộng từ bên ngoài vỏ ngoài 7 qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được treo theo chiều dọc bên trong buồng đốt 5, và một phần khác bên ngoài vỏ ngoài 7 cung cấp đầu kết nối 81 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng bên ngoài lò. Cực âm 8 tương ứng được cố định tại vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được bịt kín, và bộ phận chống thấm cách điện 20 được bố trí giữa cực âm 8 và nơi hợp nhất của tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7. Bộ phận điều chỉnh 3 bao gồm một thanh liên kết 33, và bộ phận điều chỉnh 3 được đặt trên nắp đóng 4, với thanh liên kết 33 mở rộng qua nắp đóng 4 và được liên kết với cực dương graphit 9. Cực dương 9 có dạng hình chữ nhật và được kẹp ở đầu dưới của thanh liên kết 33. Cực dương 9 được treo song song ở hai bên của cực âm 8. Bộ phận điều chỉnh 3 kiểm soát cực dương 9 di chuyển lên xuống, trước sau, trái phải, cũng như quay xung quanh đường ngang và/hoặc xung quanh đường dọc. Chén nung 10 được đặt ở đáy của buồng đốt 5 và dưới cực âm 8 tương ứng, và rãnh 11 được đặt giữa hai chén nung 10 để kết nối hai chén nung 10. Áo nước làm mát 52 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, và đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Cực âm 8 bên trong buồng đốt 5 được ngâm trong các nguyên liệu như muối nóng chảy. Sau khi nguồn năng lượng được bật lên, dung dịch đất hiếm được điện phân trên cực âm 8, hỗn hợp kim loại lỏng được tạo ra và chảy xuống cực âm 8 và được thu lại trong chén nung 10. Khi các thông số quy trình như điện áp, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân cần được điều chỉnh, cực dương 9 có thể được kiểm soát chuyển động lên xuống, hoặc trước sau, hoặc quay bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khu vực điện phân hiệu quả của cực dương 9 và mật độ dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát để chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh

thông số quy trình tương ứng.

Cực âm 8 và cực dương 9 được đặt song song theo chiều dọc, tạo thuận lợi cho khí phản ứng thoát ra. Khi một cực dương 9 được treo song song ở hai bên của mỗi cực âm 8, hoặc cực dương 9 có thể được điều chỉnh riêng, giúp kiểm soát sản xuất ổn định.

Khi cần thiết, cực dương 9 có thể được kiểm soát để di chuyển lên hoặc xuống và/hoặc trước sau với biên độ nhỏ liên tục để khuấy chất điện phân, do đó làm cho chất điện phân trở nên đồng nhất hơn và/hoặc đẩy nhanh khí thoát ra.

Khi rãnh 11 được bố trí, hợp kim Praseodym Neodym được sản xuất từ hai cực âm 8 tương ứng cuối cùng đi đến chén nung 10, và sản phẩm có thể được chiết xuất từ chén nung 10, loại bỏ những nhược điểm phải cung cấp nhiều thiết bị chiết xuất để chiết xuất sản phẩm từ nhiều chén nung 10, và đồng thời cải thiện sự đồng nhất của sản phẩm.

Bằng cách cung cấp nhiều cụm cực âm và cực dương theo phương án này, sản xuất quy mô lớn có thể được thực hiện, và kết hợp với giải pháp kỹ thuật của bằng sáng chế ZL201320875408.4 của Trung Quốc, sản xuất tự động có thể được thực hiện, cũng tiết kiệm năng lượng hơn với chế tạo sạch.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-10000A được sử dụng, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 1000-1080°C, dòng điện điện phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,4V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm hợp kim Praseodym Neodym là 5,1kW·h/(kg PrNd).

Phương án 4

Tham chiếu tới hình 1 và hình 4.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Tấm chắn lò 6 được bố trí bên trong vỏ ngoài 7, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh hở, và nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được bố trí hai cực âm 8 và hai cực dương 9. Hai cực âm 8 tương ứng mở rộng tương ứng thông qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 từ cả hai mặt của vỏ ngoài 7 theo hướng đối lập, trong khi đó được đặt trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng và kết nối với nhau một cách cố định, với đầu tương ứng ở ngoài tấm chắn lò 6 tạo thành đầu kết nối 81 tương ứng. Cực âm 8 tương ứng được cố định bịt kín bằng bộ phận chống thấm cách điện 20 tại vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6. Cực dương 9 có dạng hình chữ nhật và có kích thước khớp với các phần của hai cực âm 8 bên trong buồng đốt 5, và được liên kết đến thanh liên kết 33

của bộ phận điều chỉnh 3 bằng một bu lông, được treo trên mặt còn lại của cực âm 8 theo hướng song song với cực âm 8. Bộ phận điều chỉnh 3 kiểm soát cực dương 9 để chuyển động lên xuống, trước sau, và/hoặc trái phải. Chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới cực âm 8.

Bằng việc sử dụng hai cực âm 8 đối diện trên cùng một mặt, vật liệu cực âm nhỏ dễ dàng hơn có thể được sử dụng, do đó làm giảm chi phí cực âm.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Praseodym, cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, và đầu kết nối 81 bên ngoài lò nung được kết nối tương ứng với điện cực âm của nguồn năng lượng.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Praseodym, nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-10000A được sử dụng, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 950-1050°C, dòng điện điện phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,3V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodym là 5,2kW·h/(kg Pr).

Phương án 5

Tham chiếu tới hình 1, hình 6 và hình 8.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, thiết bị làm mát 52b, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được bố trí, theo thứ tự từ ngoài vào trong, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được làm từ vật liệu graphit, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh hở, nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được bố trí hai cực âm 8 và hai cực dương 9. Hai cực âm 8 có dạng tấm và mở rộng tương ứng thông qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 từ cả hai mặt của vỏ ngoài 7 theo hướng đối lập, trong khi đó được đặt trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng và kết nối với nhau một cách cố định, với đầu tương ứng ở ngoài tấm chắn lò 6 tạo thành đầu kết nối 81 tương ứng. Cực âm 8 tương ứng được cố định tại vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được bịt kín, và bộ phận chống thấm cách điện 20 được bố trí giữa cực âm 8 tương ứng và nơi hợp nhất của vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6. Cực dương 9 có dạng hình chữ nhật và có kích thước khớp với các phần của hai cực âm 8 bên trong buồng đốt 5, đầu trên của cực dương 9 được liên kết bằng một bu lông đến đầu thấp hơn của thanh liên kết 33 của bộ phận điều chỉnh 3 trên nắp đóng 4 và mở rộng qua nắp đóng 4, từ đó cực dương 9 được treo trên mặt còn lại của cực âm 8 theo hướng song song với cực âm 8. Thanh liên kết 33, bộ phận điều chỉnh 3 kiểm soát cực dương 9 để chuyển động lên xuống, trước sau, và/hoặc trái phải. Chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới cực âm 8. Đầu kết nối 81 của cực âm 8 được bố trí với lỗ hổng bên trong 52a để nước có thể chảy qua để làm mát đầu kết nối 81 của cực âm 8

cũng như bộ phận cực âm 8 với vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 cùng với bộ phận chống thấm cách điện 20. Thiết bị làm mát 52b được bố trí với đầu vào chất lỏng làm mát và đầu ra chất lỏng làm mát (không được thể hiện) bao xung quanh bên ngoài của bộ phận chống thấm cách điện 20 và liên kết gần với tấm chắn lò 6. Thiết bị làm mát 52b cũng có thể được đặt tại một khoảng cách nhất định từ tấm chắn lò 6.

Từ việc đặt hai cực âm 8 trong cùng một mặt phẳng dọc và kết nối chúng một cách cố định, sự ổn định của cực âm 8 được tăng cường, chất liệu cực âm ngắn hơn dễ dàng được lấy ra có thể được sử dụng.

Do bố trí lỗ hồng bên trong 52a với một đầu của đầu kết nối 81 của cực âm 8, hiệu ứng làm mát theo hướng đầu kết nối 81 trong tấm chắn lò 6 cũng như phần liên kết của cực âm 8 có thể được tăng cường, với điện trở giảm. Trong khi đó, khi đầu kết nối 81 trong tấm chắn lò 6 và màng giữ nhiệt 16 có nhiệt độ giảm, nó sẽ có lợi cho việc ngăn chặn chất điện phân như muối nóng chảy từ cực âm 8 rò ra bên ngoài vỏ ngoài và kết tủa ở ngoài.

Thiết bị làm mát 52b bao xung quanh bộ phận chống thấm cách điện 20 và tiếp xúc gần với tấm chắn lò 6 có thể làm mát một cách hiệu quả bộ phận chống thấm cách điện 20 và tấm chắn lò 6, từ đó tiếp tục cải thiện hiệu quả việc ngăn ngừa chất điện phân lỏng rò rỉ.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Neodym, một nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-10000A được sử dụng. Cực dương 9 được liên kết với điện cực dương của nguồn năng lượng. Hai đầu kết nối 81 có thể được kết nối tương ứng với điện cực âm của nguồn năng lượng, hoặc chỉ một đầu kết nối 81 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Khi hai đầu kết nối 81 có thể được kết nối tương ứng với điện cực âm của nguồn năng lượng, dòng điện của đầu kết nối 81 và dây điện có thể bị giảm.

Các thông số kỹ thuật chính của quy trình điện phân như sau: nhiệt độ điện phân tại 1030-1100°C, dòng điện điện phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,4V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodym là 5,1kW·h/(kg Nd).

