



(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)



1-0032372

(51)⁷ C25C 3/34; C25C 7/00

(13) B

(21) 1-2017-03256

(22) 23/11/2015

(86) PCT/CN2015/095277 23/11/2015

(87) WO 2016/124035 11/08/2016

(30) 201510063260.8 06/02/2015 CN

(45) 25/06/2022 411

(43) 27/11/2017 356A

(73) Qiandong Rare Earth Group Co., Ltd. (CN)

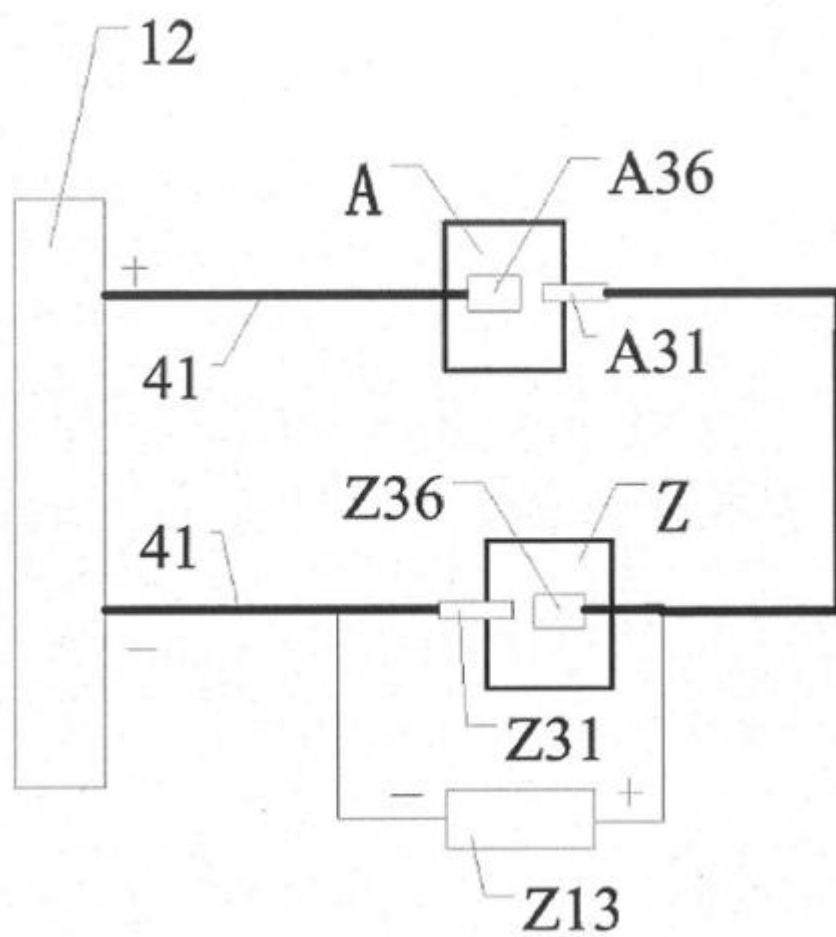
No.289, Qiandong Road, Shuidong Town, Zhanggong District Ganzhou, Jiangxi 341000 (CN)

(72) GONG, Bin (CN); CAI, Zhishuang (CN); ZHANG, Lizhi (CN); LIU, Mingbiao (CN); LIN, Weiqing (CN); LI, Xiaozhang (CN); CHEN, Yanxin (CN); XIE, Nan (CN); ZHONG, Yandong (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. Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính (12), ít nhất hai lò nung điện phân và ít nhất một nguồn năng lượng phụ (13), trong đó, mỗi lò nung điện phân bao gồm cực âm (31), cực dương (36), điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân đầu tiên, cực dương (36) của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó, và cực âm (31) của lò nung điện phân cuối cùng được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12), mạch điện cung cấp năng lượng cho các lò nung điện phân từ nguồn năng lượng chính (12) tạo thành mạch chính (41); điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân tương ứng và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân tương ứng. Cụm lò nung điện phân có những ưu điểm sau: kiểm soát linh hoạt, sử dụng dễ dàng, hiệu suất sử dụng năng lượng cao, tiêu thụ năng lượng thấp. Mức độ tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm giảm cùng với sự gia tăng tổng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong cụm lò nung điện phân.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật của thiết bị điện phân luyện kim đất hiếm, cụ thể là liên quan đến cụm lò nung điện phân và phương pháp điện phân sử dụng lò nung điện phân này.

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.

Đơn đăng ký cấp bằng sáng chế Trung Quốc công bố ngày 02/11/2005 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 giải pháp kỹ thuật về “sự kết hợp một số lượng bình điện phân bằng việc kết nối chúng nối tiếp và sau đó đồng thời cung cấp cho chúng năng lượng với thiết bị nguồn năng lượng tĩnh chế, ..., sử dụng bình điện phân với thiết bị làm mát không khí, khi nhiệt độ của một trong số các bình điện phân trở nên quá cao, khởi động thiết bị làm mát của bình điện phân” để giải quyết vấn đề kỹ thuật liên quan đến quá nhiệt của từng bình 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 điện phân kịp thời và chính xác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết những vấn đề nêu trên theo tình trạng kỹ thuật, sáng chế đề cập đến cụm lò nung điện phân và phương pháp điện phân sử dụng lò nung điện phân này, như phương án sau:

Cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính (12), ít nhất hai lò nung điện phân và ít nhất một nguồn năng lượng phụ (13), trong đó, mỗi lò nung điện phân bao gồm cực âm (31), cực dương (36), điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân đầu tiên, cực dương (36) của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó, và cực âm (31) của lò nung điện phân cuối cùng được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12), mạch điện cung cấp năng lượng cho các lò nung điện phân từ nguồn năng lượng chính (12) tạo thành mạch chính (41); ít nhất một trong số các lò nung điện phân được bố trí với nguồn năng lượng phụ (13), điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân tương ứng và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân tương ứng.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cụm lò nung điện phân còn bao gồm các công tắc (1) và các công tắc (2), trong đó, các công tắc (2) tương ứng được kết nối giữa cực dương (36) của một lò nung điện phân với cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó, hoặc kết nối giữa cực dương (36) của lò nung điện phân đầu tiên với điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) trong mạch chính (41); các công tắc (1) tương ứng có một đầu được kết nối với điểm ở phía trước của công tắc (2) tương ứng trong mạch chính (41), đầu kia được kết nối với điểm ở trước công tắc (2) tiếp theo trong mạch chính (41), từ đó tạo thành mạch điều khiển (42). Công tắc (2) có thể được vận hành để ngắt điện cấp từ nguồn năng lượng chính (12) đến lò nung điện phân tương ứng, và trong thời gian đó, công tắc (1) tương ứng được bật để hoạt động của các lò nung điện phân khác trong cụm lò nung điện phân không bị ảnh hưởng.

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cụm lò nung điện phân còn bao gồm các công tắc và các mạch điều khiển (42) để ngắt điện các lò nung điện phân tương ứng khỏi cụm lò nung điện phân, mạch điều khiển (42) bao gồm một công tắc (1).

Trong một phương án ưu tiên theo sáng chế, cụm lò nung điện phân bao gồm một nguồn năng lượng chính (12), hai mươi tư lò nung điện phân (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z), hai mươi tư nguồn năng lượng phụ (A13, B13, ... Z13) và bốn mươi tám công tắc (A1, A2, B1, B2, C1, C2, ... Z1, Z2), trong đó, nguồn năng lượng chính (12) và hai mươi tư lò nung điện phân được kết nối nối tiếp, cụ thể điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được kết nối với cực dương (A36) của lò nung điện phân đầu tiên (A) với công tắc (A2) nằm giữa cực dương (A36) và nguồn năng lượng chính (12); từ lò nung điện phân thứ hai (B), cực dương (36) của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó với một công tắc (2) nằm giữa cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó và cực dương (36) của lò nung điện phân sau đó, ... và cứ tương tự như vậy; cực âm (Z31) của lò nung điện phân thứ hai mươi tư (Z) được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12), từ đó tạo thành cụm lò nung điện phân;

điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (A13) được kết nối với cực dương (A36) và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (A13) được kết nối với cực âm (A31); điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (B13) được kết nối với cực dương (B36) và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (B13) được kết nối với cực âm (B31), ... và cứ tương tự như vậy;

các công tắc (1) và các dây dẫn của chúng tạo thành các mạch điều khiển (42) tương ứng kết nối với hai đầu của lò nung điện phân tương ứng trong mạch chính (41), cụ thể, một đầu của công tắc (A1) được kết nối với điểm nằm giữa nguồn năng lượng chính (12) và công tắc (A2) trong mạch chính (41) và đầu kia của công tắc (A1) được kết nối với điểm nằm giữa cực âm (A31) và công tắc (B2) trong mạch chính (41), vì vậy mạch điều khiển (A42) có thể kết hợp với công tắc (A2) để ngắt điện lò nung điện

phân (A); một đầu của công tắc (B1) được kết nối với điểm nằm giữa cực âm (A31) và công tắc (B2) trong mạch chính (41) và đầu kia của công tắc (B1) được kết nối với điểm nằm giữa cực âm (B31) và công tắc (C2) trong mạch chính (41), vì vậy mạch điều khiển (B42) có thể kết hợp với công tắc (B2) để ngắt điện lò nung điện phân (B), ... và cứ tương tự như vậy;

các lò nung điện phân (A, B, C, D, E, F, G, H) được cấu tạo để sản xuất kim loại neodym ở nhiệt độ điện phân từ 1030°C đến 1150°C với các nguồn năng lượng phụ (từ A13 đến H13) có dòng điện đầu ra từ 300A đến 800A; các lò nung điện phân (J, K, L, M) được cấu tạo để sản xuất kim loại lantan ở nhiệt độ điện phân từ 1000°C đến 1100°C với các nguồn năng lượng phụ (từ J13 đến M13) có dòng điện đầu ra từ 0A đến 500A; các lò nung điện phân (N, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z) được cấu tạo để sản xuất hợp kim praseodym-neodym ở nhiệt độ điện phân từ 1030°C đến 1150°C, với các nguồn năng lượng phụ (từ N13 đến Z13) có dòng điện đầu ra từ 200A đến 600A.

Phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm bước điều chỉnh các thông số quá trình điện phân 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 ưu tiên về phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm việc sử dụng nguồn năng lượng chính (12) để cung cấp năng lượng chính cho các lò nung điện phân và điều chỉnh các thông số quá trình như điện áp điện phân, nhiệt độ điện phân và cường 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 ưu tiên về phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế bao gồm việc điều chỉnh dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ (13) để điều chỉnh cường độ dòng điện tổng của lò nung điện phân từ đó điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân.

