



(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)



1-0032883

(51)⁷ C25C 3/20; C25C 3/16

(13) B

(21) 1-2017-03478

(22) 05/02/2016

(86) PCT/IB2016/000120 05/02/2016

(87) WO 2016/128824 18/08/2016

(30) FR15/00251 09/02/2015 FR

(45) 25/08/2022 413

(43) 27/11/2017 356A

(73) RIO TINTO ALCAN INTERNATIONAL LIMITED (CA)

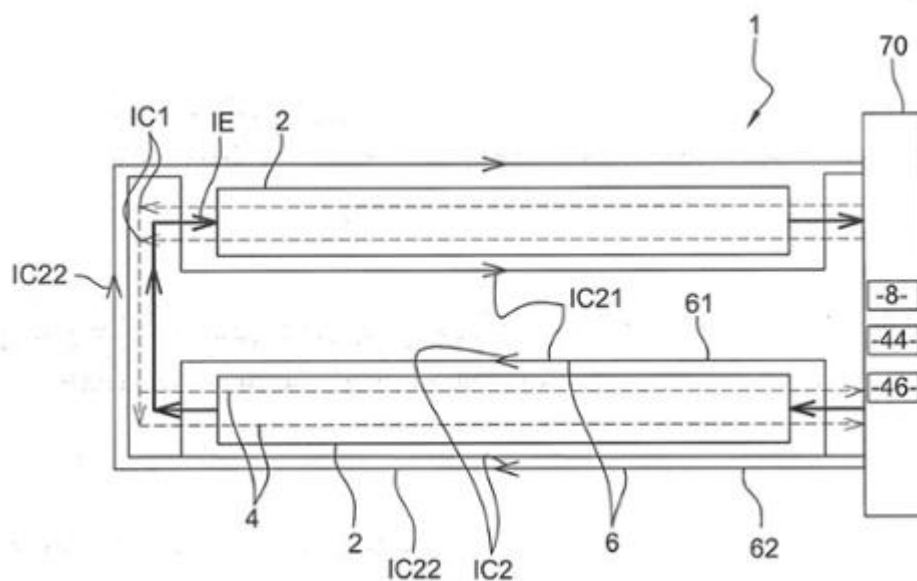
400-1190 Avenue des Canadiens de Montréal Montréal, Québec H3B 0E3, Canada

(72) BARDET, Benoit (FR); RENAUDIER, Steeve (FR).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ Thảo Thọ Quyển (INVENCO.,LTD)

(54) LÒ NẤU CHẢY NHÔM VÀ PHƯƠNG PHÁP BÙ TỪ TRƯỜNG TẠO RA BỞI DÒNG CHẠY ĐIỆN PHÂN TRONG CÁC BÌNH ĐIỆN PHÂN CỦA LÒ NẤU CHẢY NHÔM NÀY

(57) Sáng chế đề xuất lò nấu chảy nhôm (1) bao gồm dây (2) các bình điện phân được sắp xếp nằm ngang với dây (2), một trong các bình chứa tổ hợp anốt và dây dẫn điện được gắn và kết nối tổ hợp anốt. Dây dẫn nhô lên và kết nối kéo lên trên dọc theo hai gờ dọc đối diện của bình điện phân này. Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất lò nấu chảy nhôm (1) bao gồm mạch điện bù thứ nhất (4) kéo bên dưới bình điện phân và có thể được chạy qua bởi dòng bù thứ nhất (IC1) ở hướng đối diện với hướng của dòng điện phân (IE), mạch điện bù thứ hai (6) kéo dài trên một phía của dây (2) có thể được chạy qua bởi dòng bù thứ hai (IC2) theo cùng hướng với dòng điện phân (IE).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lò nấu chảy nhôm, để sản xuất nhôm bằng cách điện phân, và phương pháp bù thành phần dọc và thành phần ngang của từ trường tạo ra bởi dòng chạy điện phân trong lò nấu chảy nhôm này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết rằng nhôm có thể được sản xuất công nghiệp từ alumin bằng cách điện phân bởi quy trình Hall-Héroult. Theo mục đích này, bình điện phân được sử dụng bao gồm vỏ bình thép trong đó có lớp lót bằng vật liệu chịu lửa, catốt bằng nguyên liệu cacbon, mà dây dẫn catốt chạy qua đó nhằm thu dòng điện phân ở catốt để dẫn nó đến đầu ra của catốt chạy qua đáy hoặc các mặt bên của vỏ bình, dây dẫn liên kết kéo dài chủ yếu theo phương ngang đến bình kế tiếp từ đầu ra của catốt, bề điện phân trong đó alumin được hòa tan, ít nhất một tổ hợp anốt bao gồm ít nhất một anốt được nhúng trong bể điện phân này, khung anốt trên đó treo tổ hợp anốt, và dây dẫn để đưa dòng điện phân chạy lên trên được nối với dây dẫn liên kết từ bình điện phân phía trước để dẫn dòng điện phân từ đầu ra của catốt đến khung anốt và tổ hợp anốt và anốt trong bình kế tiếp. Cụ thể hơn, các anốt là kiểu anốt được nung sẵn có khối cacbon nung sẵn, tức là nung trước khi chúng được đặt vào trong bình điện phân.