Phương án 6

Tham chiếu tới hình 3, hình 9 và hình 10.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52a, bộ làm lệch dòng chảy 15, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Màng giữ nhiệt 16, tấm chắn lò 6 và buồng đốt 5 được đặt tuần tự ở bên trong vỏ ngoài 7, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với

đỉnh hồ, nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được bố trí ba cực âm 8 và sáu cực dương 9. Cực âm 8 tương ứng được làm bằng tấm kim loại, với một phần mở rộng từ vỏ ngoài 7 thông qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được đặt thẳng đứng bên trong buồng đốt 5 và nhúng một đầu vào tấm chắn lò 6 đối diện với bộ phận chống thấm cách điện 20 khác để cô lập cực âm 8 tương ứng khỏi tấm chắn lò 6 đối diện; một phần khác của cực âm 8 bên ngoài vỏ ngoài 7 sử dụng như đầu kết nối 81, và đầu kết nối 81 tương ứng được cố định tại vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được bịt kín, và bộ phận chống thấm cách điện 20 được đặt giữa đầu kết nối 81 tương ứng và nơi hợp nhất của vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6. Bộ làm lệch dòng chảy 15 được làm từ kim loại, và có tất cả sáu mảnh được đặt bên dưới bộ phận chống thấm cách điện 20 tương ứng và cực âm 8 bên trong buồng đốt 5, hướng từ tấm chắn lò 6 đặt bên dưới bộ phận chống thấm cách điện 20 đến chén nung 10, và kết thúc trên tấm chắn của chén nung 10. Cực dương 9 được ghép với nhau bởi nhiều khối graphit và có hình dạng chữ nhật, và kết nối có thể tháo rời với thanh liên kết 33 của bộ phận điều chỉnh 3, và từ đó cực dương 9 được treo song song tại mặt còn lại của mỗi cực âm 8. Bộ phận điều chỉnh 3 có thể kiểm soát cực dương 9 để chuyển động lên xuống, trước sau, và/hoặc trái phải. Chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới mỗi cực âm 8. Áo nước làm mát 52a được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7. Ống đồng 52b cũng được gắn kết trong đầu kết nối 81 của cực âm 8, để nước chảy qua để làm mát đầu kết nối 81 của cực âm 8 cũng như bộ phận của cực âm 8 với tấm chắn lò 6 và màng giữ nhiệt 16 cùng với bộ phận chống thấm cách điện 20.

Một đầu của cực âm 8 bên trong buồng đốt 5 được cố định trong tấm chắn lò 6 đối diện với đầu kết nối 81, để giảm thiểu ảnh hưởng của trọng lực đối với cực âm 8, và ngăn ngừa cực âm 8 biến dạng trong quá trình vận hành do trọng lực của chính nó.

Bộ làm lệch dòng chảy 15 có thể dẫn kim loại đất hiếm rơi xuống liền kề tấm chắn lò 6 từ cực âm 8 vào chén nung 10, từ đó vượt qua nhược điểm, vì kim loại đất hiếm được sản xuất tại một phần của cực âm 8 giữa trục dọc theo tấm chắn bên trong của chén nung 10 và bên ngoài tấm chắn lò 6 tương ứng, và vì sự biến dạng của cực âm 8 tạo ra trong quá trình lắp và vận hành, sản phẩm kim loại đất hiếm có xu hướng chảy theo cực âm 8 đã biến dạng ra ngoài chén nung 10 và tiếp xúc trực tiếp với vật liệu graphit tạo nên tấm chắn lò 6, dẫn đến hàm lượng cacbon của sản phẩm kim loại đất hiếm tăng lên, dẫn đến chất lượng sản phẩm xấu đi. Trong phần lớn trường hợp, hàm lượng cacbon của kim loại đất hiếm hoặc sản phẩm hợp kim đã rơi ra bên ngoài chén nung 10 có thể tăng từ khoảng 0,02% theo khối lượng đến khoảng 0,1% theo khối lượng, ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng sản phẩm.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-15000A được sử dụng, các cực dương 9 được kết nối tương ứng với điện cực dương của nguồn điện, các cực âm 8 được kết nối tương ứng

với điện cực âm của nguồn điện, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 1000-1080°C, dòng điện điện phân khoảng 15000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,2V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm hợp kim Praseodym Neodym là 5kW·h/(kg PrNd).

Phương án 7

Tham chiếu tới hình 3 và hình 11.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52, bộ làm lệch dòng chảy 15, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Tấm chắn lò 6 được bố trí bên trong vỏ ngoài 7, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh hở, nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5. Tại buồng đốt 5, được bố trí ba cực âm 8 và sáu cực dương 9. Cực âm 8 tương ứng được làm bằng nhiều lớp thanh kim loại hình chữ nhật với hai đầu hàn thành một mảnh và kéo dài qua vỏ ngoài 7 và tấm chắn lò 6 sắp xếp theo chiều dọc; một đầu khác bên ngoài vỏ ngoài 7 có thể dùng như đầu kết nối 81 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Cực âm 8 tương ứng được cố định tại tấm chắn lò 6 được bịt kín, và bộ phận chống thấm cách điện 20 được bố trí giữa cực âm 8 tương ứng và nơi hợp nhất của tấm chắn lò 6 và vỏ ngoài 7. Bộ làm lệch dòng chảy 15 được làm từ kim loại, và có tất cả sáu mảnh được đặt bên dưới bộ phận chống thấm cách điện 20 tương ứng và cực âm 8 bên trong buồng đốt 5, đặt bên dưới bộ phận chống thấm cách điện 20 đến chén nung 10, và kết thúc trên tấm chắn của chén nung 10. Cực dương 9 có hình dạng chữ nhật, với một đầu cao hơn được liên kết với thanh liên kết 33 của bộ phận điều chỉnh 3, và từ đó cực dương 9 được treo song song tại mặt còn lại của mỗi cực âm 8. Cực dương 9 được liên kết với điện cực dương của nguồn năng lượng thông qua dây dẫn điện. Bộ phận điều chỉnh 3 có thể kiểm soát cực dương 9 để chuyển động lên xuống, trước sau, và/hoặc trái phải. Chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới mỗi cực âm 8. Áo nước làm mát 52 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7.

Thanh kim loại hình chữ nhật dễ làm, có độ bền cao, thuận tiện để sản xuất và gắn kết, và thuận tiện khi sử dụng.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-15000A được sử dụng, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 1000-1080°C, dòng điện điện phân khoảng 15000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,1V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm hợp kim Praseodym Neodym là 4.9kW·h/(kg PrNd).

Phương án 8

Tham chiếu tới hình 1, hình 5 và hình 8.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52b, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được bố trí, theo thứ tự từ ngoài vào trong, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được làm từ vật liệu graphit, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh hở, nắp đóng 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được bố trí một cực âm 8 và hai cực dương 9. Cực âm 8 được làm từ tấm kim loại, với hai đầu tương ứng mở rộng qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 tạo thành hai đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7. Đầu kết nối 81 được cố định tương ứng tại vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 trên hai mặt được bịt kín, và bộ phận chống thấm cách điện 20 được bố trí giữa cực âm 8 và nơi hợp nhất của vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6. Cực dương 9 có dạng hình chữ nhật và có kích thước khớp với các phần của hai cực âm 8 bên trong buồng đốt 5, và được liên kết bằng một bu lông đến thanh liên kết 33 mở rộng thông qua nắp đóng 4 của bộ phận điều chỉnh 3, từ đó cực dương 9 được treo trên mặt còn lại của cực âm 8 theo hướng song song với cực âm 8. Thông qua thanh liên kết 33, bộ phận điều chỉnh 3 kiểm soát cực dương 9 để chuyển động lên xuống, trước sau, trái phải, và/hoặc quay. Chuyển động quay đã nêu bao gồm quay xung quanh đường ngang và/hoặc đường dọc. Chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới cực âm 8. Đầu kết nối 81 của cực âm 8 được bố trí với lỗ hổng bên trong 52a để nước có thể chảy qua để làm mát đầu kết nối 81 của cực âm 8 cũng như vỏ ngoài 7 và bộ phận chống thấm cách điện 20.

Do một phần của cực âm 8 mở rộng qua và cố định tại vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16, cực âm 8 có độ bền và khả năng tự chịu đựng lực hấp dẫn của nó.

Do bố trí lỗ hổng bên trong 52a với một đầu của đầu kết nối 81 của cực âm 8, hiệu ứng làm mát theo hướng đầu kết nối 81 trong tấm chắn lò 6 cũng như phần liên kết của cực âm 8 có thể được tăng cường, với điện trở giảm. Trong khi đó, khi đầu kết nối 81 trong tấm chắn lò 6 có nhiệt độ giảm, nó sẽ có lợi cho việc ngăn chặn chất điện phân như muối nóng chảy ra từ cực âm 8 ra bên ngoài vỏ ngoài và kết tủa ra ngoài.

Thiết bị làm mát 52b bao xung quanh bộ phận chống thấm cách điện 20 và liên kết gần với tấm chắn lò 6 có thể làm mát một cách hiệu quả bộ phận chống thấm cách điện 20 và tấm chắn lò 6, từ đó tiếp tục cải thiện hiệu quả việc ngăn ngừa chất điện phân lỏng rò rỉ.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Neodym, một nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-10000A được sử dụng. Cực dương 9 được liên kết với điện cực dương của nguồn năng lượng. Hai đầu kết nối 81 có thể được kết nối tương ứng với điện cực âm của nguồn năng lượng, hoặc chỉ một đầu kết nối 81 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Khi hai đầu kết nối 81 có thể được kết nối tương ứng với điện cực âm của nguồn năng lượng, dòng điện của đầu kết nối 81 và dây điện

có thể bị giảm. Các thông số kỹ thuật chính của quy trình điện phân như sau: nhiệt độ điện phân tại 1030-1100°C, dòng điện điện phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,4V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodym là 5,1kW·h/(kg Nd).

Ví dụ so sánh 1

Tham chiếu tới Hình 15.

Lò nung điện phân muối nóng chảy của kim loại đất hiếm 5kA bao gồm nắp lò 30, cực âm 31, tấm dẫn điện cực dương 32, vòng đệm corundum 33, màng giữ nhiệt 34, tấm chắn lò 35, cực dương 36, vỏ ngoài 37 và chén nung Molybden 38. Vỏ ngoài 37 được làm bằng các tấm thép hàn với nhau, màng giữ nhiệt 34 được chế tạo bằng vật liệu như bông giữ nhiệt và gạch, và tấm chắn lò khoang graphit 35 được làm bằng than chì graphit và chất độn. Khoang bên trong tấm chắn lò 35 tạo thành buồng đốt 39. Trong khoang graphit buồng đốt 39, được bố trí một chén nung Molybden 38, bốn cực dương 36 và một cực âm 31, trong đó, cực âm 31 được treo bên trong buồng đốt 39 và trên chén nung Molybden 38, các cực dương 36 treo bên trong buồng đốt 39 bao quanh cực âm 31. Cực âm 31 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Chén nung Molybden 38 được đặt ở đáy buồng đốt 39. Hai tấm dẫn điện cực dương 32 có một đầu thấp hơn được liên kết với cực dương 36, và đầu cao hơn được liên kết với điện cực dương của nguồn năng lượng.