Trong phương án ưu tiên về phương pháp vận hành của cụm lò nung điện phân theo sáng chế, khi lò nung điện phân bất kỳ trong cụm lò nung điện phân được yêu cầu ngừng vận hành, mạch điều khiển (42) tương ứng được bật lên bằng cách điều khiển công tắc liên quan để ngắt điện lò nung điện phân này khỏi cụm lò nung điện phân.

Phương án ưu tiên về 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 điện áp tổng và dòng điện điện phân nhỏ nhất được yêu cầu bởi lò nung điện phân; khi các thông số quá trình như dòng điện điện phân, cường độ dòng điện và nhiệt độ của từng lò nung điện phân cần được điều chỉnh, nguồn năng lượng phụ (13) tương ứng có thể được kiểm soát để điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và cường độ dòng điện của lò nung điện phân. Sau khi một hoặc nhiều lò nung điện

phân được ngắt điện khỏi cụm lò nung điện phân, điện áp và/hoặc dòng điện tổng đầu ra của nguồn năng lượng chính (12) cần được điều chỉnh để điều chỉnh các thông số quá trình tương ứng và nguồn năng lượng phụ (13) tương ứng cũng có thể được kiểm soát để theo đó điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và cường độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Cụm lò nung điện phân theo sáng chế sử dụng hai nguồn năng lượng nối song song để cung cấp năng lượng cho các lò nung điện phân tương ứng, trong đó, nguồn năng lượng chính (12) cung cấp hầu hết năng lượng cho cụm lò nung điện phân và nguồn năng lượng phụ chỉ cung cấp một lượng nhỏ điện cho một lò nung điện phân để điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân của riêng lò nung điện phân đó. Khi các nguồn năng lượng cung cấp năng lượng để điện phân và năng lượng để điều chỉnh các thông số quá trình riêng biệt, các thông số quá trình của các lò nung điện phân tương ứng có thể được điều chỉnh linh hoạt và khi điều kiện cung cấp năng lượng của nguồn năng lượng thay đổi và/hoặc điều kiện vận hành của một số lò nung điện phân cần được điều chỉnh, ảnh hưởng chung mà nguồn năng lượng tác động đến cụm lò nung điện phân có thể được giảm xuống mức tối thiểu. Các ưu điểm bao gồm hao tổn điện áp tổng thấp, nhiệt độ lò nung phù hợp đối với các lò nung điện phân tương ứng, tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm thấp và khả năng kiểm soát tổng thể cũng như riêng biệt từng lò nung trong cụm lò nung điện phân tốt. Khi điện áp cao được sử dụng, hao tổn năng lượng của nguồn năng lượng sẽ tự được giảm và hao tổn mạch cũng giảm sau khi các lò nung điện phân được kết nối nối tiếp, do đó tạo tỷ lệ sử dụng năng lượng cao. Dòng điện của từng lò nung điện phân riêng lẻ có thể được điều chỉnh để kiểm soát các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân. Cụm lò nung điện phân không chỉ sản xuất một sản phẩm duy nhất mà còn có thể sản xuất nhiều sản phẩm đồng thời. Tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm giảm cùng với sự gia tăng của tổng số lượng lò nung điện phân hoạt động trong cụm lò nung điện phân.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ phương án 1.

Hình 2 là sơ đồ các phương án 2 và phương án 3.

Hình 3 là sơ đồ ví dụ so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án 1

Tham chiếu Hình 1, cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính 12, một lò nung điện phân A, một lò nung điện phân Z và một nguồn năng lượng phụ Z13. Lò nung điện phân A có cực âm A31 và cực dương A36. Lò nung điện phân Z có cực âm Z31 và cực dương Z36 cùng được kết nối với nguồn năng lượng phụ Z13. Điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12 được kết nối với cực dương A36, cực

dương Z36 được kết nối với cực âm A31 và cực âm Z31 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12. Nguồn năng lượng phụ Z13 có điện cực dương được kết nối với cực dương Z36 và điện cực âm được kết nối với cực âm Z31. Các lò nung điện phân A, Z và nguồn năng lượng chính 12 tạo thành mạch chính 41, vì vậy hai lò nung điện phân A, Z cùng sử dụng nguồn năng lượng chính 12 để cấu tạo nên cụm lò nung điện phân.

Nguồn năng lượng chính 12 và nguồn năng lượng phụ Z13 tạo thành mạch cấp điện song song cho lò nung điện phân Z.

Khi điện phân, nguồn năng lượng chính 12 cung cấp hầu hết năng lượng được yêu cầu cho cụm lò nung điện phân A, Z. Bằng cách điều chỉnh dòng điện đầu ra và điện áp của nguồn năng lượng chính 12, lò nung điện phân A mà yêu cầu dòng điện điện phân nhỏ hơn trong cụm lò nung điện phân được điều chỉnh để đạt các thông số quá trình phù hợp. Trong lúc ấy, nếu các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân của lò nung điện phân Z giảm xuống quá thấp, nguồn năng lượng phụ Z13 có thể được bật lên và kiểm soát để điều chỉnh dòng điện tổng của lò nung điện phân Z nhằm mục đích điều chỉnh các thông số quá trình tương ứng.

