



(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)



1-0042005

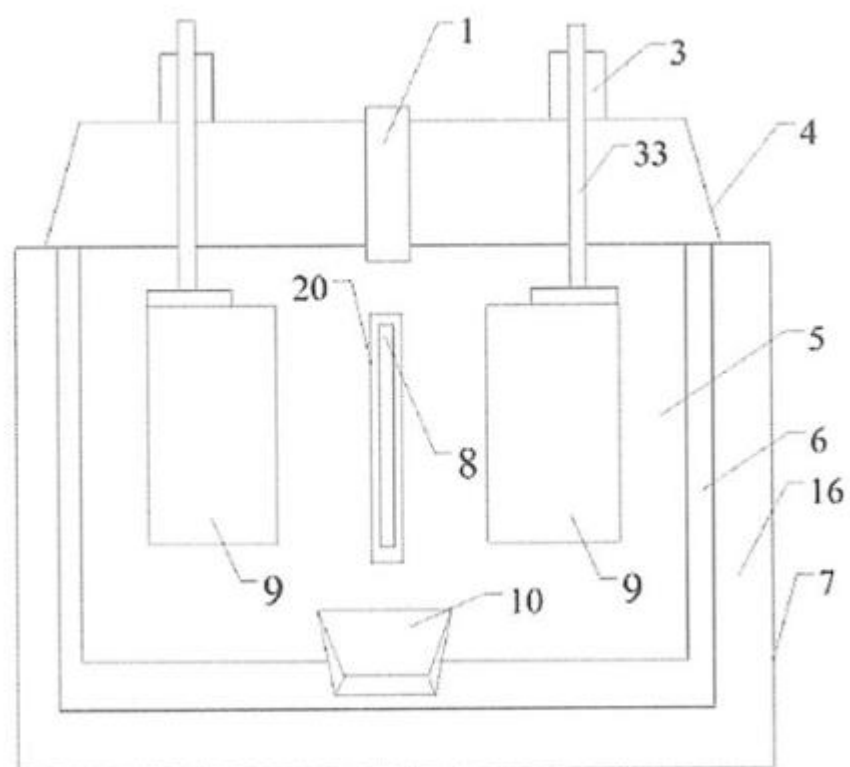
(51)⁷ C25C 3/34; C25C 7/00

(13) B

- (21) 1-2017-02276 (22) 23/11/2015
(86) PCT/CN2015/095275 23/11/2015 (87) WO 2016/082726 02/06/2016
(30) 201410674627.5 24/11/2014 CN; 201510067517.7 06/02/2015 CN; 201510225049.1 05/05/2015 CN
(45) 25/12/2024 441 (43) 25/10/2017 355A
(73) Qiandong Rare Earth Group Co., Ltd. (CN)
No.289, Qiandong Road, Shuidong Town, Zhanggong District, Ganzhou City
341000, Jiangxi Prov., China
(72) GONG, Bin (CN); CAI, Zhishuang (CN); LIANG, Xuemin (CN); CHEN, Xiping (CN); WANG, Youshan (CN); ZHANG, Lizhi (CN); LIU, Mingbiao (CN); CHEN, Yanxin (CN); XIE, Nan (CN); LIN, Weiqing (CN).
(74) Công ty cổ phần Tư vấn S&B (S&B CONSULTANT., CORP.)

(54) LÒ NUNG ĐIỆN PHÂN KIM LOẠI ĐẤT HIẾM VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH LÒ NUNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến lò nung điện phân kim loại đất hiếm, liên quan đến lĩnh vực thiết bị luyện kim và sử dụng kim loại đất hiếm. Lò nung điện phân này bao gồm bộ phận điều chỉnh (3), vỏ chống thấm (4), cực âm (8), cực dương (9), và bộ phận chống thấm cách điện (20). Cực âm (8) và cực dương (9) được thiết kế song song theo chiều dọc, và cực dương (9) có thể di chuyển để điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm và cực dương. Lò nung điện phân có những ưu điểm sau: dễ khí phản ứng thoát ra và thu lại dễ dàng, thu được sản phẩm dễ dàng, làm sạch các chất cặn tạo ra bởi phản ứng dễ dàng, và thuận tiện để lắp đặt thiết bị cũng như đưa ra các thành phần và sản phẩm; cực âm có tuổi thọ dài; nhiều bộ cực âm và cực dương có thể được lắp đặt đồng thời trong cùng một lò nung điện phân để tạo điều kiện sản xuất tự động và quy mô lớn; tiết kiệm năng lượng hơn để đạt được sản xuất sạch; thiết bị làm mát làm giảm nhiệt độ của cực âm, qua đó tăng cường hiệu quả 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. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp vận hành lò nung này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lò nung điện phân để sản xuất kim loại đất hiếm và hợp kim của chúng, tổ hợp lò nung điện phân bao gồm các lò nung điện phân, và phương pháp hoạt động giống nhau, liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật thiết bị luyện kim và sử dụng kim loại đất hiếm.

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 và hợp kim của chúng thông thường trong khoảng 900°C.

Theo đơn sáng chế Trung Quốc công bố ngày 13/02/2013 với số CN102925931A và tiêu đề “Bình điện phân nóng chảy muối của kim loại đất hiếm có cực âm bên đặt chìm” bộc lộ “một bình điện phân bao gồm vỏ bình 10, một tấm đệm tại cực âm 1, một thanh dẫn điện cực âm 2, một tấm chắn cách điện 3, một tấm chắn lót lò 4, một vòng cách điện 5, một kim loại làm lệch hướng 6, một chén nung 7, đáy lò 8, và một cực dương 9; một cực âm 1 được kết nối với một thanh dẫn điện cực âm 2, và một cực âm 1 được gắn vào bên trong tấm chắn lót lò 4 và một 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; tấm đệm tại cực âm 1 nằm dưới cực dương 9, và có góc liên kết nằm song song 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 tấm đệm tại cực âm 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 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 một sơ đồ kỹ thuật về “sự kết hợp một số lượng bình thủy phân bằng việc kết nối chúng trong chuỗi và sau đó đồng thời cung cấp 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”, 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 phân. Sơ đồ kỹ thuật có khiếm khuyết 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 sáng chế, sáng chế đề cập đến lò nung điện phân, như sơ đồ kỹ thuật sau:

Một lò nung thủy phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, một vỏ ngoài 7, một cực âm 8, một cực dương 9, một chén nung 10, một màng giữ nhiệt 16 và một 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 sắp xếp theo thứ tự từ ngoài vào trong, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với phần đỉnh mở, vỏ chống thấm 4 được thiết kế trên đỉnh buồng đốt 5; cực âm 8, cực dương 9 và chén nung 10 được thiết kế 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 sự kết hợp 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 thiết kế ở trên vỏ chống thấm 4 để kiểm soát hoạt 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 thiết kế tại đáy của buồng đốt 5 và dưới cực âm 8; ống dẫn nhiên liệu 1 mở rộng thông qua vỏ chống thấm 4 và được liên kết với buồng đốt 5. Trong đó, tốt hơn để sửa bộ phận điều chỉnh 3 thông qua vỏ chống thấm 4, và nó cũng tốt hơn để tạo ra một bộ phận chống thấm cách điện 20 tương ứng bên trong tấm chắn lò 6 và bên trong màng giữ nhiệt 16.

Theo sơ đồ kỹ thuật của sáng chế, một đầu của cực âm 8 bên trong lò được nhúng vào tấm chắn lò 6 đối diện đầu kết nối 81, và được thiết kế với bộ phận chống thấm cách điện 20 giữa đầu này và tấm chắn lò 6.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, cực dương 9 được sắp xếp ở cả hai mặt của cực âm 8.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, cực âm 8 và cực dương 9 được sắp xếp theo một cách khác.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, cực âm 8 mở rộng đến buồng đốt 5 từ cả hai mặt của lò, có thể nói rằng, đầu kết nối 81 cực âm 8 mở rộng từ buồng đốt 5 thông qua tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 vỏ ngoài 7 ra ngoài hai mặt đối diện.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, hai cực âm 8 đối diện nhau được kết nối với nhau trong buồng đốt.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, cực âm 8 kéo dài xuyên qua tấm chắn lò 6 và vỏ ngoài 7 tại cả hai mặt, và đầu kết nối 81 của cực âm 8 sắp xếp tương ứng bên ngoài vỏ ngoài 7 ở cả hai mặt.