Khi lò nung điện phân 5kA theo ví dụ so sánh được sử dụng để sản xuất kim loại Neodym bằng điện phân, nguồn năng lượng KG6000A được sử dụng, với thông số quy trình kỹ thuật chính: nhiệt độ điện phân tại 1030-1150°C, dòng điện điện phân khoảng 5000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 9,5V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm là 8,8kW·h/(kg Nd).

Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo sáng chế có những thiếu sót: khi cực âm treo ở miệng lò hồ, rất khó để thu được khí thoát ra, điều kiện làm việc khắc nghiệt, và cường độ làm việc cao; sản xuất có quy mô nhỏ, có điện áp cao, nhiệt độ lò cao và mức tiêu thụ năng lượng cao, không gian trên miệng lò hơi nhỏ với cấu trúc phức tạp nên khó có thể sản xuất tự động và quy mô lớn. Để đảm bảo hoạt động bình thường của lò nung điện phân và tạo điều kiện thuận lợi cho việc điều chỉnh các thông số quy trình, nguồn điện vượt quá yêu cầu thực tế thường được sử dụng, nghĩa là nguồn điện được bố trí quá mức và kết quả là khi thực hiện điện phân thông thường, tỷ lệ và hiệu quả sử dụng thấp.

Phương án 9

Tham chiếu tới hình 1, hình 7 và hình 12.

Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính 12 và các lò nung điện phân I và II. Hai lò nung điện phân I và II được kết nối thành chuỗi, và mạch

chính 41 (thể hiện bằng đường mảnh tại Hình 12) được tạo thành bởi hai lò nung điện phân I, II và một nguồn năng lượng chính 12. Đặc biệt, cực dương 9 của lò nung điện phân I được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12, cực âm 8 của lò nung điện phân II được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12, và cực âm 8 của lò nung điện phân I được kết nối với cực dương 9 của lò nung điện phân II, từ đó tạo ra cụm lò nung điện phân.

Hai lò nung điện phân I và II giống nhau, giống lò nung điện phân được mô tả tại phương án 1. Nguồn năng lượng chính 12 là nguồn năng lượng KG6000A.

Khi thực hiện điện phân, nguồn năng lượng chính 12 cung cấp điện áp tổng và dòng điện điện phân yêu cầu của các lò nung điện phân I và II. Khi các thông số như dòng điện điện phân, mật độ dòng điện và nhiệt độ của một lò nung điện phân tương ứng cần được điều chỉnh, cực dương 9 tương ứng có thể được kiểm soát chuyển động lên xuống, trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 của lò nung điện phân tương ứng để điều chỉnh khu vực điện phân hiệu quả của cực dương 9 và mật độ dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng.

Khi thực hiện điện phân, lò nung điện phân I sản xuất kim loại Neodym, và lò nung điện phân II sản xuất kim loại Praseodym, với các thông số kỹ thuật quá trình chính như sau:

lò nung điện phân I: nhiệt độ điện phân tại $1030-1100^{\circ}\text{C}$, dòng điện điện phân khoảng 6000A, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodym là $4,8\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{kg Nd})$.

lò nung điện phân II: nhiệt độ điện phân tại $1000-1050^{\circ}\text{C}$, dòng điện điện phân khoảng 6000A, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Praseodym là $4,7\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{kg Pr})$.

nguồn năng lượng chính 12: điện áp đầu ra 12,7V, dòng điện đầu ra 6000A.

Điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 tăng giúp giảm tổn thất năng lượng điện.

Sau khi các loại sản phẩm hoặc kiểu/phương án thay đổi, các thông số quy trình tương ứng của một lò nung điện phân tương ứng trong cụm lò nung điện phân có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm và cực dương.

Phương án 10

Tham chiếu tới hình 3, hình 9, hình 10 và hình 13.

Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính 12, bốn lò nung điện phân (A, N, P, Z), hai nguồn năng lượng phụ (13N, 13P) và tám công tắc (17A, 18A,

17N, 18N, 17P, 18P, 17Z và 18Z). Mỗi lò nung điện phân trong bốn lò nung điện phân được mô tả tại phương án 6. Nguồn năng lượng chính 12 là nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-10000A.

Cực dương 9A của lò nung điện phân A được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12, với công tắc 18A giữa cực dương 9A và nguồn năng lượng chính 12; cực âm 8A của lò nung điện phân được kết nối với cực dương 9N của lò nung điện phân N, với công tắc 18N giữa cực âm 8A và cực dương 9N; cực âm 8N của lò nung điện phân N được kết nối với cực dương 9P của lò nung điện phân P, với công tắc 18P giữa cực âm 8N và cực dương 9P; cực âm 8P của lò nung điện phân P được kết nối với cực dương 9Z của lò nung điện phân Z, với công tắc 18Z giữa cực âm 8P và cực dương 9Z; và cực âm 8Z của lò nung điện phân Z được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12, từ đó tạo ra mạch chính 41 của cụm lò nung điện phân.

Lò nung điện phân N cũng được kết hợp với nguồn năng lượng phụ 13N, và lò nung điện phân P cũng được kết hợp với nguồn năng lượng phụ 13P.

Nguồn năng lượng phụ 13N có một điện cực dương được kết nối với cực dương 9N, và điện cực âm được kết nối với cực âm 8N. Nguồn năng lượng phụ 13P có một điện cực dương được kết nối với cực dương 9P, và điện cực âm được kết nối với cực âm 8P.

Mạch điều khiển 42A được tạo thành bởi công tắc 17A và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42A và công tắc 18A có thể ngắt lò nung điện phân A. Mạch điều khiển 42N được tạo thành bởi công tắc 17N và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân N trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42N và công tắc 18N có thể ngắt lò nung điện phân N. Mạch điều khiển 42P được tạo thành bởi công tắc 17P và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân P trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42P và công tắc 18P có thể ngắt lò nung điện phân P. Mạch điều khiển 42Z được tạo thành bởi công tắc 17Z và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân Z trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42Z và công tắc 18Z có thể ngắt lò nung điện phân Z.

Nơi hợp nhất của các công tắc 18 và mạch điều khiển 42 tương ứng có thể ngắt bất kỳ lò nung điện phân A, N, P, Z, mà không ảnh hưởng đến hoạt động của các lò nung điện phân khác.

Khi thực hiện điện phân, nguồn năng lượng chính 12 cung cấp tổng điện áp yêu cầu bởi các lò nung điện phân A, N, P, Z và dòng điện yêu cầu bởi lò nung điện phân A, Z trong cụm lò nung điện phân cần dòng điện điện phân thấp nhất. Khi các thông số như dòng điện điện phân, mật độ dòng điện và nhiệt độ của một lò nung điện

phân còn lại cần được điều chỉnh, cực dương 9 tương ứng có thể được kiểm soát chuyển động lên xuống, trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 để điều chỉnh khu vực điện phân hiệu quả của cực dương 9 và mật độ dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng. Khi cần thiết, nguồn năng lượng phụ 13 có thể được kiểm soát để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Trong quá trình sản xuất, tại lò nung điện phân A, Z tương ứng, cực dương 9A, 9Z chủ yếu chuyển động trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện cực để kiểm soát thông số quy trình như nhiệt độ điện phân của lò nung điện phân A, Z; trong lò nung điện phân N, đồng thời di chuyển cực dương 9N trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện cực, nguồn năng lượng phụ 13N có dòng điện đầu ra 100A-600A, từ đó kiểm soát thông số quy trình như nhiệt độ điện phân; trong lò nung điện phân P, đồng thời di chuyển cực dương 9P trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện cực, nguồn năng lượng phụ 13P có dòng điện đầu ra 200A-500A, từ đó kiểm soát thông số quy trình như nhiệt độ điện phân.

Trên cơ sở cung cấp điện ổn định từ nguồn năng lượng chính 12, cách điều chỉnh nhạy nhất ở trên là điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm và cực dương, để khoảng cách giữa cực âm và cực dương được ưu tiên điều chỉnh khi điều chỉnh các thông số quy trình. Khi chỉ điều chỉnh khoảng cách điện cực không thể đạt được các thông số tối ưu của quy trình, nguồn năng lượng phụ 13 có thể được kiểm soát để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Sau khi bắt kỳ lò nung điện phân A, N, P, Z bị ngắt từ cụm lò nung điện phân, tổng điện áp và/hoặc dòng điện được đưa ra bằng nguồn năng lượng chính 12 được điều chỉnh để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng, và nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể được kiểm soát để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Các thông số kỹ thuật quy trình chính như sau:

lò nung điện phân A, N, P, Z đều sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, nguồn năng lượng chính 12 đưa ra điện áp 24.6V và dòng điện khoảng 15000A, với nhiệt độ điện phân 1000-1080℃ và tổng năng lượng cho một đơn vị sản phẩm của hợp kim Praseodym Neodym là 4,5kW·h/(kg PrNd).

Điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 thấp hơn tổng nguồn năng lượng điện áp đầu ra được áp dụng khi bốn lò nung điện phân riêng biệt thực hiện điện phân để sản xuất hợp kim Praseodym Neodym.

Phương án 11

Tham chiếu tới hình 1, hình 11 và hình 14.

Một cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính 12, nguồn năng lượng phụ 13 và các lò nung điện phân A, Z.

Hai lò nung điện phân và Z giống nhau, giống lò nung điện phân được mô tả tại phương án 7.

Nguồn năng lượng chính 12 là nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-15000A.