Xưởng sản xuất nhôm, hoặc lò nấu chảy nhôm, thường bao gồm vài trăm bình điện phân được xếp dãy theo phương nằm ngang thành các dãy song song và được mắc nối tiếp.

Dòng điện phân có mức vài trăm nghìn Ampe đi qua các bình điện phân này, và chúng tạo ra một từ trường mạnh. Thành phần dọc của từ trường này, chủ yếu được tạo ra bởi dây dẫn liên kết đưa dòng điện từ một bình điện phân đến bình điện phân tiếp theo, đã biết là gây ra sự mất ổn định được gọi là sự mất ổn định từ thủy động (MHD).

Sự mất ổn định MHD này đã biết là làm giảm hiệu suất của quy trình. Các bình điện phân càng không ổn định, khoảng cách giữa các cực giữa anốt và lớp kim loại càng lớn. Lúc này, khoảng cách giữa các cực càng lớn, mức tiêu thụ năng lượng của quy trình càng lớn do năng lượng bị phân tán trong khoảng không gian giữa các cực bởi hiệu ứng Joule.

Ngoài điều này, thành phần ngang của từ trường, được sinh ra bởi tất cả dòng điện chạy trong cả dây dẫn bên trong bình và bên ngoài, tương tác với dòng điện đi qua chất lỏng, làm tăng sự biến dạng bên của lớp kim loại. Sự không đồng đều tạo ra ở mức độ lớp kim loại cần phải nhỏ đủ để anốt được tiêu thụ đồng đều với độ hao hụt nhỏ. Để đảm bảo rằng mức thay đổi là nhỏ, các thành phần ngang của từ trường phải là càng phản đối xứng càng tốt trong chất lỏng (bể điện phân và lớp kim loại). Trong trường hợp thành phần theo chiều dài và theo phương ngang của từ trường bao gồm thành phần ngang, sự phản đối xứng được hiểu là ở khoảng cách vuông góc từ trục trung tâm của bình song song với thành phần của từ trường nghiên cứu, và ở cùng khoảng cách trên phía kia của trục trung tâm này, giá trị của thành phần cần quan tâm sẽ đối ngược. Sự phản đối xứng của thành phần ngang của từ trường là cấu hình mang lại sự đối xứng nhất và sự biến dạng dẹt nhất có thể cho bề mặt của bình điện phân.

Đã biết rằng, cụ thể từ các tài liệu patent số FR1079131 và FR2469475, sự mất ổn định MHD có thể được kiểm soát bằng cách bù từ trường tạo ra bởi dòng điện phân chạy qua bằng cách bố trí riêng dây dẫn mang dòng điện phân. Ví dụ, theo tài liệu patent FR2469475, dây dẫn liên kết đi qua theo phía bên vòng quanh các đầu cuối hoặc đầu trên của mỗi bình điện phân. Điều này đã biết là sự tự bù. Nguyên tắc này dựa trên cân bằng cục bộ bên ngoài từ trường trên phạm vi một bình điện phân.

Lợi điểm chính của sự tự bù là ở việc sử dụng chính dòng điện phân để bù sự mất ổn định MHD.

Tuy nhiên, sự tự bù có thể dẫn đến đòi hỏi về khoảng cách lớn ở các bên do dây dẫn điện đi vòng quanh phía đầu của các bình điện phân.