Trong sơ đồ kỹ thuật 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 sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, đầu thấp hơn ở đáy của chén nung 10 mở rộng hơn đầu kia.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, lò nung điện phân bao gồm rãnh 11 để kết nối hai hoặc nhiều chén nung 10.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, đầu kết nối 81 của cực âm 8 được lắp đặt với một thiết bị làm mát 12.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, thiết bị làm mát 12 được thiết kế ở một vị trí tương ứng với cực âm kết nối với đầu kết nối 81 và/hoặc bộ phận chống thấm cách điện 20, để làm mát cực âm kết nối với đầu kết nối 81 và/hoặc bộ phận chống thấm cách điện 20.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, thiết bị làm mát 12 là một thiết bị làm mát ngoài và/hoặc thiết bị làm mát trong, thiết bị làm mát ngoài được sắp xếp tại bề mặt ngoài của đầu kết nối 81, thiết bị làm mát trong được sắp xếp trong đầu kết nối 81.

Trong sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, thiết bị làm mát 12 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 sơ đồ kỹ thuật theo sáng chế, cực dương 9 và cực âm 8 được thiết kế song song.

Phương pháp vận hành lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm 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 điện áp điện phân và nhiệt độ lò.

Trong sơ đồ kỹ thuật 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 thay đổi khu vực hoạt động hiệu quả và mật độ dòng điện tại cực dương 9 để điều chỉnh các thông số trong quá trình tương ứng.

Trong một phương pháp vận hành lò nung điện phân khác theo sáng chế bao gồm 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 khí được thoát ra bằng việc điện phân.

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

Một nhóm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chung 12 và ít nhất hai lò nung điện phân được kết nối trong chuỗi, trong đó, mỗi lò nung điện phân bao gồm một cực âm 8 và một cực dương 9, một cực dương của nguồn năng lượng chung 12 được kết nối với cực âm của lò nung điện phân đầu tiên, cực âm của mỗi lò nung điện phân được kết nối với cực âm của lò nung điện phân trước đó, và cực dương của lò nung điện phân cuối cùng được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chung 12, mạch cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân từ nguồn năng lượng chung 12 tạo ra một mạch chính 41, và mỗi lò nung điện phân bao gồm bộ phận điều chỉnh 3 để kiểm soát hoạt động của cực dương 9.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm 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 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 sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, cực dương 9 và cực âm 8 được lắp đặt song song.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, chuyển động của cực âm 9 bao gồm chuyển động trước và sau, lên và xuống, trái và phải, và/hoặc quay.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, bộ phận điều chỉnh 3 được thiết kế bên trên vỏ chống thấm 4.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, mỗi lò nung điện phân bao gồm ống dẫn nhiên liệu 1, vỏ chống thấm 4, buồng đốt 5, tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, chén nung 10, thiết bị làm mát 12, 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 sắp xếp theo trình tự từ ngoài vào trong, khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo ra buồng đốt 5 với nắp mở, vỏ chống thấm 4 được đặt bên trên buồng đốt 5; cực âm 8, cực dương 9 và chén nung 10 được thiết kế bên trong buồng đốt 5; bộ phận chống thấm cách điện 20 được thiết kế ở giữa đầu kết nối 81 và sự kết hợp của tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7; chén nung 10 được thiết kế ở đáy buồng đốt 5 và under cực âm 8, ống dẫn nhiên liệu 1 mở rộng thông qua vỏ chống thấm 4 và được kết nối với buồng đốt 5.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, bộ phận điều chỉnh 3 được cố định trên vỏ chống thấm 4.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, bộ phận chống

thấm cách điện 20 được lần lượt thiết kế bên trong tấm chắn lò 6 và bên trong màng giữ nhiệt 16.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm 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, có thể nói cực dương 9 có khả năng dịch chuyển ngược lại trong ít nhất một chiều.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm 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 sơ đồ kỹ thuật của nhóm 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 sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, các nhóm lò nung điện phân bao gồm các thiết bị chuyển mạch 17 và các thiết bị chuyển mạch 18, trong đó, thiết bị chuyển mạch tương ứng 18 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 đầu tiên và điện cực dương của nguồn năng lượng chung 12, tại mạch chính 41; các thiết bị chuyển mạch 17 tương ứng có một đầu kết nối đến điểm trước thiết bị chuyển mạch 18 tương ứng tại mạch chính 41, và có một đầu kết nối đến điểm trước thiết bị chuyển mạch 18 tiếp theo tại mạch chính 41, từ đó tạo thành mạch điều khiển 42. Thiết bị chuyển mạch 18 có thể hoạt động để cắt năng lượng cung cấp từ nguồn năng lượng chung 12 đến lò nung điện phân tương ứng, và trong khi chờ đợi thiết bị chuyển mạch 17 tương ứng được bật lên do đó việc vận hành các lò nung điện phân khác trong nhóm lò nung điện phân không bị ảnh hưởng.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, nhóm lò nung điện phân bao gồm một thiết bị chuyển mạch và mạch điều khiển 42 để chuyển ra ngoài bất kỳ lò nung điện phân nào từ nhóm lò nung điện phân.

Trong sơ đồ kỹ thuật của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, ít nhất một lò nung điện phân được thiết kế với một được đặt nguồn năng lượng phụ 13, điện cực dương của nguồn năng lượng phụ 13 được liên kết với cực âm 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.

Một phương án vận hành của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm việc sử dụng nguồn năng lượng chung 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 của nguồn năng lượng chung 12.

Một phương án vận hành khác của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm sử dụng nguồn năng lượng chung để cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân, và kiểm soát chuyển động của cực âm 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 nhóm lò nung điện phân.

Trong sơ đồ kỹ thuật của phương pháp vận hành của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm việc sử dụng nguồn năng lượng chung 12 để cung cấp năng lượng chính cho lò nung điện phân, và điều chỉnh điện áp đầu ra và/hoặc nguồn năng lượng phụ 13 để điều chỉnh thông số quy trình như nhiệt độ điện phân và mật độ hiện tại của lò nung điện phân tương ứng.

Trong sơ đồ kỹ thuật của phương pháp vận hành của nhóm 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 sơ đồ kỹ thuật của phương pháp vận hành của nhóm lò nung điện phân theo sáng chế, khi bất kỳ lò nung điện phân nào trong nhóm lò nung điện phân được yêu cầu ngừng hoạt động, thiết bị chuyển mạch 17 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 chuyển lò nung điện phân này ra khỏi nhóm lò nung điện phân.

Trong lò nung điện phân theo sáng chế, vỏ chống thấm được đặt, 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 xoay và quay, cực âm đầu kết nối mở rộng ra phía ngoài từ một mặt 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 đặt, và chén nung có đáy với 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 hoạt động như vậy của cực dương sẽ không cản trở thoát khí, thay vào đó, nó giúp khí thoát ra và tăng cường chất điện phân chảy ra. Một mặt, những thuận lợi là nó dễ dàng để khí 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 dương 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 một chân hỗ trợ; cực âm bên trong buồng đốt hoàn toàn ngập trong dung dịch muối lỏng, 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 muối của kim loại đất hiếm lò nung điện phân 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.

Nhóm lò nung điện phân theo sáng chế giải quyết những thiếu sót của các sáng chế trước đây là một dòng điện phải được cung cấp ở mức yêu cầu bằng lò nung điện phân trong nhóm yêu cầu dòng điện lớn nhất, 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 thông thường 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, sự ngắt mạch giảm, tỷ lệ sử dụng năng lượng tăng, và năng lượng tiêu hao cho quá trình giảm. Bằng việc thay đổi khoảng cách các điện cực, điện áp điện phân và nhiệt độ của bất kỳ lò nung điện phân 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. Nhóm 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 nhóm 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 chung 12 và tổng điện áp điện phân kim loại đất hiếm của mỗi lò nung điện phân có xu hướng tăng cùng với tăng tổng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong nhóm lò nung điện phân, từ đó tổng năng lượng cho đơn vị sản phẩm có xu hướng giảm cùng với tăng tổng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong nhóm 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 các phương án 4.

Hình 5 là sơ đồ các phương án 8.

Hình 6 là sơ đồ các 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 các phương án 9.

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

Hình 14 là sơ đồ các phương án 11.