Nguồn năng lượng chính 12, lò nung điện phân A và lò nung điện phân Z được kết nối theo chuỗi tạo ra mạch chính 41 để điện phân, cụ thể, cực dương 9A của lò nung điện phân được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12, cực âm 8Z của lò nung điện phân Z được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12, cực âm 8A của lò nung điện phân được kết nối với cực dương 9Z của lò nung điện phân Z, từ đó tạo ra mạch chính 41 (thể hiện bằng đường mảnh tại Hình 14). Nguồn năng lượng phụ 13 được liên kết với hai đầu của lò nung điện phân Z trong mạch chính 41, cụ thể, nguồn năng lượng phụ 13 có điện cực dương được kết nối với cực dương 9Z của lò nung điện phân Z, và điện cực âm được kết nối với cực âm 8Z của lò nung điện phân Z. Kết quả là, nguồn năng lượng phụ 13 cùng hoạt động với nguồn năng lượng chính 12 để cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân Z với kết nối song song.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, tổng điện áp của cụm lò nung điện phân được kiểm soát bởi điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính 12, và điện năng được cung cấp cho lò nung điện phân A, Z với dòng điện yêu cầu bởi lò nung điện phân A. Trong suốt quá trình sản xuất, để lò nung điện phân A, Z, cực dương 9A, 9Z được di chuyển trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện phân để kiểm soát thông số quy trình như nhiệt độ điện phân lò nung điện phân A, Z; cực dương 9A, 9Z cũng có thể kiểm soát di chuyển lên xuống, hoặc trước sau bằng bộ phận điều chỉnh 3A, 3Z để điều chỉnh khu vực điện phân hiệu quả của cực dương tương ứng và mật độ dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng. Trong lò nung điện phân Z, đồng thời di chuyển cực dương 9Z trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện phân, nguồn năng lượng phụ 13Z có dòng điện đầu ra 100A-600A, từ đó kiểm soát thông số quy trình như dòng điện điện phân và nhiệt độ của lò nung điện phân Z; nguồn năng lượng phụ 13Z cũng có thể điều chỉnh dòng điện đầu ra 100A-600A để kiểm soát thông số quy trình như dòng điện điện phân và nhiệt độ của lò nung điện phân Z. Bề mặt phản ứng của cực âm 8 tương ứng về cơ bản là vuông góc với mức chất lỏng của chất điện phân, và kim loại lỏng Neodym đã được tạo ra chảy xuống bề mặt phản ứng của cực âm 8 chảy thẳng xuống chén nung 10. Cực dương 9 tương ứng được tiêu thụ, bộ phận điều chỉnh 3 tương ứng kiểm soát cực dương 9 tương ứng để di chuyển gần hơn đến cực âm 8, từ đó duy trì khoảng cách

phù hợp giữa cực âm và cực dương. Vì sự tiêu thụ không đồng đều của cực dương 9 có thể xảy ra, cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát để di chuyển lên xuống, và/hoặc trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 để điều chỉnh khu vực điện phân hiệu quả; và khi cần thiết, cực dương 9 cũng có thể kiểm soát quay xung quanh trục ngang và/hoặc trục dọc bằng bộ phận điều chỉnh 3 để giữ bề mặt phản ứng của cực dương 9 song song với cực âm 8. Thông thường, cực dương 9 được quay trong khoảng 15° , tốt nhất là $3-5^\circ$. Tất cả chuyển động nêu trên của cực dương 9 giúp khí tạo ra trong quá trình điện phân thoát ra.

Khi thực hiện điện phân, lò nung điện phân A, Z đều sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, nguồn năng lượng chính 12 đưa ra điện áp 12,4V và dòng điện khoảng 15000A, nguồn năng lượng phụ 13Z đầu ra dòng điện 100A-600A, với nhiệt độ điện phân $1030-1100^\circ\text{C}$ và tổng năng lượng cho một đơn vị sản phẩm của hợp kim Praseodym Neodym là $4,5\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{kg PrNd})$.

Phương án 12

Tham chiếu tới hình 3, hình 9, hình 10 và hình 13.

Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính 12, bốn lò nung điện phân (A, B, N, P, Y và Z), sáu nguồn năng lượng phụ (13A, 13B, 13N, 13P, 13Y và 13Z) và mười hai công tắc (7A, 18A, 17B, 18B, 17N, 18N, 17P, 18P, 17Y, 18Y, 17Z và 18Z). Nguồn năng lượng chính 12 là nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-15000A.

Cực dương 9A của lò nung điện phân được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12, với công tắc 18A giữa cực dương 9A và nguồn năng lượng chính 12; cực âm 8A của lò nung điện phân được kết nối với cực dương 9B của lò nung điện phân B, với công tắc 18B giữa cực âm 8A và cực dương 9B; cực âm 8B của lò nung điện phân B được kết nối với cực dương 9N của lò nung điện phân N, với công tắc 18N giữa cực âm 8B và cực dương 9N; cực âm 8N của lò nung điện phân N được kết nối với cực dương 9P của lò nung điện phân P, với công tắc 18P giữa cực âm 8N và cực dương 9P; cực âm 8P của lò nung điện phân P được kết nối với cực dương 9Y của lò nung điện phân Y, với công tắc 18Y giữa cực âm 8P và cực dương 9Y; cực âm 8Y của lò nung điện phân Y được kết nối với cực dương 9Z của lò nung điện phân Z, với công tắc 18Z giữa cực âm 8Y và cực dương 9Z; và cực âm 8Z của lò nung điện phân Z được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12, từ đó tạo ra mạch chính 41 trong đó nguồn năng lượng chính 12 đồng thời cung cấp năng lượng đến lò nung điện phân tương ứng trong cụm lò nung điện phân.

Mỗi lò nung điện phân được liên kết tương ứng với một nguồn năng lượng phụ 13 có điện cực dương liên kết với cực dương 9 của lò nung điện phân tương ứng, và điện cực âm được liên kết với cực âm 8 của lò nung điện phân tương ứng.

Mạch điều khiển 42A được tạo thành bởi công tắc 17A và dây của nó được kết

nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42A và công tắc 18A có thể ngắt lò nung điện phân A. Mạch điều khiển 42B được tạo thành bởi công tắc 17B và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân B trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42B và công tắc 18B có thể ngắt lò nung điện phân B. Mạch điều khiển 42N được tạo thành bởi công tắc 17N và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân N trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42N và công tắc 18N có thể ngắt lò nung điện phân N. Mạch điều khiển 42P được tạo thành bởi công tắc 17P và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân P trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42P và công tắc 18P có thể ngắt lò nung điện phân P. Mạch điều khiển 42Y được tạo thành bởi công tắc 17Y và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân Y trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42Y và công tắc 18Y có thể ngắt lò nung điện phân Y. Mạch điều khiển 42Z được tạo thành bởi công tắc 17Z và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân Z trong mạch chính 41. Nơi hợp nhất của mạch điều khiển 42Z và công tắc 18Z có thể ngắt lò nung điện phân Z.

Hai lò nung điện phân A, B, N, P, Y và Z giống nhau, giống lò nung điện phân được mô tả tại phương án 2.

Nơi hợp nhất của các công tắc 18 và mạch điều khiển 42 tương ứng có thể ngắt bất kỳ lò nung điện phân trong cụm lò nung điện phân, mà không ảnh hưởng đến hoạt động của các lò nung điện phân khác.

Khi thực hiện điện phân, nguồn năng lượng chính 12 cung cấp tổng điện áp yêu cầu bởi các lò nung điện phân A, B, N, P, Z và dòng điện yêu cầu bởi lò nung điện phân trong cụm lò nung điện phân cần dòng điện điện phân thấp nhất. Khi các thông số như dòng điện điện phân, mật độ dòng điện và nhiệt độ của một lò nung điện phân còn lại cần được điều chỉnh, cực dương 9 tương ứng có thể được kiểm soát chuyển động lên xuống, trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 để điều chỉnh khu vực điện phân hiệu quả của cực dương 9 và mật độ dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng. Khi cần thiết, nguồn năng lượng phụ 13 có thể được kiểm soát để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Trên cơ sở cung cấp điện ổn định từ nguồn năng lượng chính 12, khi điều chỉnh thông số quy trình của lò nung điện phân tương ứng, cách điều chỉnh nhạy nhất ở trên là điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm và cực dương, để khoảng cách giữa cực âm và cực dương được ưu tiên điều chỉnh khi điều chỉnh các thông số quy trình. Khi chỉ điều chỉnh khoảng cách điện cực không thể đạt được các thông số tối ưu của quy

trình, nguồn năng lượng phụ 13 có thể được kiểm soát để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng. Khi chỉ cần điều chỉnh các thông số quy trình của một hoặc vài lò nung điện phân, điều này sẽ thuận tiện nhất bằng cách điều chỉnh nguồn năng lượng phụ của lò nung điện phân cần điều chỉnh.

Khi điều chỉnh các thông số quy trình của lò điện phân bằng cách điều chỉnh dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ của lò nung điện phân, do điện áp điện phân của lò nung điện phân không cần phải điều chỉnh, nó sẽ có lợi cho việc giảm điện năng tiêu thụ điện phân.

Dưới tác động của nước mát trong áo nước làm mát 52 và ống đồng 52b, một mặt, nhiệt độ, điện trở và điện năng tiêu thụ của mỗi đơn vị sản phẩm của cực âm 8 được giảm; mặt khác, trong tình huống chất lỏng điện phân bên trong lò rò rỉ dọc theo cực âm 8, chất điện phân có thể được đông lại trước khi rò rỉ.

Sau khi bất kỳ lò nung điện phân A, B, N, P, Y và Z bị ngắt từ cụm lò nung điện phân, tổng điện áp và/hoặc dòng điện được đưa ra bằng nguồn năng lượng chính 12 được điều chỉnh để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng, và nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể được kiểm soát để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Các thông số kỹ thuật quy trình chính như sau:

lò nung điện phân A, B, N, P, Y và Z đều sản xuất hợp kim Praseodym Neodym, nguồn năng lượng chính 12 đưa ra điện áp 37,6V và dòng điện khoảng 15000A, với nhiệt độ điện phân 1000-1080°C và tổng năng lượng cho một đơn vị sản phẩm của hợp kim Praseodym Neodym là 4,4kW·h/(kg PrNd).

Trong suốt quá trình sản xuất, trong lò nung điện phân A, B, Z, cực dương 9 chủ yếu di chuyển trái và phải để điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm 8 và cực dương 9 để kiểm soát thông số quy trình như điện áp điện phân và nhiệt độ lò nung điện phân, trong khi nguồn năng lượng phụ 13A, 13B, 13Z có dòng điện đầu ra tương ứng 100A-400A; trong lò nung điện phân N, đồng thời chuyển động cực dương 9N trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện phân, nguồn năng lượng phụ 13N có dòng điện đầu ra 400A-600A, từ đó kiểm soát thông số quy trình như nhiệt độ điện phân; trong lò nung điện phân P và Y, đồng thời chuyển động cực dương 9P, 9Y trái và phải để điều chỉnh khoảng cách điện phân, nguồn năng lượng phụ 13P, 13Y tương ứng có dòng điện đầu ra 600A-900A, từ đó kiểm soát thông số quy trình như nhiệt độ điện phân.