Trên hết, độ dài quá lớn của dây dẫn liên kết để thực thi giải pháp kỹ thuật làm tăng sự hao hụt điện nội tuyến do hiệu ứng điện trở của dây dẫn, và do đó tăng chi phí hoạt động, và đòi hỏi rất nhiều nguyên liệu thô, và do đó chi phí sản xuất cao. Các bất lợi này thậm chí tăng lên khi bình điện phân có kích thước lớn và hoạt động ở cường độ dòng điện cao.

Thiết kế của lò nấu chảy nhôm cũng có mạch điện tự bù được cố định. Trong quá trình sử dụng của nó, có thể cần thiết để tăng cường độ của dòng điện phân vượt hơn cường độ dự tính khi thiết kế. Điều này thực tế cũng sẽ thay đổi kiểu phân bố từ trường từ mạch điện tự bù, mà mạch điện này không được thiết kế cho kiểu phân bố mới này, kết quả là nó sẽ không còn bù một cách tối ưu cho từ trường này. Có các giải pháp để khắc phục thiếu sót này là phát triển phương pháp bù từ trường điện thế và phục hồi nó gần với mức tối ưu, nhưng các giải pháp này khá phức tạp và đắt để thực thi.

Giải pháp khác để làm giảm sự mất ổn định MHD, cụ thể đã biết từ tài liệu patent FR2425482, bao gồm việc sử dụng mạch điện thứ cấp hoặc mạch kín ngoài dọc theo các mặt bên của các dây bình điện phân. Dòng có cường độ bằng với phần trăm đã định của cường độ dòng điện phân đi qua mạch điện thứ cấp này. Mạch kín ngoài sinh ra từ trường bù lại hiệu ứng từ trường tạo ra bởi dòng điện phân ở dây bình điện phân gần đó.

Cũng đã biết từ tài liệu patent EP0204647 rằng mạch thứ cấp chạy theo các mặt bên của các dây bình điện phân có thể được sử dụng để làm giảm hiệu ứng của từ trường tạo ra bởi dây dẫn liên kết, cường độ dòng điện đi qua dây dẫn điện trong mạch thứ cấp này có mức từ 5 đến 80% cường độ dòng điện phân, dòng này chạy theo cùng hướng với dòng điện phân.

Giải pháp để gây bù qua mạch kín ngoài có thuận lợi là nó tạo ra mạch thứ cấp độc lập với mạch chính mà dòng điện phân đi qua đó.

Việc đặt mạch thứ cấp theo các mặt bên của dây bình gần với các mặt bên nhỏ hơn của vỏ bình ở mức bề mặt chuyển tiếp giữa bồn - kim loại có thể bù cho thành phần dọc mà không có ảnh hưởng bất kỳ lên thành phần ngang của từ trường.

Giải pháp để gây bù qua mạch kín ngoài làm giảm đáng kể chiều dài của dây dẫn liên kết, khối lượng của chúng và mức hao hụt điện, nhưng đòi hỏi thêm có trạm phát điện và thêm mạch điện thứ cấp độc lập.

Cũng lưu ý rằng giải pháp để gây bù qua mạch kín ngoài dẫn đến sự dòn từ trường, cùng với dòng nối tiếp, tạo ra từ trường toàn bộ xung quanh rất mạnh, ở mức độ mà làm tăng phản lực liên kết lên quy trình vận hành và thiết bị (ví dụ, đòi hỏi phải che chắn phương tiện) và ở mức độ mà từ trường từ một dây có hiệu ứng tác động lên sự ổn định của các bình điện phân trong dây bên cạnh. Để làm giảm mức ảnh hưởng của một dây lên dây bên cạnh, chúng phải được để tách biệt cách riêng với nhau, và đây là mối liên kết không gian lớn dẫn đến kết quả là việc mỗi dây bình điện phân phải được đặt trong một buồng riêng.