Hình 15 là sơ đồ mẫu so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án 1

Phương án này được thể hiện tại hình 1 và hình 7.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được thiết kế, theo thứ tự từ ngoài vào trong, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được làm từ vật liệu graphit, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh mở, vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được thiết kế một cực âm 8 và hai cực dương graphit 9. 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 thiết kế giữa đầu kết nối 81 và sự kết hợp 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 vỏ chống thấm 4, với thanh liên kết 33 mở rộng qua vỏ chống thấm 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 phù hợp 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 thiết kế vị trí phù hợp tại đáy của tấm chắn lò 6. Thiết bị làm mát 12 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7.

Khi điện phân để sản xuất kim loại Neodymi, 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 Neodymi được điện phân trên cực âm 8, kim loại lỏng Neodymi 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 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 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 để 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 âm 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 phân và điện áp không thay đổi.

Cực âm 8 và cực dương 9 được thiết kế 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 đông cứng 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 âm", 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 phân được giữ ổn định như nguồn điện định mức xuất ra, 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 chung với dòng điện 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 vỏ chống thấm 4 được thêm vào, một mặt, nó giải quyết các lỗi liên quan đến

đỉnh mở của lò nung điện phân như các sáng chế trước đây rằng cực dương và các chất liệu như graphit trong bình bị oxi hóa ăn mòn, tỷ lệ sử dụng cực âm thấp, sự bay hơi nghiêm trọng của muối nóng chảy, và sự mất nhiệt lớn, và làm giảm nhiệt độ bên ngoài vỏ chống thấm 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, vỏ chống thấm 4 cũng đóng vai trò như một chân hỗ trợ cho bộ phận điều chỉnh 3, do đó kết cấu được đơn giản hóa.

Đặt bộ phận chống thấm cách điện 20 giữa đầu kết nối 81 của cực âm 8 và sự kết hợp của tấm chắn lò 6, màng giữ nhiệt 16 và vỏ ngoài 7 khắc phục được những khiếm khuyết 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 thực hiện để trở thành một phần, hoặc chia ra các phần tương ứng được đặt bên trong tấm chắn lò 6 và bên trong màng giữ nhiệt 16. Bằng cách cung cấp 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 khiếm khuyết của sơ đồ kỹ thuật của bằng 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 khiếm khuyết 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 nhiều sóng với 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.

Thiết bị làm mát 12 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 dễ 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 Neodymi, 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 phân khoảng 6000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,5V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5,2kW·h/(kg Nd).

Khi điện phân để sản xuất kim loại Praseodymi, 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 phân khoảng 6000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,3V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5,2kW·h/(kg Pr).

Phương án 2

Phương án này được thể hiện tại hình 2 và hình 7.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được thiết kế bên trong vỏ ngoài 7, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo ra buồng đốt 5 với đỉnh mở, và vỏ chống thấm 4 được đặt bên trên vỏ ngoài 7 và bao phủ vỏ ngoài 7. Trong buồng đốt 5, được thiết kế hai cực âm 8a, 8b và ba cực âm 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 à 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 vỏ chống thấm 4 và liên kết tương ứng với bộ phận điều chỉnh 3a, 3b, 3c bên trên vỏ chống thấm 4, bộ phận điều chỉnh 3a, 3b, 3c được cố định trên khung (không thể hiện) trên vỏ chống thấm 4 và được sử dụng tương ứng để kiểm soát hoạt động của cực dương 9a, 9b, 9c. Cực dương 9 và cực âm 8 tất cả được sắp xếp 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 sắp xếp 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. Thiết bị làm mát 12 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 thiết bị làm mát 12 và vỏ ngoài 7 được thiết lập để vật liệu cách điện yêu cầu khi hai bộ phận tiếp xúc trực tiếp có thể được phát ra.

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 Lanthan, phân đỉnh của cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, hai đầu kết nối 81 được thiết kế 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 Lanthan 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 Lanthan được điện phân trên cực âm 8, kim loại lỏng Lanthan 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 Neodymi là 5,5kW·h/(kg La).

Phương án 3

Phương án này được thể hiện tại hình 3 và hình 7.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12a, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được thiết kế, 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 mở, vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được thiết kế 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 thiết kế giữa cực âm 8 và sự kết hợp 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 vỏ chống thấm 4, với thanh liên kết 33 mở rộng qua vỏ chống thấm 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. Một 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. Một 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. Thiết bị làm mát 12 được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodymi Neodymi, 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 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 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 thiết kế, hợp kim Praseodymi Neodymi 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 khiếm khuyết 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 nhóm 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 sẽ.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodymi Neodymi, 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 phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,4V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5,1kW·h/(kg PrNd).

Phương án 4

Phương án này được thể hiện tại hình 1 và hình 4.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Tấm chắn lò 6 được thiết kế bên trong vỏ ngoài 7, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh mở, và vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được thiết kế 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 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 phù hợp 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 vỏ chống thấm 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. 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.

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 Praseodymi, 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 Praseodymi, 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 phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,3V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5,2kW·h/(kg Pr).

Phương án 5

Phương án này được thể hiện tại hình 1, hình 6 và hình 8.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12b, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được thiết kế, theo thứ tự từ ngoài vào trong, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được làm từ vật liệu graphit, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh mở, vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được thiết kế 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 thiết kế giữa cực âm 8 tương ứng và sự kết hợp 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 phù hợp 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 vỏ chống thấm 4 và mở rộng qua vỏ chống thấm 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 thiết kế với lỗ hổng bên trong 12a 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. Bộ phận làm mát 12b được thiết kế 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. Bộ phận làm mát 12b 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 thiết kế lỗ hồng bên trong 12a 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 ra từ cực âm 8 ra bên ngoài vỏ ngoài và kết tủa ra ngoài.

Bộ phận làm mát 12b 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 Neodymi, 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 phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,4V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5,1kW·h/(kg Nd).

Phương án 6

Phương án này được thể hiện tại hình 3, hình 9 và hình 10.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12a, bộ làm lệch dòng chảy 15, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Màng giữ nhiệt 16, tấm chắn lò 6 và buồng đốt 5 được sắp xếp theo trình tự ở bên trong vỏ ngoài 7, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh mở, vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được thiết kế ba cực âm 8 và sau 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 từ 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 sự kết hợp 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. Một chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới mỗi cực âm 8. Thiết bị làm mát 12a được gắn trên bề mặt của đầu kết nối 81 bên ngoài vỏ ngoài 7. Một ống đồng 12b 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 liên kết tấm chắn lò 6 từ cực âm 8 vào chén nung 10, từ đó vượt qua khiếm khuyết 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 % trọng lượng đến khoảng 0,1 % trọng lượng, ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng sản phẩm.

Khi điện phân để sản xuất hợp kim Praseodymi Neodymi, 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 phân khoảng 15000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,2V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5kW·h/(kg PrNd).

Phương án 7

Phương án này được thể hiện tại hình 3 và hình 11.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12, bộ làm lệch dòng chảy 15, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Tấm chắn lò 6 được thiết kế bên trong vỏ ngoài 7, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh mở, vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5. Tại buồng đốt 5, được thiết kế ba cực âm 8 và sau 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 thiết kế giữa cực âm 8 tương ứng và sự kết hợp 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. Một chén nung 10 được đặt tại đáy của buồng đốt 5 và dưới mỗi cực âm 8. Thiết bị làm mát 12 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 Praseodymi Neodymi, 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 phân khoảng 15000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,1V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 4,9kW·h/(kg PrNd).

Phương án 8

Phương án này được thể hiện tại hình 1, hình 5 và hình 8.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12b, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Bên trong vỏ ngoài 7, được thiết kế, theo thứ tự từ ngoài vào trong, màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được làm từ vật liệu graphit, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo thành buồng đốt 5 với đỉnh mở, vỏ chống thấm 4 được đặt tại đỉnh của buồng đốt 5 và bao phủ màng giữ nhiệt 16. Tại buồng đốt 5, được thiết kế 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 thiết kế giữa cực âm 8 và sự kết hợp 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 phù hợp 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 vỏ chống thấm 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 thiết kế với lỗ hồng bên trong 12a 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 thiết kế lỗ hồng bên trong 12a 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.

Bộ phận làm mát 12b 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 Neodymi, 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 phân khoảng 10000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 6,4V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Neodymi là 5,1kW·h/(kg Nd).

Ví dụ so sánh 1

Phương án này được thể hiện tại hình 15.

Một 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 Molybdenum 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 bảo quản nhiệt và gạch, và khoang graphit tấm chắn lò 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 thiết kế một chén nung Molybdenum 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 Molybdenum 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 Molybdenum 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 Neodymi 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 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 hở, 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 kết cấu 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 thiết kế quá mức và kết quả là khi thực hiện điện phân thông thường, tỷ lệ sử dụng và hiệu quả thấp.