Khi thông số quy trình như nhiệt độ điện phân của một lò nung điện phân cần được điều chỉnh trong suốt quá trình sản xuất, nó có thể điều chỉnh dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng, mà có ít ảnh hưởng lên các lò nung điện phân khác trong cụm lò nung điện phân.

Giá trị tuyệt đối của sự khác biệt giữa điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 và tổng của điện áp đầu ra nguồn điện được áp dụng khi các lò nung điện phân riêng lẻ điện phân kim loại đất hiếm có xu hướng tăng cùng với tổng số lò nung điện phân hoạt động tăng trong cụm lò nung điện phân, từ đó năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm có xu hướng giảm cùng với tổng số lò nung điện phân hoạt động tăng trong cụm lò nung điện phân.

Phương án 13

Tham chiếu tới hình 2 và hình 7.

Lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, bộ phận điều chỉnh 3, nắp đóng 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, cực âm 8, cực dương 9, chén nung 10, áo nước làm mát 52, màng giữ nhiệt 16 và bộ phận chống thấm cách điện 20. Màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được bố trí bên trong vỏ ngoài 7, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo ra buồng đốt 5 với đỉnh hở, và nắp đóng 4 được đặt bên trên vỏ ngoài 7 và bao phủ vỏ ngoài 7. Trong buồng đốt 5, được bố trí hai cực âm 8a, 8b và ba cực dương 9a, 9b, 9c. Cực âm 8 tương ứng được làm từ tấm kim loại, với một phần trở thành đầu kết nối 81 mở rộng từ bên ngoài vỏ ngoài 7 đến bên trong tấm chắn lò 6, với một phần khác kéo dài từ bên ngoài vỏ ngoài 7 thông qua vỏ ngoài 7, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được treo theo chiều dọc bên trong buồng đốt 5 và được cố định kín bởi bộ phận chống thấm cách điện 20 trong tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7. Phần cao hơn tương ứng 91a, 91b, 91c của cực dương 9a, 9b, 9c đi xuyên qua nắp đóng 4 và kết nối lần lượt với bộ phận điều chỉnh 3a, 3b, 3c tương ứng trên nắp đóng 4. Bộ phận điều chỉnh 3 có thể kiểm soát cực dương 9 tương ứng để di chuyển lên xuống, trước sau, và/hoặc trái phải. Chén nung 10 có dạng hình thang, và được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới hai cực âm 8, với một cạnh trên của chén nung 10 giữ định hướng theo chiều ngang, và với một góc của đáy chén nung 10 sâu hơn các góc khác. Áo nước làm mát 52 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7 và được giữ khoảng cách khớp với vỏ ngoài 7. Khoảng cách phù hợp giữa áo nước làm mát 52 và vỏ ngoài 7 được thiết lập để vật liệu cách điện yêu cầu có thể được bố trí khi hai bộ phận tiếp xúc trực tiếp.

Phần đỉnh của cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, hai đầu kết nối 81 được bố trí song song với mặt ngoài của vỏ ngoài 7 và sau đó kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng. Các nguyên liệu như hợp chất Lantan được cho qua ống dẫn nhiên liệu 1 vào trong buồng đốt 5, và cực âm 8 bên trong buồng đốt 5 được hoàn toàn chìm trong dung dịch lỏng. Sau khi nguồn năng lượng được bật lên, dung dịch Lantan được điện phân trên cực âm 8, kim loại lỏng Lantan được tạo ra và chảy qua chén nung 10 chảy xuống cực âm 8 và được thu lại trong chén nung 10 và sau đó tự động thu lại ở đầu sâu hơn và rộng hơn của chén nung 10. Khi các thông số quy trình như điện áp, dòng điện và mật độ dòng điện của lò nung điện phân cần được điều chỉnh, cực dương 9 có thể được kiểm soát chuyển

động lên xuống, hoặc trước sau, bằng bộ phận điều chỉnh 3 để điều chỉnh thông số quy trình như khu vực điện phân hiệu quả của cực dương 9 và mật độ dòng điện; cực dương 9 cũng có thể được kiểm soát để chuyển động trái phải bằng bộ phận điều chỉnh 3 để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương để điều chỉnh thông số quá trình.

Khi sử dụng Lantan Clorua khan làm nguyên liệu để sản xuất kim loại Lantan bằng cách điện phân trong hệ thống muối clorua nóng chảy, tốc độ tiêu thụ của cực dương 9 chậm, để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương dẫn đến lượng tiêu thụ cực dương 9 nhỏ, từ đó, cực dương 9 giữa hai cực âm 8 có thể được điện phân ở cả hai mặt giúp tăng hiệu quả của cực dương 9 này.

Các thông số kỹ thuật chính của quy trình điện phân như sau: nhiệt độ điện phân tại 920-980°C, dòng điện điện phân khoảng 8000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 10V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Lantan là 10,7kW·h/(kg La).

Trên đây chỉ là một số phương án để minh họa tốt hơn trong sáng chế này, những người có trình độ hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, cách thực hiện của sáng chế này không giới hạn ở những cách nói trên và bất kỳ phương án tương đương nào dựa trên cơ sở sáng chế được chấp nhận trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính (12) và ít nhất hai lò nung điện phân, trong đó:

mỗi lò nung điện phân bao gồm cực âm (8) và cực dương (9), điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được liên kết với cực dương của lò nung điện phân thứ nhất, cực dương của mỗi lò nung điện phân sau đó được liên kết với cực âm của lò nung điện phân trước đó, và cực âm của lò nung điện phân cuối cùng được liên kết với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12), mạch điện cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân từ nguồn năng lượng chính (12) tạo thành mạch chính (41), khác biệt ở chỗ,

mỗi lò nung điện phân bao gồm bộ phận điều chỉnh (3), vỏ ngoài (7), màng giữ nhiệt (16), cực âm (8) mở rộng từ một bên vỏ ngoài (7) thông qua vỏ ngoài (7), màng giữ nhiệt (16) và tấm chắn lò (6) được đặt theo chiều dọc, và một phần cực âm (8) từ trong tấm chắn lò (6) ra ngoài vỏ ngoài (7) tạo thành một đầu kết nối (81), cực dương (9) được treo ở một bên của cực âm (8), bộ phận điều chỉnh (3) kiểm soát chuyển động của cực dương (9); chuyển động của cực dương (9) bao gồm chuyển động tiến và lùi, chuyển động lên và xuống, và/hoặc quay.

2. Cụm lò nung điện phân theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, cụm lò nung này có ít nhất một lò nung điện phân được bố trí với một nguồn năng lượng phụ (13), một điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực dương của lò nung điện phân tương ứng, và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực âm của lò nung điện phân tương ứng.

3. Cụm lò nung điện phân theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, chuyển động của cực dương (9) bao gồm chuyển động qua trái và phải.

4. Cụm lò nung điện phân theo điểm 1 hoặc điểm 2 hoặc điểm 3, khác biệt ở chỗ, cụm lò nung này còn bao gồm công tắc và mạch điều khiển (42) để ngắt điện bất kỳ lò nung điện phân nào trong cụm lò nung điện phân.

5. Cụm lò nung điện phân theo điểm 2, khác biệt ở chỗ, cụm lò nung này bao gồm một nguồn năng lượng chính (12), bốn lò nung điện phân (A, N, P, Z), bốn nguồn năng lượng phụ (A13, N13, P13, Z13) và tám công tắc (A1, A2, N1, N2, P1, P2, Z1, Z2), lò nung điện phân còn bao gồm ống dẫn nhiên liệu (1), nắp đóng (4), buồng đốt (5), tấm chắn lò (6), vỏ ngoài (7), chén nung (10), áo nước làm mát (52), màng giữ

nhiệt (16) và bộ phận chống thấm cách điện (20), trong đó:

tấm chắn lò (6) được bố trí bên trong vỏ ngoài (7), khoang bên trong tấm chắn lò (6) tạo ra buồng đốt (5) với đỉnh hở, nắp đóng (4) được bố trí ở đỉnh buồng đốt (5) và bao phủ màng giữ nhiệt (16);

hai cực âm (8) và bốn cực dương (9) được bố trí bên trong buồng đốt (5), đầu của mỗi cực âm (8) mở rộng từ bên ngoài của vỏ ngoài (7) thông qua vỏ ngoài (7) và tấm chắn lò (6) vào trong buồng đốt (5) được đặt theo chiều dọc, đầu còn lại từ trong tấm chắn lò (6) đến bên ngoài của vỏ ngoài (7) tạo ra đầu kết nối (81) được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng bên ngoài của lò, mỗi cực âm (8) được gắn chặt bên trong tấm chắn lò (6) một cách kín, bộ phận chống thấm cách điện (20) được bố trí giữa cực âm (8) và nơi hợp nhất của tấm chắn lò (6) và vỏ ngoài (7);

mỗi cực dương (9) có dạng hình chữ nhật, và đầu cao hơn của mỗi cực dương (9) được gắn vào đầu thấp hơn của bộ phận điều chỉnh (3) được đặt trên nắp đóng (4) và mở rộng qua nắp đóng (4), hai cực dương (9) được treo song song trên cả hai mặt của mỗi cực âm (8), đầu cao hơn của bộ phận điều chỉnh (3) được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng thông qua đường dây dẫn;

bộ phận điều chỉnh (3) được bố trí để kiểm soát cực dương (9) di chuyển lên xuống, và/hoặc trước, sau, trái và phải;

một chén nung (10) được bố trí dưới mỗi cực âm (8) và tại đáy của buồng đốt (5), và một đường dẫn liên kết được bố trí giữa hai chén nung (10);

áo nước làm mát (52) được gắn trên bề mặt đầu kết nối (81) bên ngoài vỏ ngoài (7).

6. Phương pháp vận hành cụm lò nung điện phân theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm bước sử dụng nguồn năng lượng chính (12) để cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân, và bước điều chỉnh thông số quy trình điện phân của cụm lò nung điện phân bằng cách điều chỉnh dòng điện và/hoặc điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chính (12).