Ngoài điều này, phần kết nối giữa mạch điện phân và mạch thứ cấp kết nối các đầu của hai dây bình điện phân liên kề có xu hướng làm mất ổn định các bình điện phân ở cuối dây. Để tránh việc có các bình không ổn định ở cuối dây, phần kết nối này của mạch thứ cấp có thể được tạo cấu trúc trên cơ sở một đường đi xác định, như đã biết trong patent FR2868436, để hiệu chỉnh từ trường sao cho ảnh hưởng của nó lên các bình cuối dây là ở mức chấp nhận được. Tuy nhiên, con đường định tuyến này làm tăng đáng kể chiều dài của mạch thứ cấp, và do đó tăng chi phí nguyên liệu. Nên lưu ý rằng giải pháp thông thường bao gồm di chuyển phần chuyển tiếp giữa mạch thứ cấp và mạch điện phân của các bình nằm xa hơn ở cuối dây, nhưng nó cũng làm tăng khoảng cách sử dụng cũng như làm tăng chiều dài của dây dẫn điện, và do đó làm tăng chi phí nhiên liệu và năng lượng.

Do đó, rõ ràng là các giải pháp đã biết để gây bù qua mạch kín ngoài sẽ làm tăng chi phí cấu trúc chính một cách tương đối.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế được dự tính để khắc phục các bất lợi này hoặc hoàn toàn hoặc một phần bằng cách đề xuất lò nấu chảy nhôm có cấu hình từ trường khiến có thể có các bình điện phân rất ổn định về từ tính, và mang lại mật độ tăng lên. Sáng chế này cũng đề cập đến phương pháp bù từ trường sinh ra bởi dòng điện phân chạy trong lò nấu chảy nhôm.

Kết luận, sáng chế đề cập đến lò nấu chảy nhôm bao gồm ít nhất một dây bình điện phân được sắp xếp nằm ngang theo chiều dài của ít nhất một dây nêu trên, một trong các bình điện phân chứa tổ hợp anốt và dây dẫn điện nhô lên và kết nối với tổ hợp anốt này, đặc trưng trong đó dây dẫn điện nhô lên và kết nối kéo lên phía trên dọc theo hai gờ dọc đối diện của bình điện phân để dẫn điện dòng điện phân đến tổ hợp anốt, và trong đó lò nấu chảy nhôm bao gồm:

- ít nhất một mạch điện bù thứ nhất kéo dài bên dưới các bình điện phân, ít nhất một mạch điện bù thứ nhất này mà dòng bù thứ nhất có thể đi qua, dòng bù thứ nhất được thiết kế để chạy bên dưới các bình điện phân ở hướng đối diện với hướng tổng thể của dòng điện phân chạy,
- ít nhất một mạch điện bù thứ hai kéo dài bên trên ít nhất một phía của ít nhất một dây bình điện phân, ít nhất một mạch điện bù thứ hai này mà dòng bù thứ hai có thể đi qua, dòng bù thứ hai này được thiết kế để chạy theo cùng hướng với hướng tổng thể của dòng điện phân.

Theo cách này, lò nấu chảy nhôm theo sáng chế có thuận lợi là tạo ra các bình điện phân ổn định từ tính cao, do chúng bù cả thành phần dọc và ngang của từ trường sinh ra bởi dòng điện phân, điều này làm tăng hiệu suất tổng thể, mà không gây ảnh hưởng bất lợi lên kích thước của lò nấu chảy nhôm theo sáng chế, do mạch điện bù thứ nhất chạy bên dưới các bình điện phân.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện nhô lên và kết nối bao gồm dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên, liền kề với gờ dọc phía trên của bình điện phân, và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới, liền kề với gờ dọc phía dưới của bình điện phân, và lò nấu chảy nhôm được bố trí sao cho kiểu phân bố dòng điện phân là không đối xứng giữa dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên và phía dưới, cường độ của dòng điện phân phía trên được thiết kế để chạy qua tất cả các dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên của bình điện phân nằm trong khoảng từ 50-100% cường độ dòng điện phân, và cường độ của dòng điện phân phía dưới được thiết kế để chạy qua tất cả các dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới của bình điện phân nằm trong khoảng từ 0-50% cường độ dòng điện phân, cường độ tổng của dòng điện phân phía dưới và phía trên bằng với cường độ dòng điện phân.

Các đặc điểm trên có thuận lợi là có khả năng bù một cách hiệu quả từ trường của bình điện phân có kích thước lớn, cụ thể là có chiều rộng lớn, mà không tiêu tốn thêm nguyên liệu thô.