Phương án 9

Phương án này được thể hiện tại hình 1, hình 7 và hình 12.

Một nhóm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chung 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 chung 12. Đặc biệt, cực dương 9 của lò nung điện phân I được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chung 12, cực âm 8 của lò nung điện phân II được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chung 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 nhóm 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 chung 12 là nguồn năng lượng KG6000A.

Khi thực hiện điện phân, nguồn năng lượng chung 12 cung cấp điện áp tổng và dòng điện phân yêu cầu của các lò nung điện phân I và II. Khi các thông số như dòng 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 hoạt 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 hoạt 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 Neodymi, và lò nung điện phân II sản xuất kim loại Praseodymi, với các thông số kỹ thuật quá trình chính như sau:

lò nung điện phân I: nhiệt độ điện phân tại 1030-1100°C, dòng điện phân khoảng 6000A, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Praseodymi là 4,8kW·h/(kg Nd).

lò nung điện phân II: nhiệt độ điện phân tại 1000-1050°C, dòng điện phân khoảng 6000A, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Praseodymi là 4,7kW·h/(kg Pr).

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

Điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chung 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 nhóm lò nung điện phân có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh khoảng cách giữa cực âm và cực dương.

Phương án 10

Phương án này được thể hiện tại hình 3, hình 9, hình 10 và hình 13.

Nhóm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chung 12, bốn lò nung điện

phân (A, N, P, Z), hai nguồn năng lượng phụ (13N, 13P) và tám thiết bị chuyển mạch (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 chung 12 là nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-10000A.

Cực dương 9 của lò nung điện phân được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chung 12, với thiết bị chuyển mạch 18A giữa cực dương 9A và nguồn năng lượng chung 12; cực âm 8A của lò nung điện phân được kết nối với cực dương 9N của lò nung điện phân N, với thiết bị chuyển mạch 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 thiết bị chuyển mạch 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 thiết bị chuyển mạch 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 chung 12, từ đó tạo ra mạch chính 41 của nhóm 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 thiết bị chuyển mạch 17A và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42A và thiết bị chuyển mạch 18A có thể ngắt lò nung điện phân A. Mạch điều khiển 42N được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17N và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân N trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42N và thiết bị chuyển mạch 18N có thể ngắt lò nung điện phân N. Mạch điều khiển 42P được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17P và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân P trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42P và thiết bị chuyển mạch 18P có thể ngắt lò nung điện phân P. Mạch điều khiển 42Z được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17Z và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân Z trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42Z và thiết bị chuyển mạch 18Z có thể ngắt lò nung điện phân Z.

Sự kết hợp của các thiết bị chuyển mạch 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 chung 12 cung cấp tổng điện áp yêu cầu bằng các lò nung điện phân A, N, P, Z và dòng điện yêu cầu bằng lò nung điện

phân A, Z trong nhóm lò nung điện phân cần dòng điện phân thấp nhất. Khi các thông số như dòng 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 hoạt 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 hoạt 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 đầu ra dòng điện của 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 đầu ra dòng điện của 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 chung 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 bất kỳ lò nung điện phân A, N, P, Z bị ngắt từ nhóm lò nung điện phân, tổng điện áp và/hoặc dòng điện được đưa ra bằng nguồn năng lượng chung 12 được điều chỉnh bằng điều chỉnh thông số quy trình tương ứng, và nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể 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 Praseodymi Neodymi, nguồn năng lượng chung 12 đưa ra điện áp 24,6V 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 Praseodymi Neodymi là 4,5kW·h/(kg PrNd).

Điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chung 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 Praseodymi Neodymi.

Phương án 11

Phương án này được thể hiện tại hình 1, hình 11 và hình 14.

Một nhóm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chung 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 chung 12 là nguồn năng lượng chuyển mạch tần số cao HISFB-15000A.

Nguồn năng lượng chung 12, lò nung điện phân 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 chung 12, cực âm 8Z của lò nung điện phân Z được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chung 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 chung 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 Praseodymi Neodymi, tổng điện áp của nhóm lò nung điện phân được kiểm soát bởi điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chung 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 đầu ra dòng điện 100A-600A, từ đó kiểm soát thông số quy trình như dòng 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 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 Neodymi 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 hoạt động 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 Praseodymi Neodymi, nguồn năng lượng chung 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 Praseodymi Neodymi là $4,5\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{kg PrNd})$.

Phương án 12

Phương án này được thể hiện tại hình 3, hình 9, hình 10 và hình 13.

Nhóm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chung 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 thiết bị chuyển mạch (7A, 18A, 17B, 18B, 17N, 18N, 17P, 18P, 17Y, 18Y, 17Z và 18Z). Nguồn năng lượng chung 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 chung 12, với thiết bị chuyển mạch 18A giữa cực dương 9A và nguồn năng lượng chung 12; cực âm 8A của lò nung điện phân được kết nối với cực dương 9B của lò nung điện phân B, với thiết bị chuyển mạch 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 thiết bị chuyển mạch 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 thiết bị chuyển mạch 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 thiết bị chuyển mạch 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 thiết bị chuyển mạch 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 chung 12, từ đó tạo ra mạch chính 41 trong đó nguồn năng lượng chung 12 đồng thời cung cấp năng lượng đến lò nung điện phân tương ứng trong nhóm 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 thiết bị chuyển mạch 17A và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42A và thiết bị chuyển mạch 18A có thể ngắt lò nung điện phân A. Mạch điều khiển 42B được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17B và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân B trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42B và thiết bị chuyển mạch 18B có thể ngắt lò nung điện phân B. Mạch điều khiển 42N được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17N và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân N trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42N và thiết bị chuyển mạch 18N có thể ngắt lò nung điện phân N. Mạch điều khiển 42P được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17P và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân N trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42P và thiết bị chuyển mạch 18P có thể ngắt lò nung điện phân P. Mạch điều khiển 42Y được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17Y và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân Y trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42Y và thiết bị chuyển mạch 18Y có thể ngắt lò nung điện phân Y. Mạch điều khiển 42Z được tạo thành bởi thiết bị chuyển mạch 17Z và dây của nó được kết nối song song với cả hai đầu của lò nung điện phân Z trong mạch chính 41. Sự kết hợp của mạch điều khiển 42Z và thiết bị chuyển mạch 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.

Sự kết hợp của các thiết bị chuyển mạch 18 và mạch điều khiển 42 tương ứng có thể ngắt bất kỳ lò nung điện phân trong nhóm 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 chung 12 cung cấp tổng điện áp yêu cầu bằng các lò nung điện phân A, B, N, P, Z và dòng điện yêu cầu bằng lò nung điện phân trong nhóm lò nung điện phân cần dòng điện phân thấp nhất. Khi các thông số như dòng 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 hoạt 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 hoạt 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 chung 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 thiết bị làm mát 12 và ống đồng 12b, 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 bắt kỳ lò nung điện phân A, B, N, P, Y và Z bị ngắt từ nhóm lò nung điện phân, tổng điện áp và/hoặc dòng điện được đưa ra bằng nguồn năng lượng chung 12 được điều chỉnh bằng điều chỉnh thông số quy trình tương ứng, và nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể 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 Praseodymi Neodymi, nguồn năng lượng chung 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 Praseodymi Neodymi 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 đầu ra tương ứng dòng điện 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 đầu ra dòng điện 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 đầu ra dòng điện 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 đơn 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, có ít ảnh hưởng lên các lò nung điện phân khác trong nhóm lò nung điện phân.

Giá trị tuyệt đối của sự khác biệt giữa điện áp đầu ra của nguồn năng lượng chung 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 nhóm 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 nhóm lò nung điện phân.

Phương án 13

Phương án này được thể hiện tại hình 2 và hình 7.

Một lò nung điện phân bao gồm một ống dẫn nhiên liệu 1, một bộ phận điều chỉnh 3, một vỏ chống thấm 4, một buồng đốt 5, một tấm chắn lò 6, vỏ ngoài 7, một cực âm 8, cực dương 9, một chén nung 10, một thiết bị làm mát 12a, một màng giữ nhiệt 16 và một bộ phận chống thấm cách điện 20. Màng giữ nhiệt 16 và tấm chắn lò 6 được thiết kế bên trong vỏ ngoài 7, một khoang bên trong tấm chắn lò 6 tạo ra buồng đốt 5 với đỉnh mở, và vỏ chống thấm 4 được đặt bên trên vỏ ngoài 7 và bao phủ vỏ ngoài 7. Trong buồng đốt 5, được thiết kế hai cực âm 8a, 8b và ba cực âm 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 à 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 chảy xuyên qua vỏ chống thấm 4 và kết nối lần lượt với bộ phận điều chỉnh 3a, 3b, 3c tương ứng trên vỏ chống thấm 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. Thiết bị làm mát 12 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 thiết bị làm mát 12 và vỏ ngoài 7 được thiết lập để vật liệu cách điện yêu cầu khi hai bộ phận tiếp xúc trực tiếp có thể được phát ra.