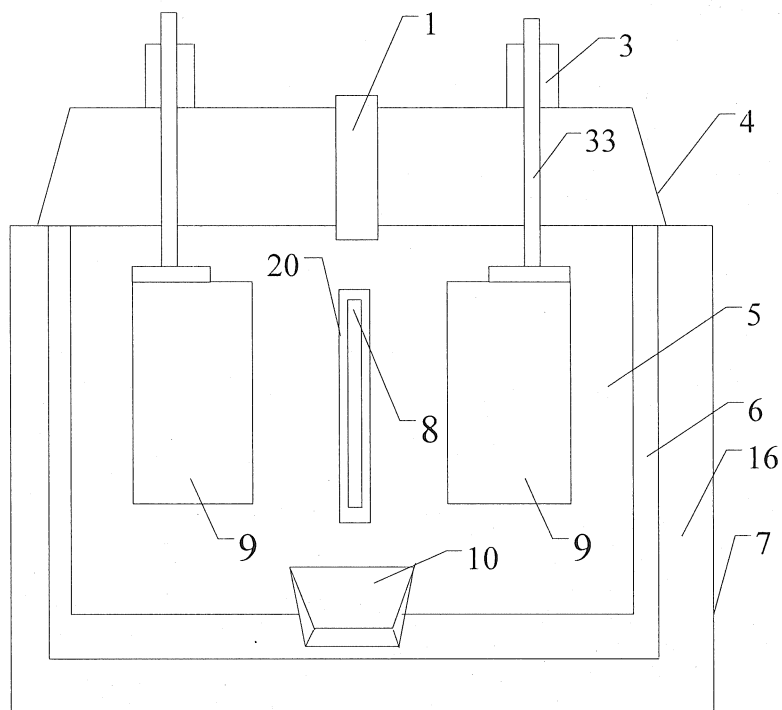
7. Phương pháp vận hành theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ (13) để điều chỉnh thông số quy trình điện phân của mỗi lò nung điện phân tương ứng.

8. Phương pháp vận hành theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, khi một lò nung điện phân trong cụm lò nung cần dừng lại, công tắc có trách nhiệm được kiểm soát để tắt nguồn điện từ mạch chính (41) vào lò, và bật mạch điều khiển (42) để dừng lò nung

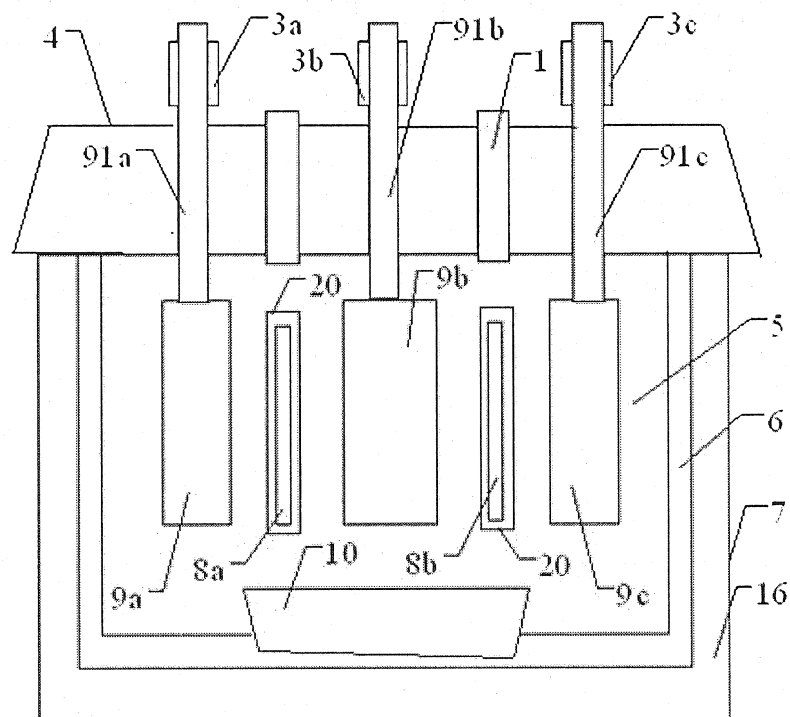
điện phân trong cụm lò nung điện phân.

9. Phương pháp vận hành theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện tổng đầu ra của nguồn năng lượng chính (12) để điều chỉnh các thông số quy trình liên quan, sau khi đã ngắt điện ít nhất một lò nung điện phân.

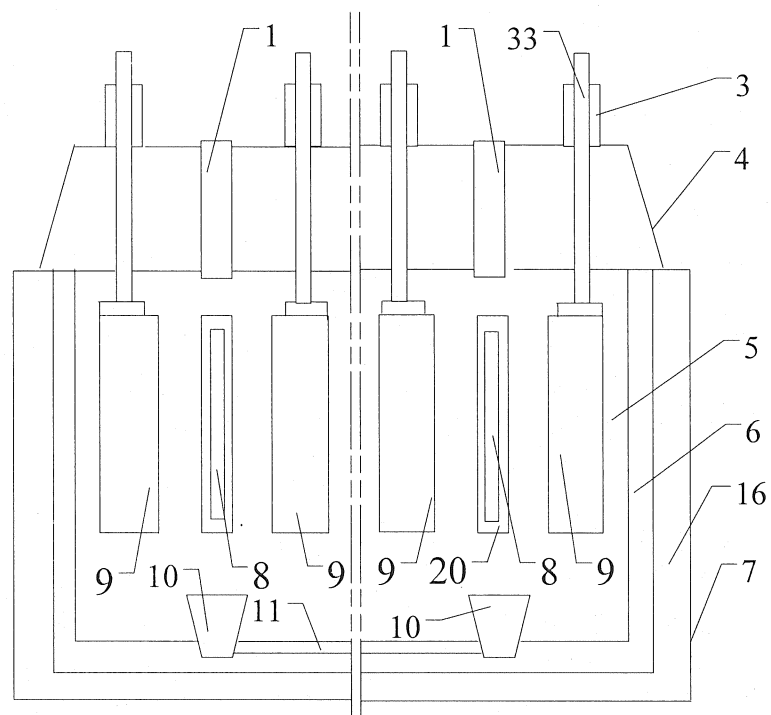
10. Phương pháp vận hành theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, bước kiểm soát chuyển động của cực dương (9) bằng cách sử dụng bộ phận điều chỉnh (3) của mỗi lò nung điện phân riêng lẻ, và từ đó điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm (8) và cực dương (9), và/hoặc điều chỉnh khu vực điện phân hiệu quả để điều chỉnh thông số quy trình điện phân của mỗi lò nung điện phân riêng lẻ.