Nếu kiểu phân bố dòng điện phân phía dưới - phía trên là đối xứng, tức là nếu kiểu phân bố là 50% phía trên và 50% phía dưới, và chiều rộng của các bình điện phân tăng lên, để tăng hiệu suất, sẽ tạo ra sự mất cân bằng bất lợi cho sự vận hành chính xác bình điện phân, do sự tăng khoảng cách mà dây dẫn điện định tuyến bao phủ lên ở bên dưới bình điện phân để cung cấp dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới. Để phục hồi sự cân bằng, cần phải tăng phần dây dẫn điện định tuyến bên dưới bình điện phân. Nhưng việc tăng phần này kéo theo việc tăng chi phí đáng kể của nguyên liệu thô. Tuy nhiên, người nộp đơn thấy rằng lò nấu chảy nhôm theo sáng chế cho phép có sự bất đối xứng trong việc phân bố giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới của bình điện phân mà không làm tăng bất lợi phần dây dẫn điện định tuyến, trong khi vẫn tạo ra các bình điện phân rất ổn định về từ tính.

Lựa chọn tỷ lệ phân bố giữa cường độ dòng điện phân phía trên và phía dưới được thực hiện theo phương thức nghiên cứu kinh tế. Sự lựa chọn này phụ thuộc chủ yếu vào khoảng cách giữa hai bình điện phân và chiều cao của các bình này. Kiểu phân bố được tiến hành bằng cách điều chỉnh các phần dây dẫn điện của mạch điện phía trên và phía dưới, có tính đến chiều dài của chúng.

Theo một phương án ưu tiên, lò nấu chảy nhôm bao gồm trạm phát điện được tạo cấu trúc để làm cho dòng chạy qua ít nhất một mạch điện bù thứ nhất này dòng bù thứ nhất có cường độ bằng 2 lần với cường độ của dòng điện phân phía dưới đến gần 20% trên hoặc dưới, và tốt hơn là đến gần 10% trên hoặc dưới.

Đặc điểm này có một thuận lợi là cường độ của dòng bù thứ nhất, là yếu tố liên quan trực tiếp đến kiểu phân bố của dòng điện phân giữa phía trên và phía dưới của các bình điện phân, người nộp đơn phát hiện ra rằng từ trường phương ngang sinh ra bởi mạch điện bù thứ nhất hiệu chỉnh chính xác sự bất đối xứng của từ trường phương ngang do sự bất đối xứng giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới, để có kiểu phân bố phản đối xứng của thành phần ngang của từ trường. Dòng bù thứ nhất cũng hiệu chỉnh một phần từ trường dọc, phụ thuộc vào kiểu phân bố

giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới của bình, làm giảm sự mất ổn định MHD trong bình điện phân.

Theo một phương án ưu tiên, lò nấu chảy nhôm bao gồm trạm phát điện được tạo cấu trúc làm cho dòng chảy qua ít nhất một mạch điện bù thứ hai nêu trên một dòng bù thứ hai có cường độ nằm trong khoảng từ 50% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 80% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên.

Cường độ của dòng bù thứ hai được xác định là tổng cộng dòng chảy trong dây dẫn tạo ra dòng bù thứ hai, cụ thể là khi dòng bù thứ hai bao gồm hai dây dẫn (hoặc mạch vòng) bố trí trên mặt kia của bình điện phân.

Người nộp đơn phát hiện ra rằng đối với cường độ của dòng bù thứ hai, cũng liên quan trực tiếp đến kiểu phân bố dòng điện phân giữa dòng phía trên và phía dưới của các bình điện phân, từ trường dọc sinh ra bởi mạch điện bù thứ hai hiệu chỉnh từ trường dọc sinh ra bởi dòng điện phân chạy trong mạch điện chính (mạch bình đến bình) cũng chỉnh một phần bởi dòng chảy trong mạch bù thứ nhất.

Lưu ý rằng đặc điểm này là đặc biệt thuận lợi khi sử dụng kết hợp với đặc điểm trên.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện nhô lên và kết nối được phân bố ở các khoảng cách đều theo gờ dọc của bình điện phân mà các dây dẫn điện nhô lên và kết nối gần kề với nó.

Một lợi điểm của đặc điểm này là có kiểu bố trí đều trên toàn bộ chiều dài của bình chứa thành phần nằm ngang theo chiều dài của từ trường (tức là song song với chiều dài của bình điện phân), có thể bù một cách thuận lợi qua mạch bù thứ nhất.