Phần đỉnh của cực dương 9 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng, hai đầu kết nối 81 được thiết kế 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 Lanthan 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 Lanthan được điện phân trên cực âm 8, kim loại lỏng Lanthan 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.

Khi sử dụng Lanthan Clorit khan làm nguyên liệu để sản xuất kim loại lantan bằng 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 phân khoảng 8000A, điện áp đầu ra nguồn năng lượng 10V, năng lượng tiêu thụ cho mỗi đơn vị sản phẩm kim loại Lanthan 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 phải được chấp nhận trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm bao gồm một ống dẫn nhiên liệu (1), một bộ phận điều chỉnh (3), một vỏ chống thấm (4), một buồng đốt (5), một tấm chắn lò (6), một vỏ ngoài (7), một cực âm (8), một cực dương (9), một chén nung (10), một màng giữ nhiệt (16) và một 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 sắp xếp theo trình tự ở từ ngoài vào trong, một khoang bên trong tấm chắn lò (6) tạo thành buồng đốt (5) với đỉnh mở, vỏ chống thấm (4) được đặt tại đỉnh của buồng đốt (5);

cực âm (8), cực dương (9) và chén nung (10) được đặt bên trong 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 của cực âm (8) từ tấm chắn lò (6) đến bên ngoài vỏ ngoài (7) tạo thành đầu kết nối (81), bộ phận chống thấm cách điện (20) được đặt giữa đầu kết nối (81) và sự kết hợp của tấm chắn lò (6), màng giữ nhiệt (16) và vỏ ngoài (7);

cực dương (9) được treo tại một mặt cực âm (8), phần cao hơn của cực dương (9) được kết nối với bộ phận điều chỉnh (3) trên vỏ chống thấm (4) để kiểm soát hoạt động của cực dương (9);

chén nung (10) được đặt tại đáy của buồng đốt (5) và dưới cực âm (8).

ống dẫn nhiên liệu (1) mở rộng thông qua vỏ chống thấm (4) và được liên kết với buồng đốt (5),

đặc trưng ở chỗ

chuyển động của cực dương (9) bao gồm chuyển động trước và sau, lên và xuống, và/hoặc quay, chuyển động quay này bao gồm quay xung quanh đường ngang và/hoặc đường dọc.

2. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ cực dương (9) được sắp xếp tại cả hai mặt của cực âm (8).

3. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ một đầu của cực âm (8) bên trong lò được nhúng vào tấm chắn lò (6) đối diện với đầu kết nối (81), và được đặt với bộ phận chống thấm cách điện (20) giữa đầu này và tấm chắn lò (6).

4. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ cực âm (8) mở rộng vào buồng đốt (5) từ cả hai mặt của lò nung.

5. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 4, đặc trưng ở chỗ cực âm (8) mở rộng xuyên qua tấm chắn lò (6) và vỏ ngoài (7) trên cả hai mặt, và hai đầu kết nối (81) của cực âm (8) được sắp xếp lần lượt ở bên ngoài của vỏ ngoài (7) trên cả hai mặt.

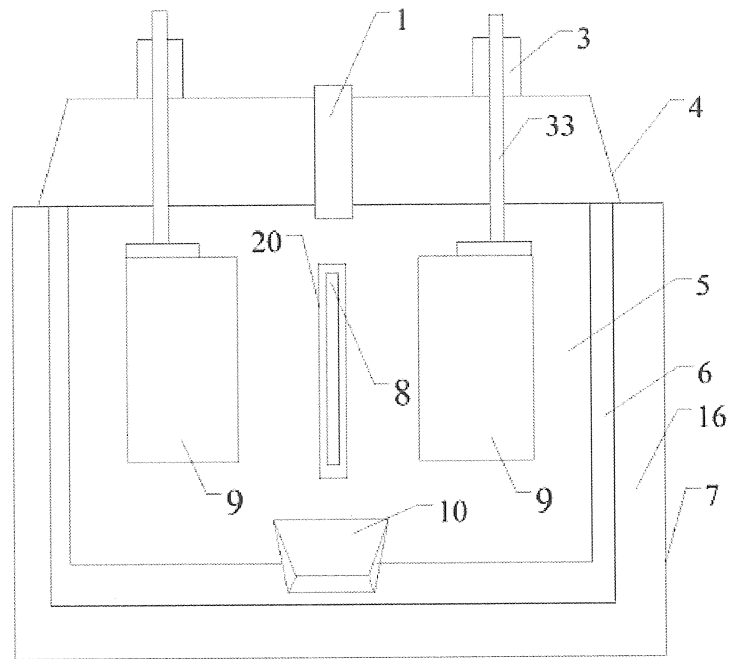
6. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ đầu kết nối (81) của cực âm (8) được thiết kế với thiết bị làm mát (12).

7. Lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm bất kỳ từ 1 đến 6, đặc trưng ở chỗ chén nung (10) có đáy từ một đầu đến đầu kia.

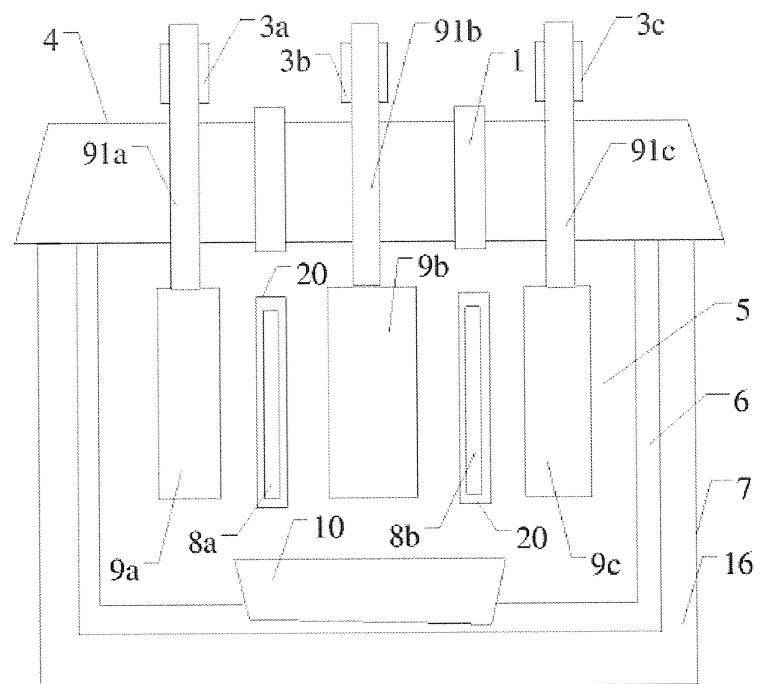
8. Phương pháp vận hành của lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 7, đặc trưng ở chỗ bao gồm kiểm soát hoạt động của cực dương (9) để thay đổi khoảng cách giữa cực âm và cực dương và thay đổi khu vực điện phân hiệu quả để điều chỉnh thông số quy trình tương ứng.

9. Phương pháp vận hành lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 7, đặc trưng ở chỗ kiểm soát cực dương (9) để di chuyển nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho khí được thoát ra bằng việc điện phân.