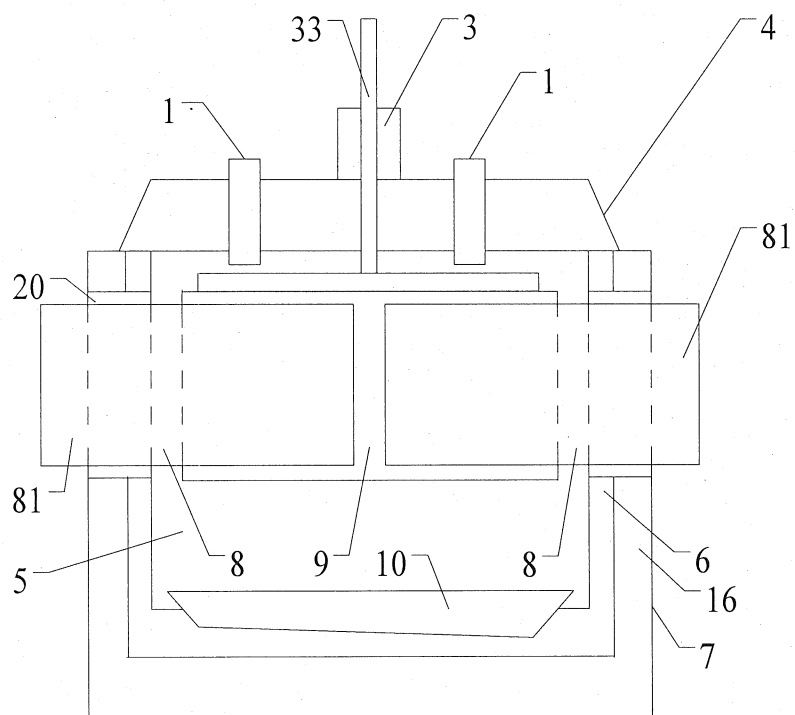
HÌNH 1



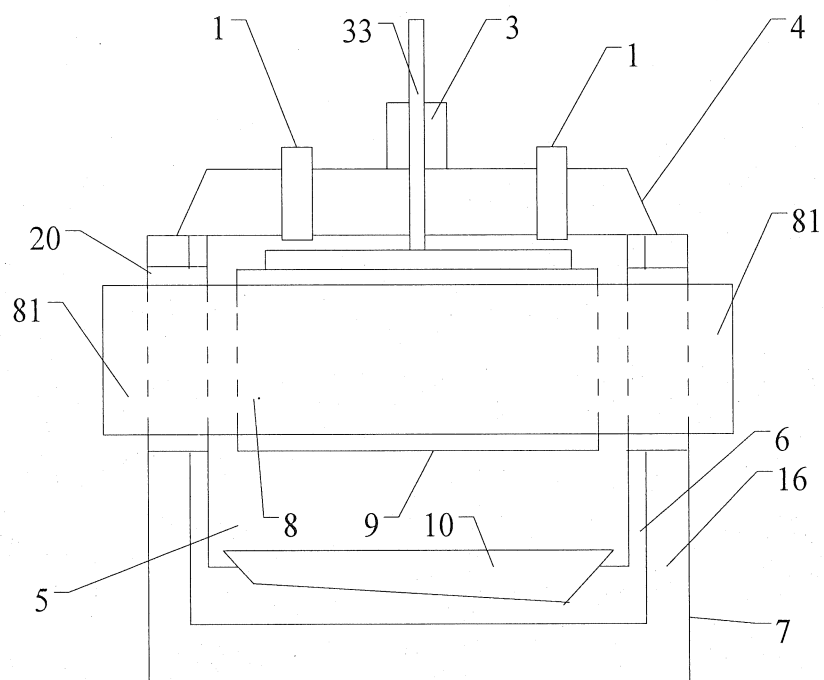
HÌNH 2



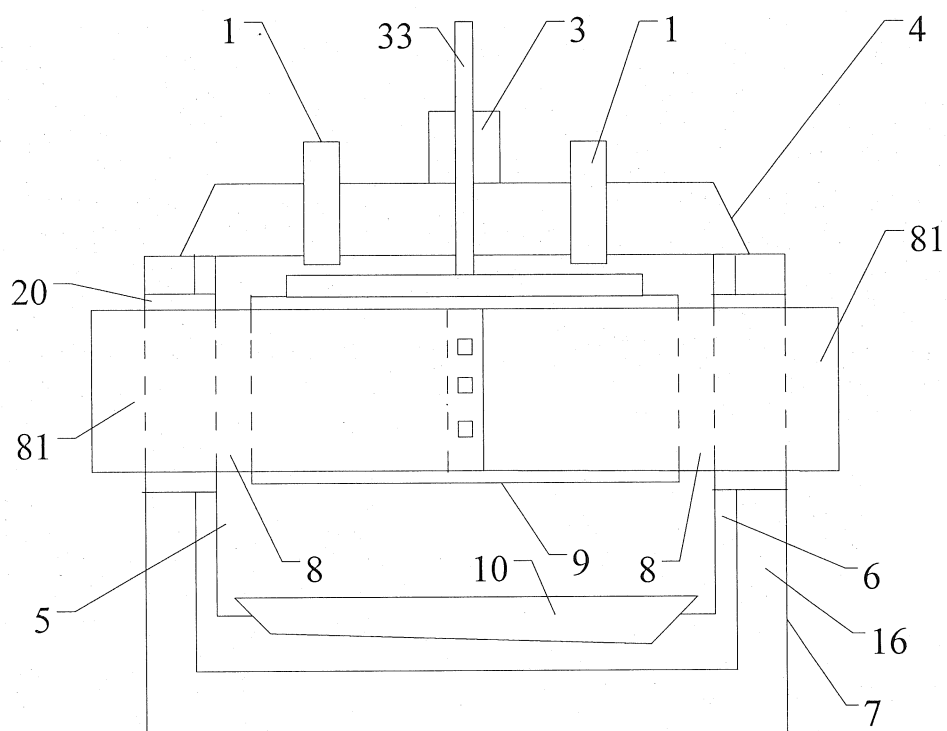
HÌNH 3



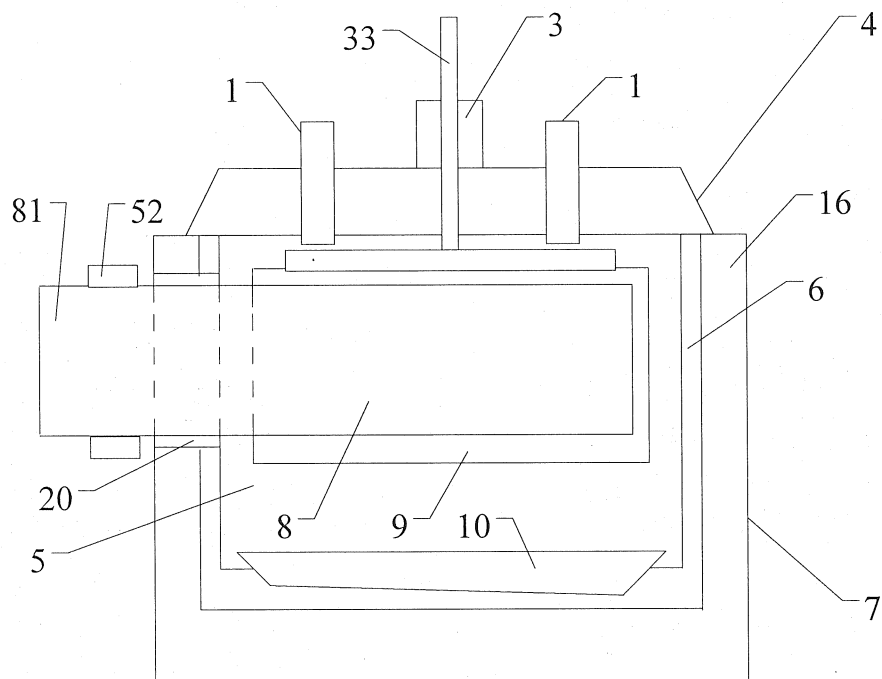
HÌNH 4



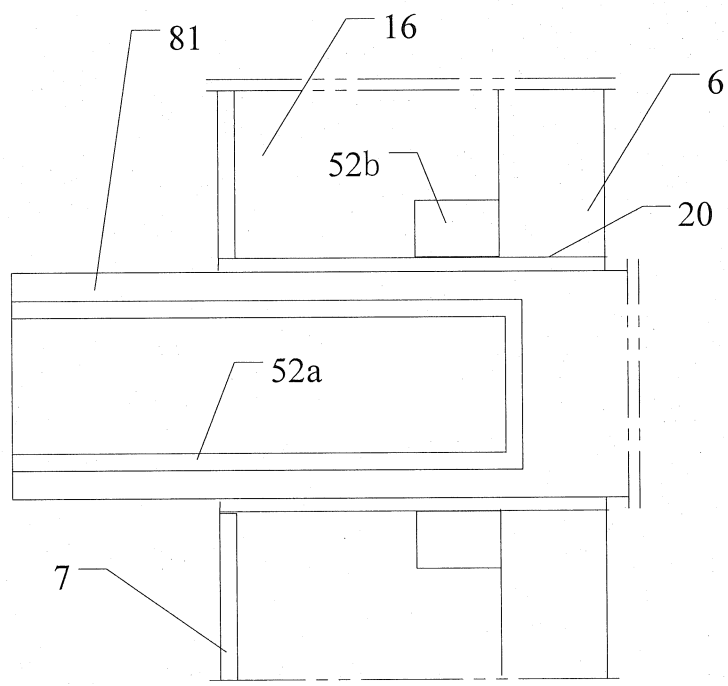
HÌNH 5



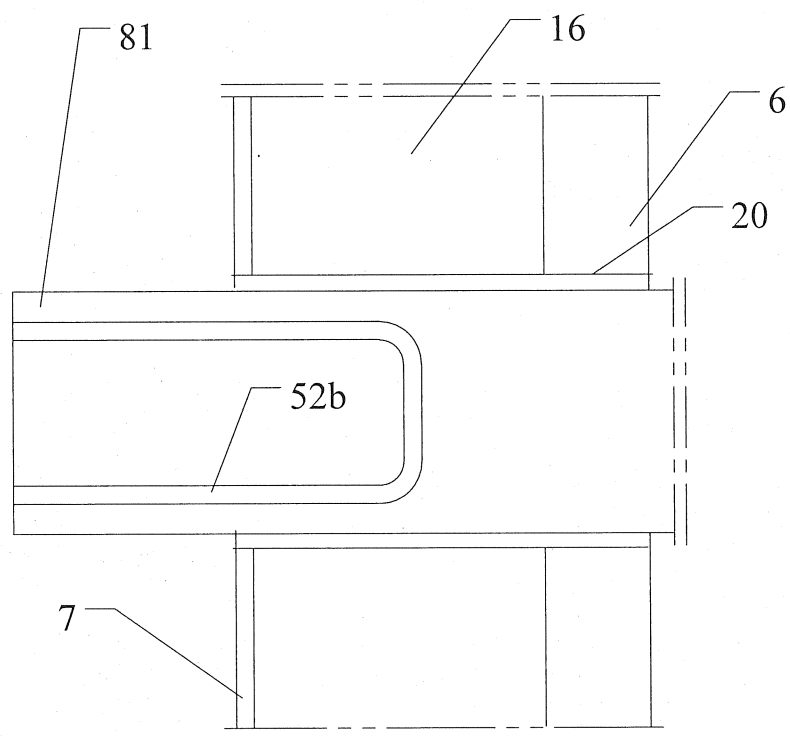
HÌNH 6