Sau khi các lò nung điện phân A, Z được kết nối nối tiếp, điện áp tổng đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 thấp hơn tổng cộng các điện áp được sử dụng khi các lò nung điện phân A, Z vận hành riêng lẻ trước khi được kết nối nối tiếp. Tiêu thụ năng lượng trung bình cho một đơn vị sản phẩm kim loại neodym được giảm bớt.

Các thông số kỹ thuật quá trình chính như sau:

Các lò nung điện phân A, Z đều sản xuất kim loại neodym ở nhiệt độ điện phân từ 1030°C đến 1100°C, nguồn năng lượng chính 12 có đầu ra điện áp 19V và dòng điện khoảng 5000A, nguồn năng lượng phụ Z13 có dòng điện đầu ra từ 100A đến 500A và tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm kim loại neodym là 8,1kWh/kg.

Phương án 2

Tham chiếu Hình 2, cụm lò nung điện phân bao gồm 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 và Z2. Lò nung điện phân A có cực âm A31, cực dương A36 và được kết nối với nguồn năng lượng phụ A13. Lò nung điện phân N có cực âm N31, cực dương N36 và được kết nối với nguồn năng lượng phụ N13. Lò nung điện phân P có cực âm A31, cực dương P36 và được kết nối với nguồn năng lượng phụ P13. Lò nung điện phân Z có cực âm Z31, cực dương Z36 và được kết nối với nguồn năng lượng phụ Z13.

Cực dương A36 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12 với công tắc A2 nằm giữa cực dương A36 và nguồn năng lượng chính 12; cực âm A31 được kết nối với cực dương N36 với công tắc N2 nằm giữa cực âm A31 và cực

dương N36; cực âm N31 được kết nối với cực dương P36 với công tắc P2 nằm giữa cực âm N31 và cực dương P36; cực âm P31 được kết nối với cực dương Z36 với công tắc Z2 nằm giữa cực âm P31 và cực dương Z36; và cực âm Z31 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12, từ đó tạo thành cụm lò nung điện phân.

Nguồn năng lượng phụ A13 có điện cực dương được kết nối với cực dương A36 và điện cực âm được kết nối với cực âm A31. Nguồn năng lượng phụ N13 có điện cực dương được kết nối với cực dương N36 và điện cực âm được kết nối với cực âm N31. Nguồn năng lượng phụ P13 có điện cực dương được kết nối với cực dương P36 và điện cực âm được kết nối với cực âm P31. Nguồn năng lượng phụ Z13 có điện cực dương được kết nối với cực dương Z36 và điện cực âm được kết nối với cực âm Z31.

Mạch điều khiển A42 được tạo thành bởi công tắc A1 và các dây dẫn được kết nối theo kiểu song song với lò nung điện phân A, vì thế sự kết hợp của mạch điều khiển A42 và công tắc A2 có thể ngắt điện lò nung điện phân A. Mạch điều khiển N42 được tạo thành bởi công tắc N1 và các dây dẫn được kết nối theo kiểu song song với lò nung điện phân N, vì thế sự kết hợp của mạch điều khiển N42 và công tắc N2 có thể ngắt điện lò nung điện phân N. Mạch điều khiển P42 được tạo thành bởi công tắc P1 và các dây dẫn được kết nối theo kiểu song song với lò nung điện phân P, vì thế sự kết hợp của mạch điều khiển P42 và công tắc P2 có thể ngắt điện lò nung điện phân P. Mạch điều khiển Z42 được tạo thành bởi công tắc Z1 và các dây dẫn được kết nối theo kiểu song song với lò nung điện phân Z, vì thế sự kết hợp của mạch điều khiển Z42 và công tắc Z2 có thể ngắt điện lò nung điện phân Z.

Sự kết hợp của các công tắc 2 tương ứng và các mạch điều khiển 42 tương ứng có thể ngắt điện lò nung điện phân A, N, P, Z bất kỳ khỏi cụm lò nung điện phân mà không ảnh hưởng đến sự vận hành của các lò nung điện phân khác.

Khi điện phân, nguồn năng lượng chính 12 cung cấp điện áp tổng và dòng điện điện phân thấp nhất được yêu cầu cho các lò nung điện phân A, N, P, Z. Khi các thông số quá trình như dòng điện điện phân, cường độ dòng điện và nhiệt độ của riêng một lò nung điện phân cần được điều chỉnh, nguồn năng lượng phụ tương ứng 13 có thể được kiểm soát để điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện, cường độ dòng điện của riêng lò nung điện phân này.

Sau khi bất kỳ lò nung điện phân nào trong các lò nung điện phân A, N, P, Z được ngắt khỏi cụm lò nung điện phân, điện áp tổng và/hoặc dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 được điều chỉnh nhằm mục đích điều chỉnh các thông số quá trình tương ứng và theo đó nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể được kiểm soát để điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và cường độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Các thông số kỹ thuật quá trình chính như sau:

Khi các lò nung điện phân A, N, P, Z đều sản xuất kim loại lantan, nhiệt độ điện phân của các lò nung điện phân A, N, P, Z là từ 1000°C đến 1100°C, nguồn năng lượng chính 12 đầu ra điện áp 38V và dòng điện khoảng 5000A, nguồn năng lượng phụ A13 được tắt đi, nguồn năng lượng phụ N13 có dòng điện đầu ra từ 100A đến 300A, nguồn năng lượng phụ P13 có dòng điện đầu ra từ 100A đến 500A, nguồn năng lượng phụ Z13 có dòng điện đầu ra từ 300A đến 800A và tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm kim loại lantan là 8,1kWh/kg.