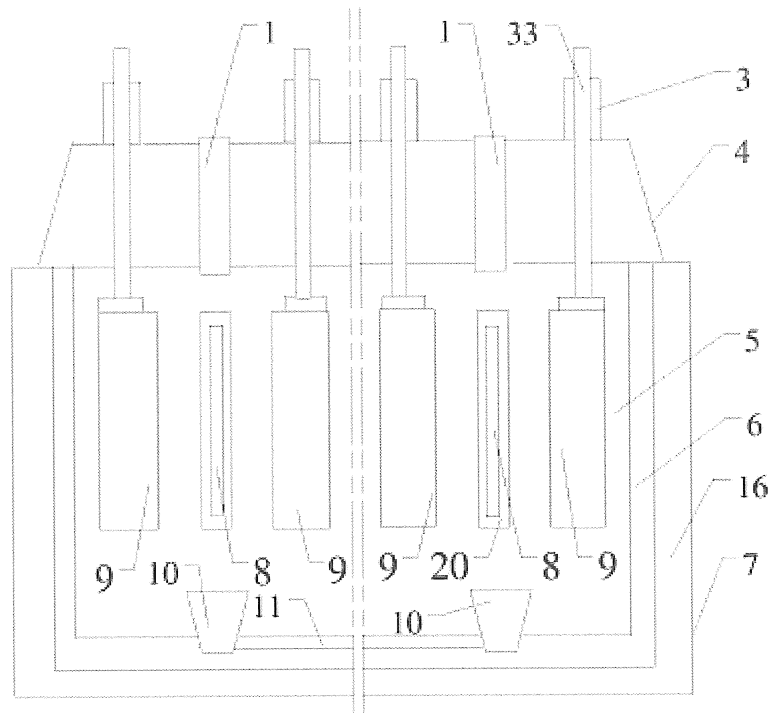
10. Phương pháp vận hành của lò nung điện phân kim loại đất hiếm theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ bao gồm điều chỉnh điện áp nguồn năng lượng và/hoặc dòng điện để điều chỉnh thông số quy trình.