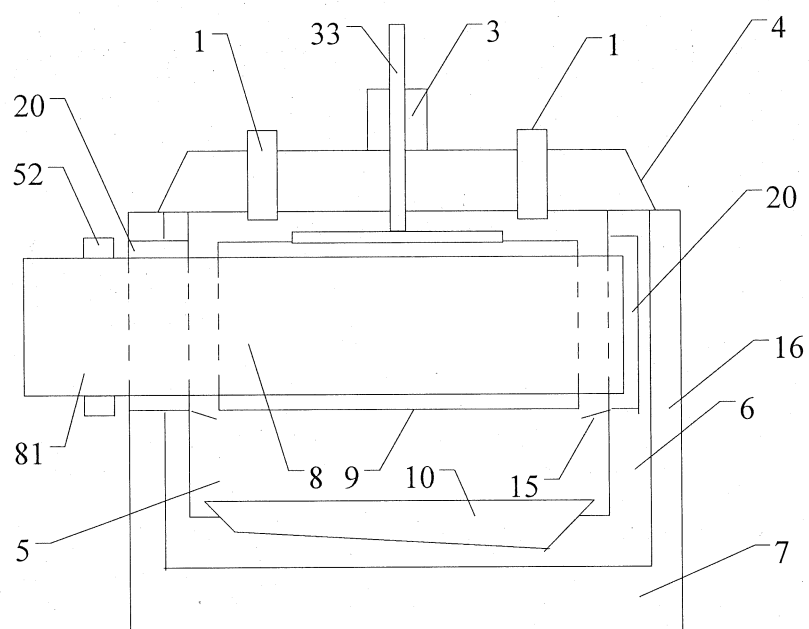
HÌNH 7



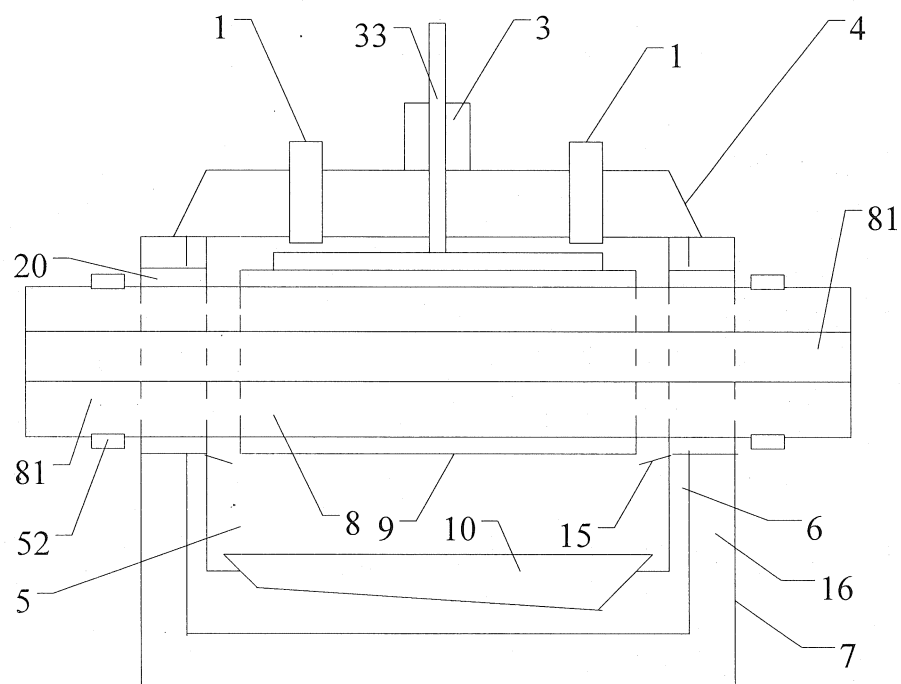
HÌNH 8



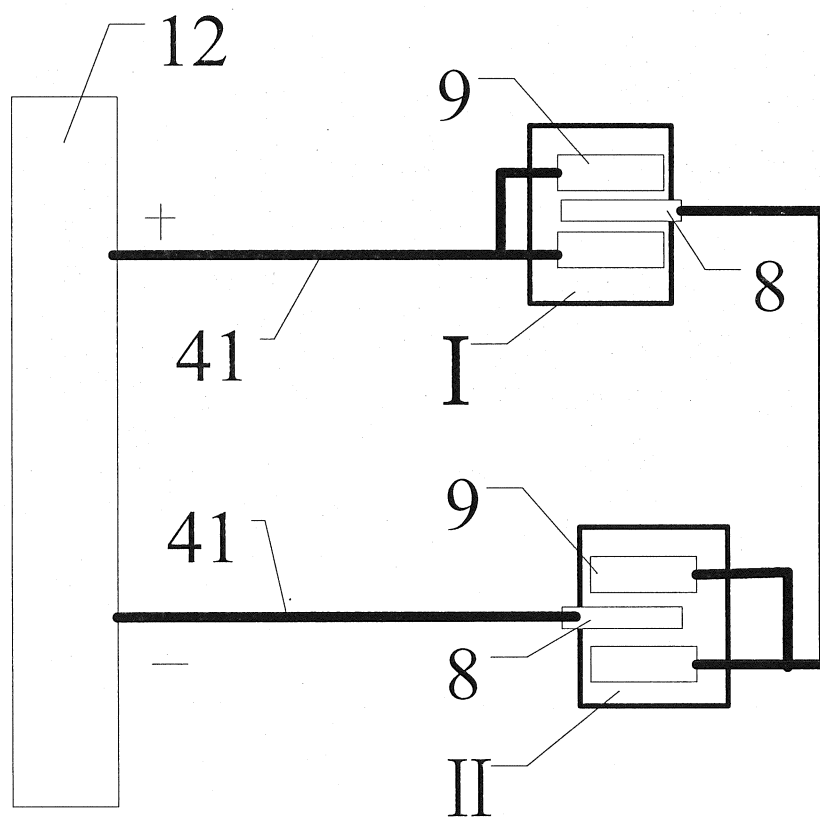
HÌNH 9



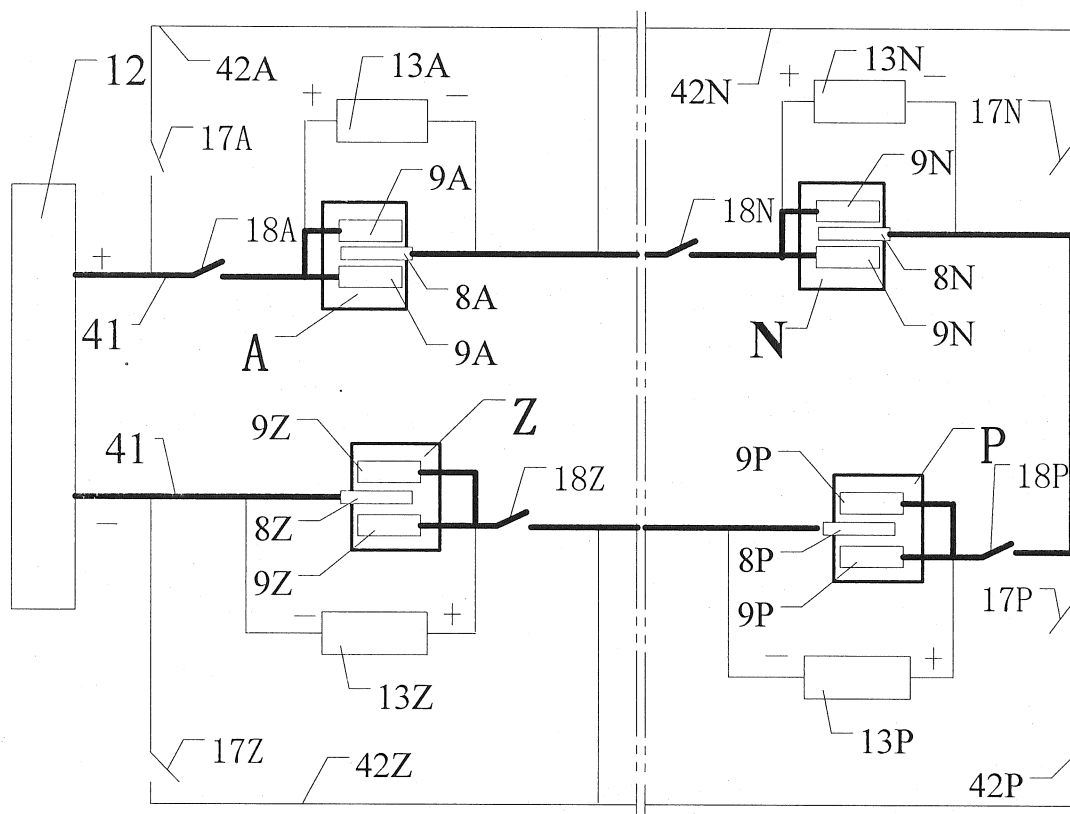
HÌNH 10



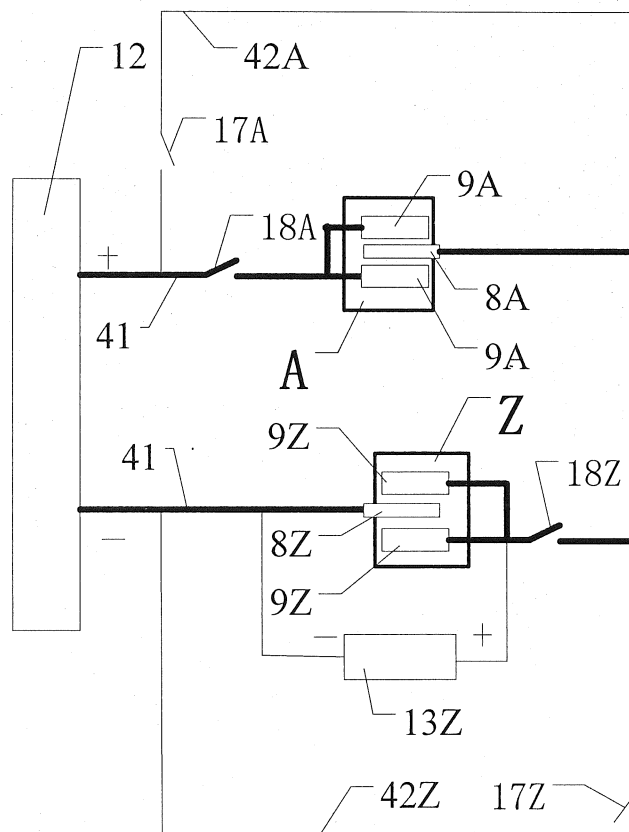
HÌNH 11



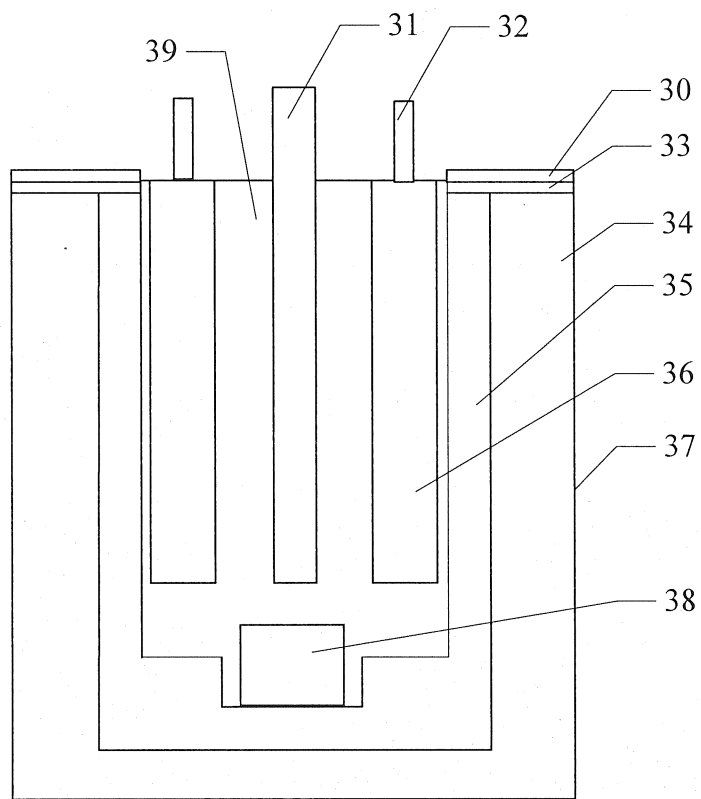
HÌNH 12



HÌNH 13



HÌNH 14



HÌNH 15