Khi các lò nung điện phân A, N, P, Z đều sản xuất kim loại neodym, nhiệt độ điện phân của các lò nung điện phân A, N, P, Z là từ 1030°C đến 1100°C, nguồn năng lượng chính 12 đầu ra điện áp 37V và dòng điện khoảng 5000A, nguồn năng lượng phụ A13 được tắt đi, nguồn năng lượng phụ N13 có dòng điện đầu ra từ 100A đến 300A, nguồn năng lượng phụ P13 có dòng điện đầu ra từ 100A đến 500A, nguồn năng lượng phụ Z13 có dòng điện đầu ra từ 200A đến 5800A và tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm kim loại neodym là 7,9kWh/kg.

Phương án 3

Tham chiếu Hình 2, cụm lò nung điện phân bao gồm nguồn năng lượng chính 12, hai mươi tư lò nung điện phân A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Hai mươi tư nguồn năng lượng phụ A13, B13, ... Z13 và bốn mươi tám công tắc A1, A2, B1, B2, C1, C2, ... Z1, Z2. Nguồn năng lượng chính 12 và hai mươi tư lò nung điện phân được kết nối nối tiếp, cụ thể, điện cực dương của nguồn năng lượng chính 12 được kết nối với cực dương A36 của lò nung điện phân đầu tiên A cùng công tắc A2 nằm giữa cực dương A36 và nguồn năng lượng chính 12; từ lò nung điện phân thứ hai B, cực dương A36 của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm 31 của lò nung điện phân trước đó, ... và cứ tương tự như vậy; cực âm Z31 của lò nung điện phân thứ hai mươi tư Z được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính 12, từ đó tạo thành cụm lò nung điện phân.

Điện cực dương của nguồn năng lượng phụ A13 được kết nối với cực dương A36 và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ A13 được kết nối với cực âm A31; Điện cực dương của nguồn năng lượng phụ B13 được kết nối với cực dương B36 và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ B13 được kết nối với cực âm B31; ... và cứ tương tự như vậy.

Công tắc A1 và các dây dẫn của nó tạo thành mạch điều khiển A42 được kết nối theo kiểu song song với cực dương A36 và cực âm A31 của lò nung điện phân A, cụ thể, một đầu của công tắc A1 được kết nối với điểm nằm giữa nguồn năng lượng chính 12 và công tắc A2 trong mạch chính 41, đầu kia của công tắc A1 được kết nối với điểm nằm giữa cực âm A31 và công tắc B2 trong mạch chính 41, vì thế mạch điều khiển A42 có thể kết hợp với công tắc A2 để ngắt điện lò nung điện phân A; công tắc B1 và các dây dẫn của nó tạo thành mạch điều khiển B42 được kết nối theo kiểu song

song với cực dương B36 và cực âm B31 của lò nung điện phân B, cụ thể, một đầu của công tắc B1 được kết nối với điểm nằm giữa cực âm A31 và công tắc B2 trong mạch chính 41, đầu kia của công tắc B1 được kết nối với điểm nằm giữa cực âm B31 và công tắc C2 trong mạch chính 41, vì thế mạch điều khiển B42 có thể kết hợp với công tắc B2 để ngắt điện lò nung điện phân B; ... và cứ tương tự như vậy.

Sự kết hợp của các công tắc 2 tương ứng với các mạch điều khiển 42 tương ứng có thể ngắt điện lò nung bất kỳ trong hai mươi tư lò nung điện phân khỏi cụm lò nung điện phân mà không ảnh hưởng đến sự vận hành của các lò nung điện phân khác.

Khi điện phân, nguồn năng lượng chính 12 cung cấp điện áp tổng được yêu cầu cho các lò nung điện phân và dòng điện được yêu cầu cho lò nung điện phân cần dòng điện điện phân nhỏ nhất trong cụm lò nung điện phân. Khi các thông số quá trình như dòng điện điện phân, cường độ dòng điện và nhiệt độ của riêng một lò nung điện phân cần được điều chỉnh, nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể được kiểm soát để điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và cường độ dòng điện của riêng lò nung điện phân này.

Sau khi bất kỳ lò nung điện phân nào trong các lò nung điện phân được ngắt khỏi cụm lò nung điện phân, điện áp tổng và/hoặc dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 được điều chỉnh nhằm mục đích điều chỉnh các thông số quá trình tương ứng và theo đó nguồn năng lượng phụ 13 tương ứng có thể được kiểm soát để điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và cường độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Khi chỉ một hoặc hai lò nung điện phân được ngắt khỏi cụm lò nung điện phân, điện áp tổng và dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng chính 12 có thể không được điều chỉnh, và chỉ có điện áp và/hoặc dòng điện đầu ra của nguồn năng lượng phụ 13 được điều chỉnh nhằm mục đích điều chỉnh các thông số quá trình như nhiệt độ điện phân, dòng điện và cường độ dòng điện của lò nung điện phân tương ứng.