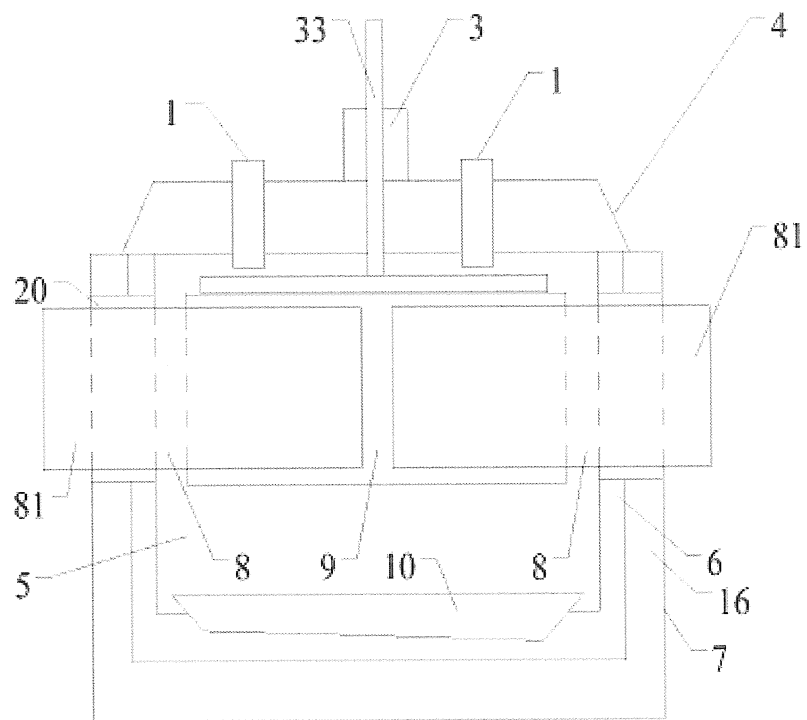
HÌNH 1



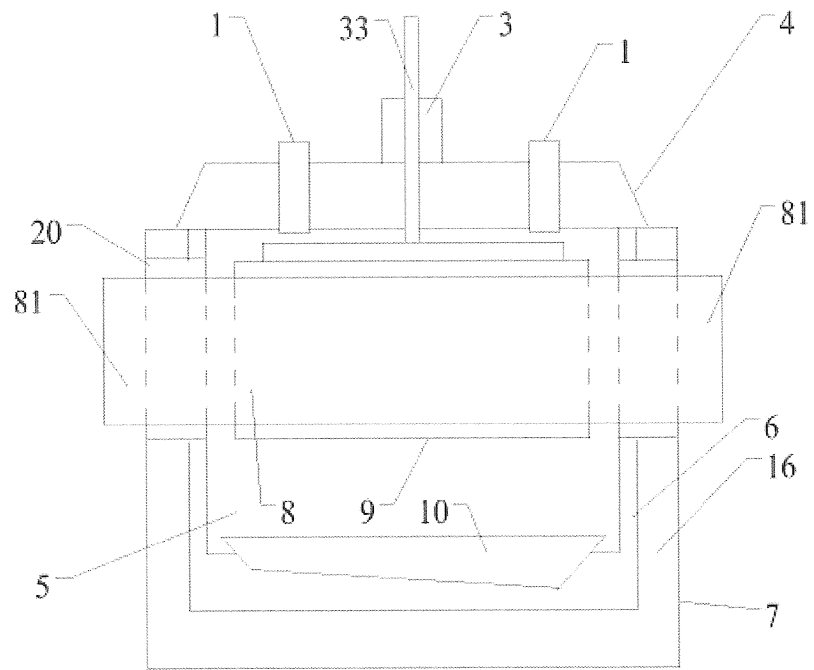
HÌNH 2



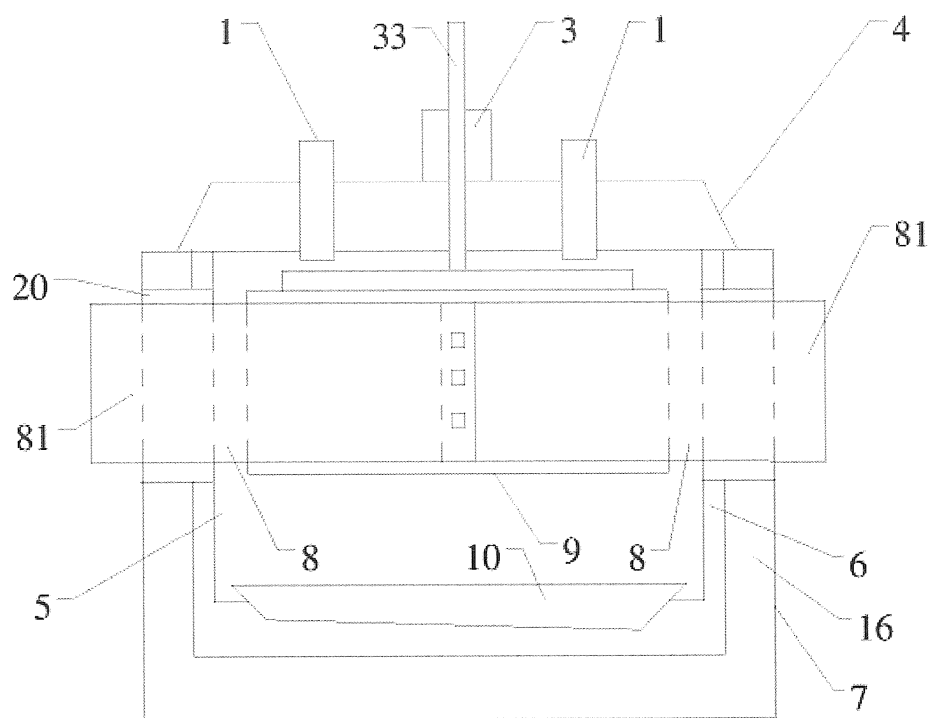
HÌNH 3



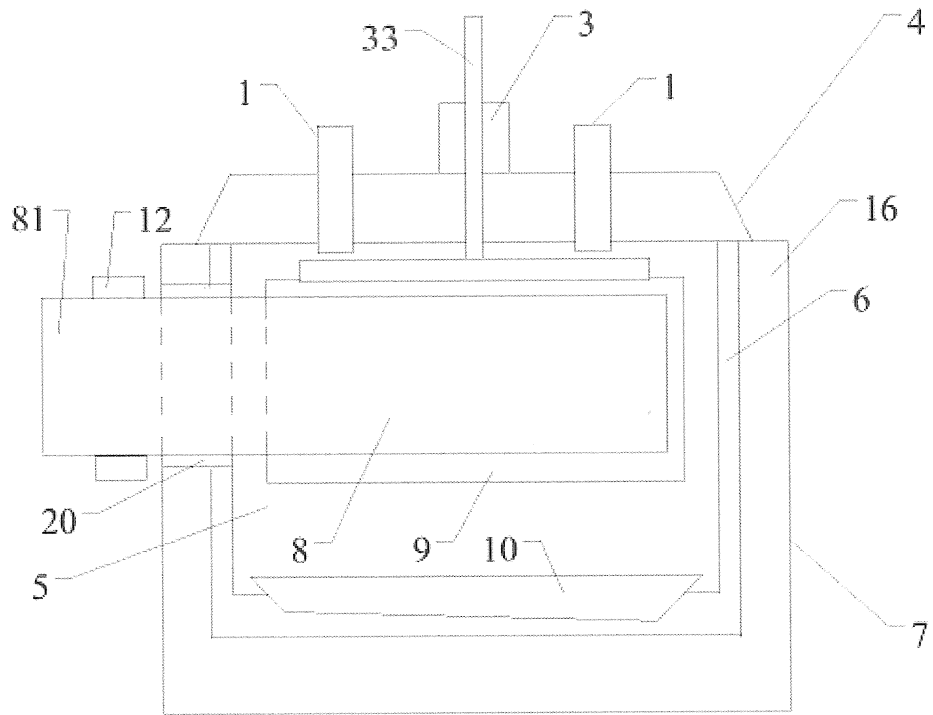
HÌNH 4



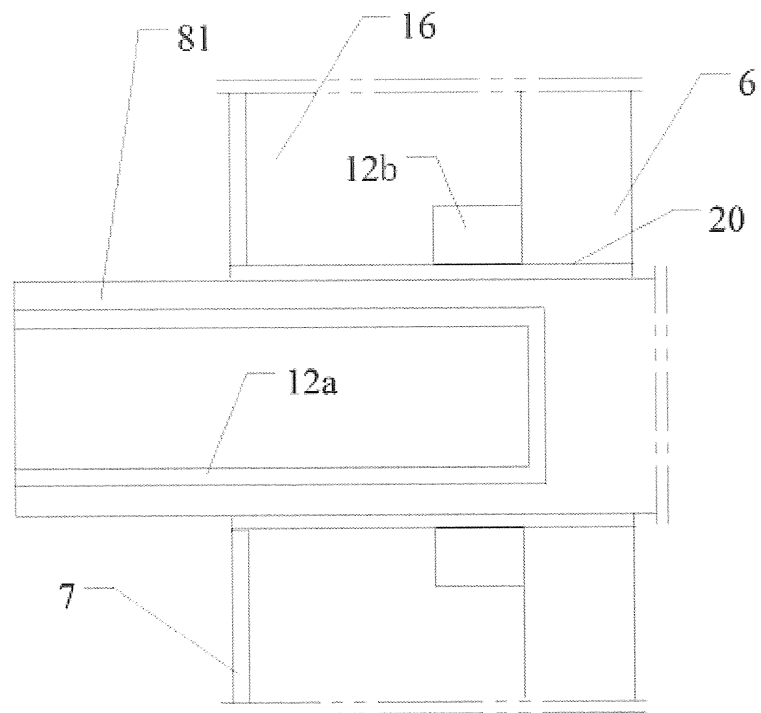
HÌNH 5



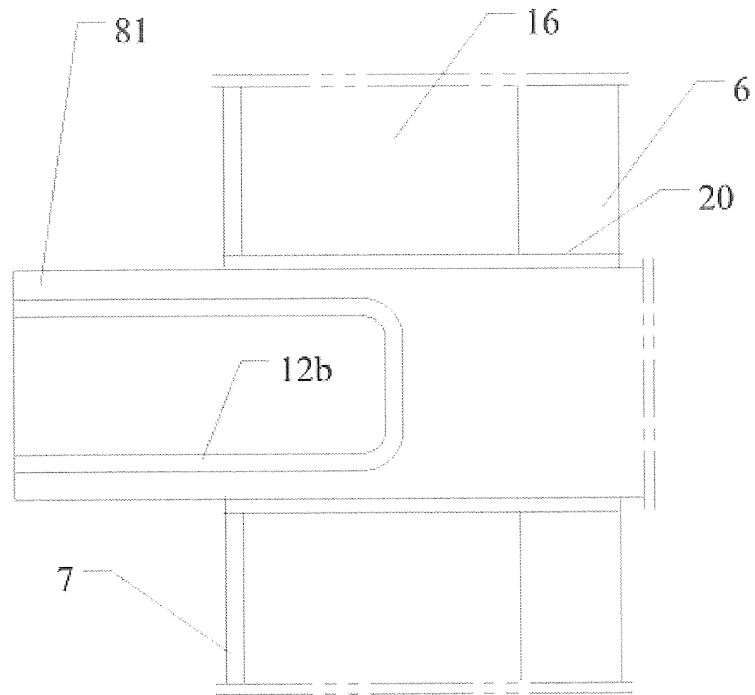
HÌNH 6