Các thông số kỹ thuật quá trình chính như sau:

Nguồn năng lượng chính 12 đầu ra điện áp 230V và dòng điện khoảng 5000A; các lò nung điện phân từ A đến H sản xuất kim loại neodym ở nhiệt độ điện phân từ 1030°C đến 1150°C với các nguồn năng lượng phụ từ A13 đến H13 có dòng điện đầu ra từ 300A đến 800A; các lò nung điện phân từ J đến M sản xuất kim loại lantan ở nhiệt độ điện phân từ 1000°C đến 1100°C với các nguồn năng lượng phụ từ J13 đến M13 có dòng điện đầu ra từ 0A đến 500A; các lò nung điện phân từ N đến Z sản xuất hợp kim praseodym-neodym ở nhiệt độ điện phân từ 1000°C đến 1100°C với các nguồn năng lượng phụ từ N13 đến Z13 có dòng điện đầu ra từ 200A đến 600A và tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm hợp kim praseodym-neodym là 7,6kWh/kg.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tham chiếu Hình 3, lò nung điện phân muối nóng chảy của kim loại đất hiếm 5KA bao gồm cực âm 31 và cực dương 36, được kết nối với nguồn năng lượng 29. Cực âm 31 được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng 29 và cực dương 36 được kết nối với điện cực dương của nguồn năng lượng 29.

Khi vận hành lò nung điện phân muối nóng chảy của kim loại đất hiếm 5KA trong ví dụ so sánh này để sản xuất kim loại neodym bằng điện phân, các thông số kỹ thuật quá trình chính như sau: dòng điện điện phân khoảng 5000A, điện áp đầu ra của nguồn năng lượng là từ 10V đến 10,5V, nhiệt độ điện phân từ 1030°C đến 1150°C và tiêu thụ năng lượng cho một đơn vị sản phẩm là 8,8kWh/kg.

Trên đây chỉ là một số phương án để minh họa tốt hơn trong sáng chế này để những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu, cách thực hiện của sáng chế này không giới hạn ở những phương án nêu 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), ít nhất hai lò nung điện phân và ít nhất một nguồn năng lượng phụ (13), trong đó:

mỗi lò nung điện phân bao gồm cực âm (31) và cực dương (36), ít nhất một lò nung điện phân được bố trí với một nguồn năng lượng phụ (13);

điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân đầu tiên, cực dương (36) của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó, và cực âm (31) của lò nung điện phân cuối cùng được kết nối 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);

điện cực dương của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân tương ứng, và điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân tương ứng.

2. Cụm lò nung điện phân theo điểm 1, 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 khỏi cụm lò nung điện phân.

3. Cụm lò nung điện phân theo điểm 2, khác biệt ở chỗ, cụm lò nung này bao gồm một nguồn năng lượng chính (12), hai mươi tư lò nung điện phân (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z), hai mươi tư nguồn năng lượng phụ (A13, B13, ... Z13) và bốn mươi tám công tắc (A1, A2, B1, B2, C1, C2, ... Z1, Z2), trong đó:

nguồn năng lượng chính (12) và hai mươi tư lò nung điện phân được kết nối nối tiếp,

trong đó:

dây điện cực dương của nguồn năng lượng chính (12) được kết nối với cực dương (A36) của lò nung điện phân đầu tiên (A) với một công tắc (A2) giữa cực dương (A36) và nguồn năng lượng chính (12); từ lò nung điện phân thứ hai (B), cực dương (36) của mỗi lò nung điện phân sau đó được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó với một công tắc (2) giữa cực âm (31) của lò nung điện phân trước đó và cực dương (36) của lò nung điện phân sau đó, ... và cứ tương tự như vậy; cực âm (Z31) của lò nung điện phân thứ hai mươi tư (Z) được kết nối với điện cực âm của nguồn năng lượng chính (12);

mỗi lò nung điện phân riêng biệt được bố trí với một nguồn năng lượng phụ (13), dây điện cực dương của mỗi một nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực dương (36) của lò nung điện phân tương ứng, và dây điện cực âm của nguồn năng lượng phụ (13) được kết nối với cực âm (31) của lò nung điện phân tương ứng;

công tắc (A1) và các dây dẫn tạo thành mạch điều khiển (A42), công tắc (A1) được kết nối theo kiểu song song với lò nung điện phân (A), trong đó, một đầu của công tắc (A1) được kết nối với điểm nằm giữa nguồn năng lượng chính (12) và công tắc (A2) trong mạch chính (41), đầu kia của công tắc (A1) được kết nối với điểm nằm giữa cực âm (A31) và công tắc (B2) trong mạch chính (41), vì vậy mạch điều khiển (A42) có thể kết hợp với công tắc (A2) để ngắt điện lò nung điện phân (A); công tắc (B1) và các dây dẫn tạo thành mạch điều khiển (B42) được kết nối theo kiểu song song với cực dương (B36) và cực âm (B31) của lò nung điện phân (B), trong đó, một đầu của công tắc (B1) được kết nối với điểm nằm giữa cực âm (A31) và công tắc (B2) trong mạch chính (41), đầu kia của công tắc (B1) được kết nối với điểm nằm giữa cực âm (B31) và công tắc (C2) trong mạch chính (41), vì vậy mạch điều khiển (B42) có thể kết hợp với công tắc (B2) để ngắt điện lò nung điện phân (B), ... và cứ tương tự như vậy;

tám lò nung điện phân đầu (A, B, C, D, E, F, G, H) được cấu tạo để sản xuất kim loại neodym ở nhiệt độ từ 1030°C đến 1150°C với các nguồn năng lượng phụ (từ A13 đến H13) có dòng điện đầu ra từ 300A đến 800A;

bốn lò nung điện phân giữa (J, K, L, M) được cấu tạo để sản xuất kim loại lantan ở nhiệt độ từ 1000°C đến 1100°C với các nguồn năng lượng phụ (từ J13 đến M13) có dòng điện đầu ra từ 0A đến 500A;

mười hai lò nung điện phân cuối (N, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z) được cấu tạo để sản xuất hợp kim praseodym-neodym ở nhiệt độ từ 1030°C đến 1150°C với các nguồn năng lượng phụ (từ N13 đến Z13) có dòng điện đầu ra từ 200 đến 600A.

4. Phương pháp vận hành cụm lò nung điện phân theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước:

sử dụng nguồn năng lượng chính (12) để cung cấp năng lượng cho các lò nung điện phân, và

điều chỉnh các thông số 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).

5. Phương pháp vận hành theo điểm 4, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước:

sử dụng nguồn năng lượng chính (12) để cung cấp điện áp tổng và dòng điện điện phân nhỏ nhất được yêu cầu cho các lò nung điện phân, và

kiểm soát riêng từng nguồn năng lượng phụ (13) để điều chỉnh các thông số điện phân của lò nung điện phân tương ứng.

6. Phương pháp vận hành theo điểm 4, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước:

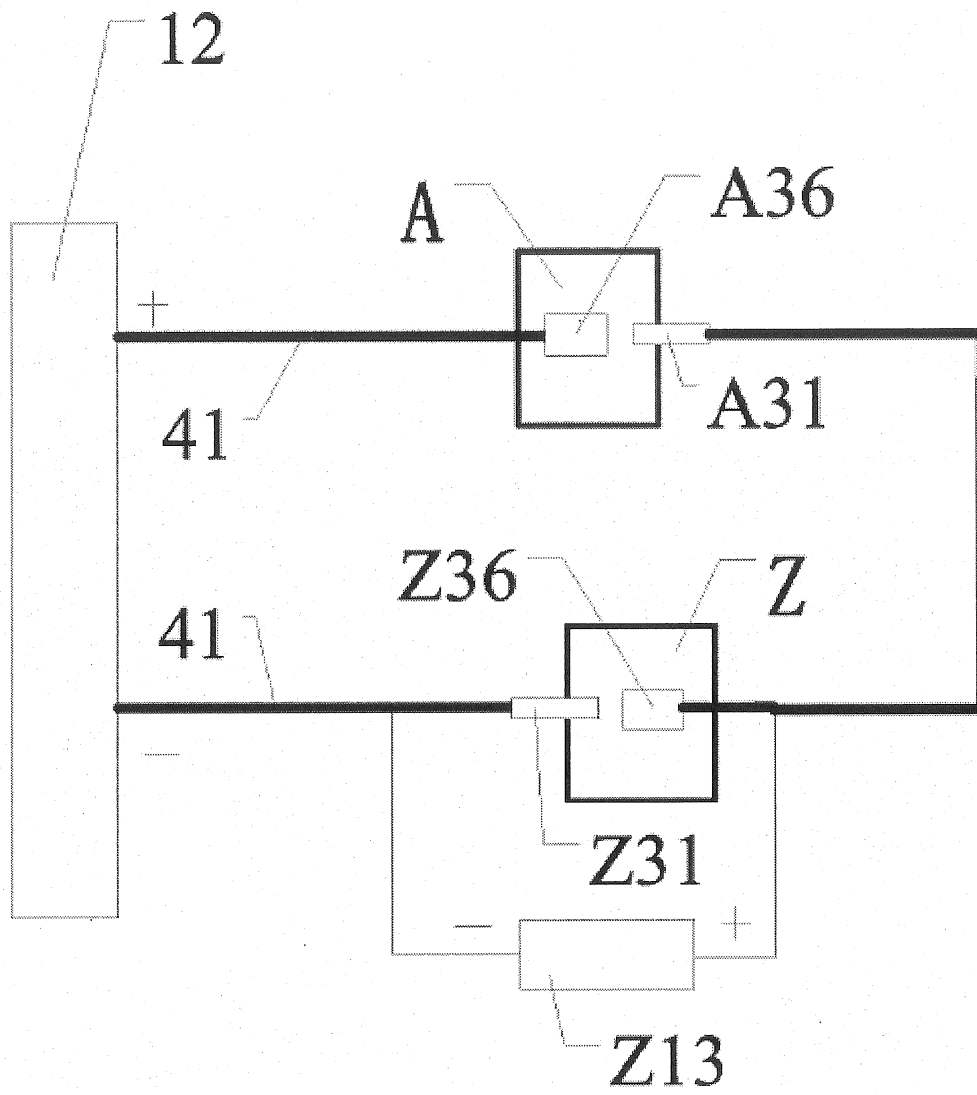
ngắt phần mạch chính (41) cung cấp năng lượng cho lò nung điện phân và bộ mạch điều khiển (42) gắn liền với lò nung điện phân bằng cách điều khiển các công tắc tương ứng để ngắt lò nung điện phân khỏi cụm lò nung điện phân khi bất kỳ lò nung điện phân nào trong cụm lò nung điện phân được yêu cầu ngừng vận hành.