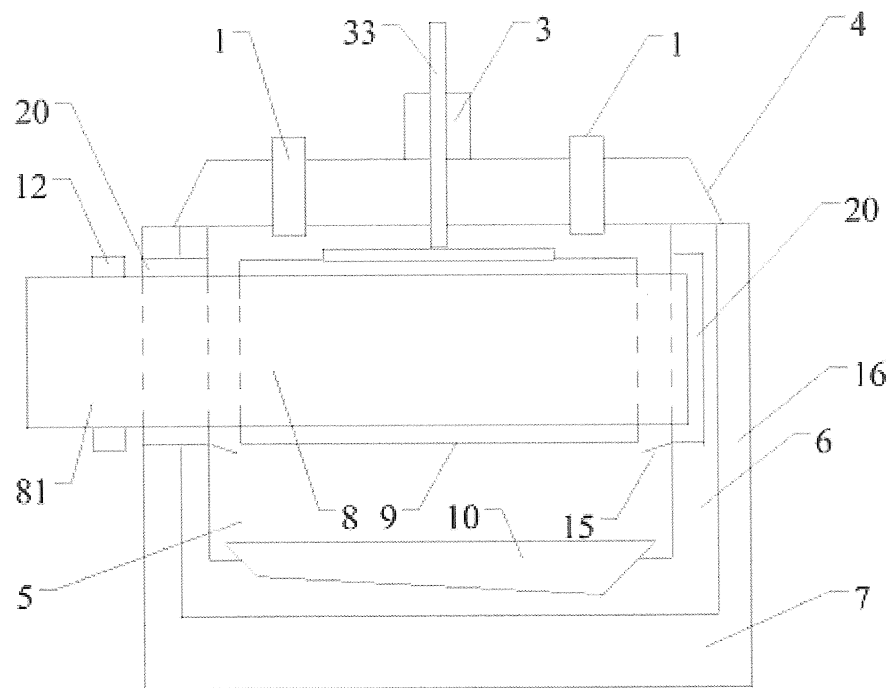
HÌNH 7



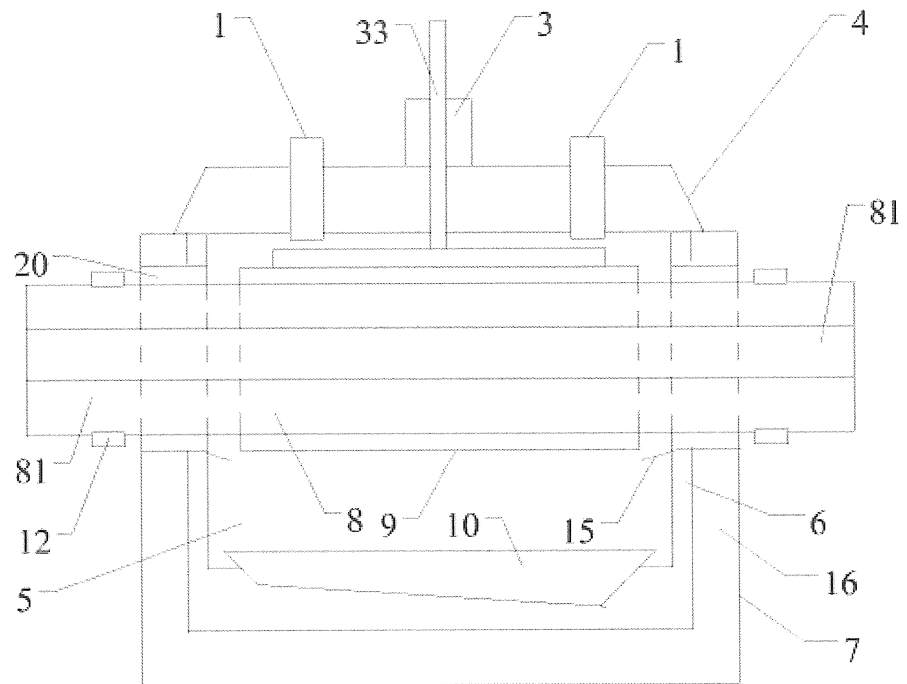
HÌNH 8



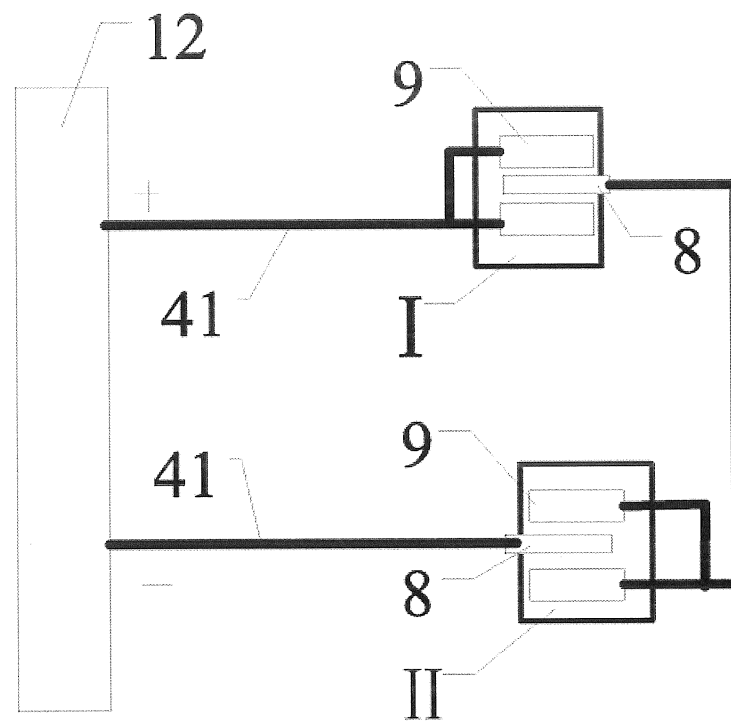
HÌNH 9



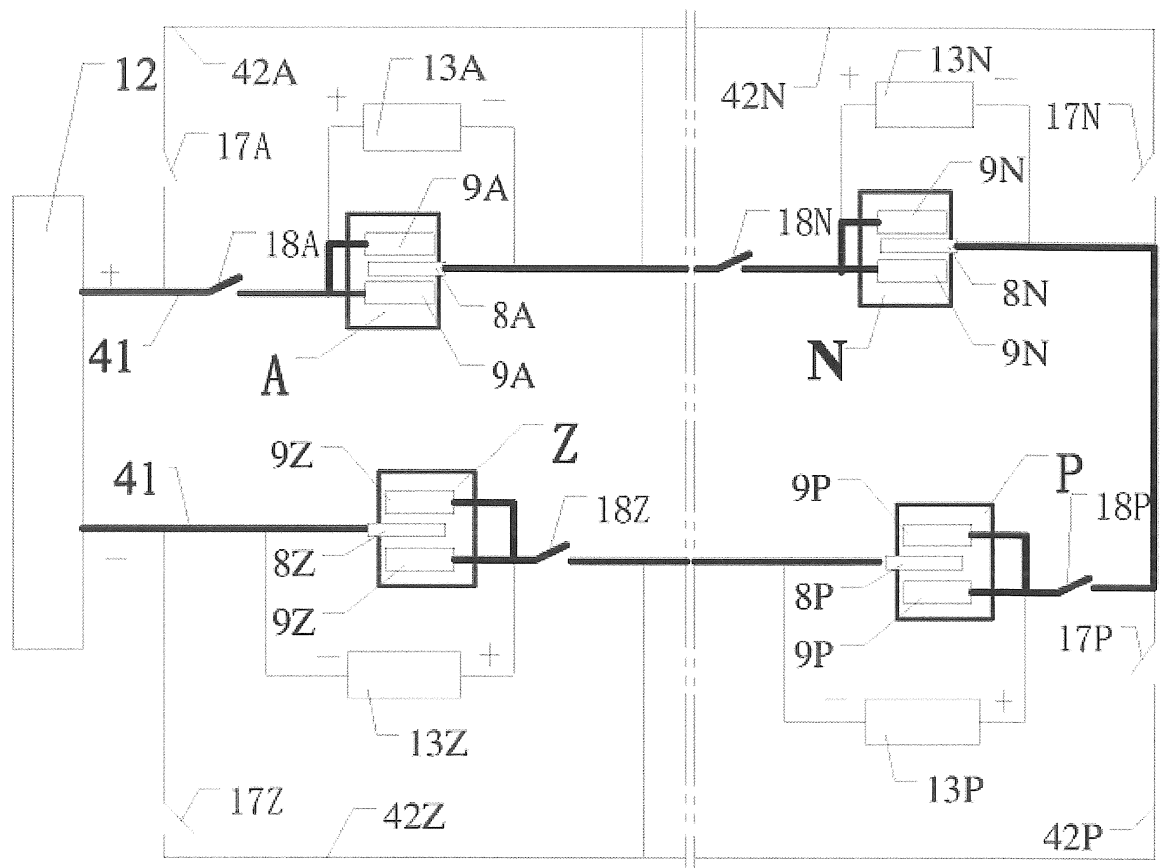
HÌNH 10



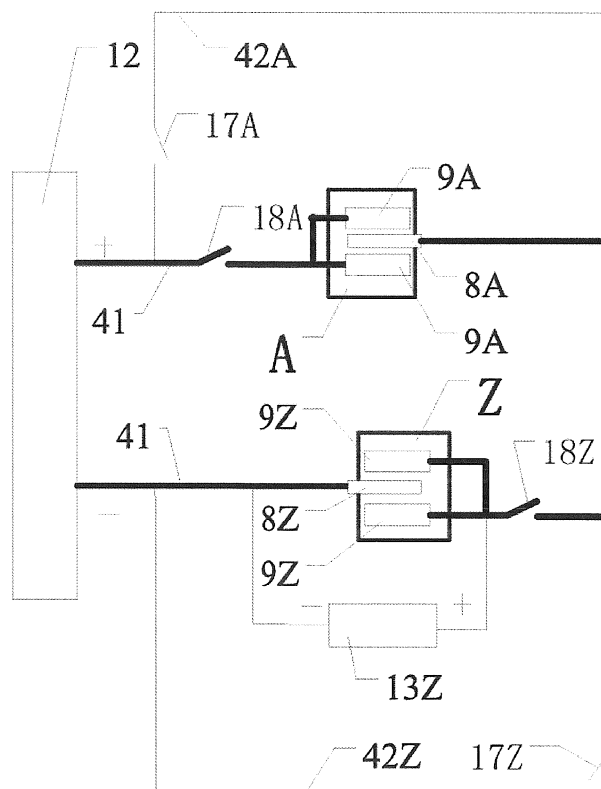
HÌNH 11



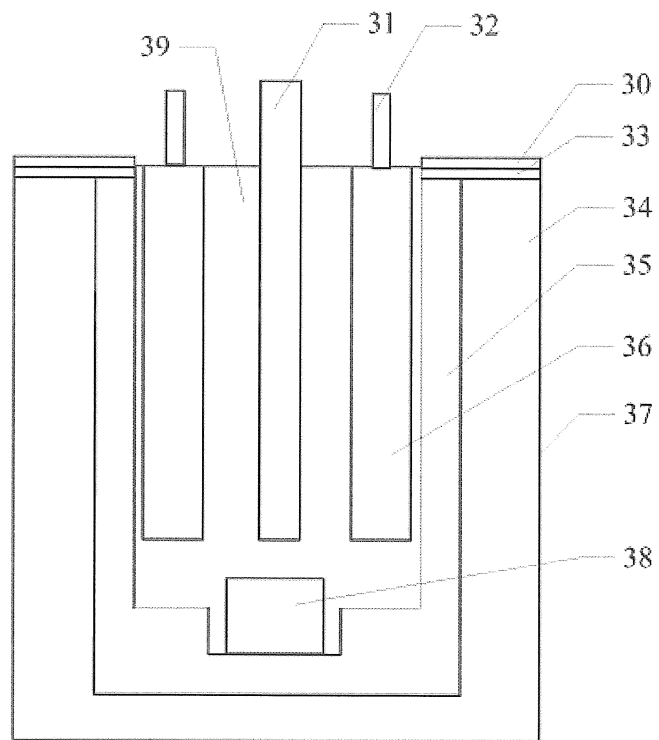
HÌNH 12



HÌNH 13



HÌNH 14



HÌNH 15