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 tổng đầu ra của nguồn năng lượng chính (12) để điều chỉnh các thông số liên quan trong quá trình sau khi ít nhất một lò nung điện phân được ngắt khỏi cụm lò nung điện phân.

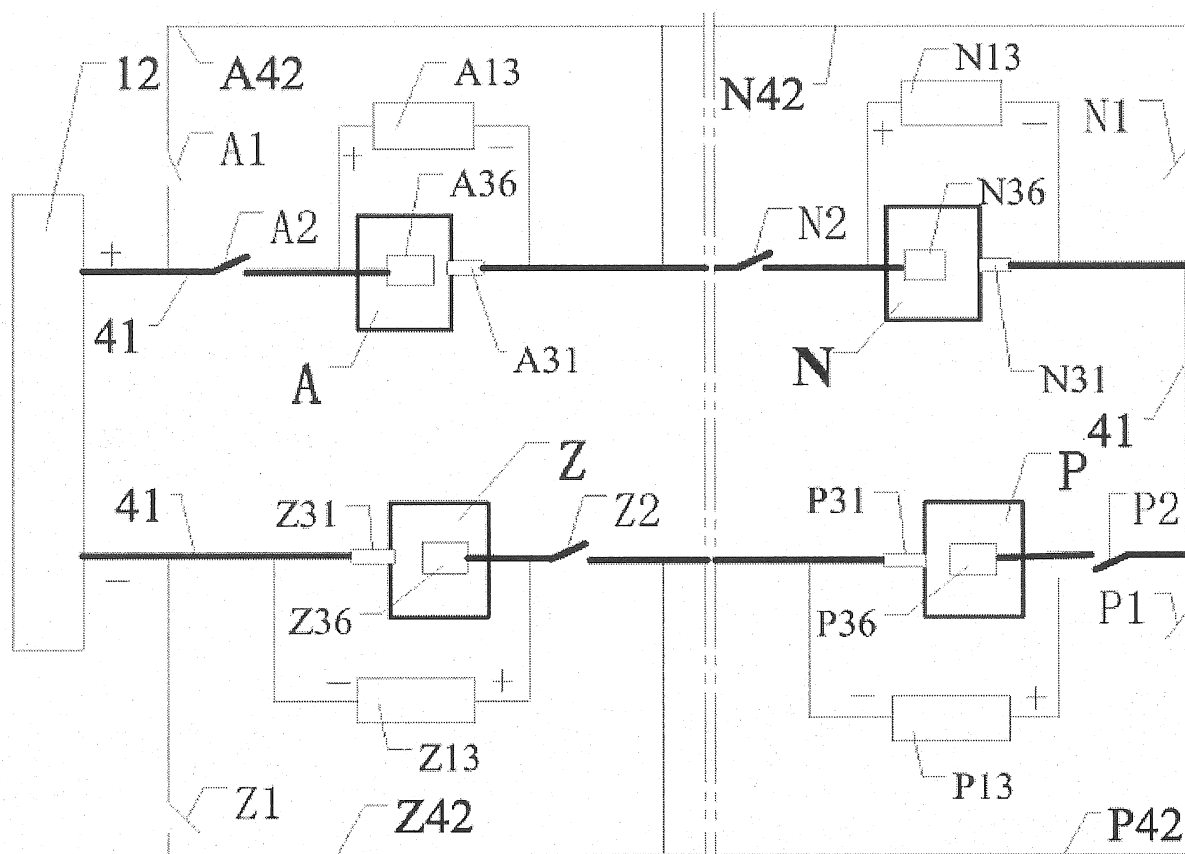
8. Phương pháp vận hành theo điểm 7, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện đầu ra từ nguồn năng lượng phụ (13) để điều chỉnh các thông số quá trình của lò nung điện phân tương ứng sau khi ít nhất một lò nung điện phân được ngắt khỏi cụm lò nung điện phân.

9. Phương pháp vận hành theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 8, khác biệt ở chỗ, điện áp tổng đầu ra từ nguồn năng lượng chính (12) được ưu tiên điều chỉnh.

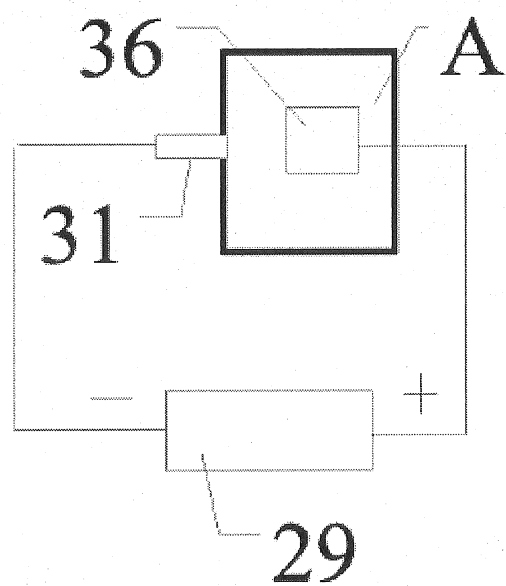
10. Phương pháp vận hành theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước chỉ điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện đầu ra từ các nguồn năng lượng phụ (13) gắn liền với các lò nung điện phân khác mà không ngừng vận hành, từ đó điều chỉnh các thông số quá trình của các lò nung điện phân không ngừng vận hành sau khi một hoặc hai lò nung điện phân được ngắt khỏi cụm lò nung điện phân.



HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3