Dây dẫn điện nhô lên và kết nối được bố trí thuận lợi đối xứng so với mặt phẳng ngang ở giữa XZ của các bình điện phân, khiến cho có thể thu được kiểu phân bố phản đối xứng của thành phần theo phương ngang của từ trường theo trục X.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới là cách đều với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ của bình điện phân.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới được sắp xếp gần như đối xứng so với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc nêu trên YZ của bình điện phân.

Cấu hình này, kết hợp với mạch bù thứ nhất, đảm bảo cho sự phản đối xứng lý tưởng của thành phần theo chiều dài của từ trường theo trục Y.

Theo một phương án ưu tiên, ít nhất một mạch điện bù thứ nhất nêu trên bao gồm dây dẫn điện kéo dài bên dưới các bình điện phân cùng nhau tạo ra một lớp cấu tạo từ nhiều dây dẫn điện song song, đặc trưng từ hai đến mười hai, và tốt hơn là từ ba đến mười dây dẫn điện song song.

Số lượng dây dẫn song song đòi hỏi phụ thuộc một phần vào khoảng cách giữa chất lỏng và các dây dẫn này. Khoảng cách này càng lớn, số dây dẫn càng ít; khoảng cách càng ngắn, số dây dẫn càng nhiều.

Một thuận lợi của đặc điểm này là sự bù được phân bố bên dưới toàn bộ chiều dài của bình điện phân, theo cách này mang lại kết quả tốt hơn. Lưu ý rằng mạch điện bù thứ nhất được tạo cấu trúc sao cho dòng bù thứ nhất chạy theo cùng hướng qua tất cả dây dẫn điện của lớp này.

Cường độ của dòng bù thứ nhất tương ứng với tổng các dòng chạy trong mỗi dây dẫn điện song song của lớp này kéo dài bên dưới các bình.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện của lớp nêu trên được sắp xếp với các khoảng cách đều nhau theo phương dọc Y của các bình điện phân.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện của lớp nêu trên được sắp xếp gần như đối xứng với mặt phẳng ngang ở giữa XZ của các bình điện phân.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện của lớp nêu trên được sắp xếp trong cùng mặt phẳng nằm ngang XY.

Đặc điểm trên có một thuận lợi là còn cải thiện độ bù từ trường nghịch.

Theo một phương án ưu tiên, ít nhất một mạch điện bù thứ hai nêu trên bao gồm dây dẫn điện kéo dài từ mỗi mặt bên của ít nhất một dây bình điện phân, và dòng bù thứ hai chạy theo cùng hướng với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân trên mỗi mặt bên của các bình điện phân.

Theo cách này, dây dẫn điện của ít nhất một mạch điện bù thứ hai nêu trên tạo thành mạch kín trong và mạch kín ngoài, và theo cách này mang lại sự bù từ trường cải thiện. Mạch kín trong có nghĩa là mạch kín gần nhất với dây bên cạnh và mạch kín ngoài có nghĩa là mạch kín xa nhất.

Theo một phương án ưu tiên, cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín trong của ít nhất một mạch bù thứ hai nêu trên khác với cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài của ít nhất một dòng bù thứ hai nêu trên.

Đặc điểm này sẽ bù phần từ trường còn dư dọc theo dây bên cạnh.

Cường độ của dòng bù thứ hai tương ứng với tổng các dòng chạy trong mỗi mạch vòng.

Theo một phương án ưu tiên, cường độ của dòng bù thứ hai trong mạch kín trong lớn hơn cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài.

Điều này khiến cho có thể hiệu chỉnh từ trường tạo ra bởi dây bên cạnh. Dây bên cạnh sinh ra từ trường tỷ lệ với dòng nối tiếp mà từ đó giảm hai lần dòng điện phân phía dưới, trong khi dây điện phân "thông thường" sẽ phải chịu từ trường tỷ lệ trực tiếp với dòng điện phân toàn phần. Theo cách này, với mạch bù thứ nhất, trường giao thoa tạo ra bởi dây bên cạnh sẽ yếu hơn nhiều và đòi hỏi hiệu chỉnh thấp hơn nữa. Do đó, liên quan đến dòng bù thứ hai, sự chênh lệch giữa cường độ của mạch kín trong và của mạch kín ngoài sẽ nhỏ hơn nhiều so với trong trường hợp Patent EP0204647 và khoảng cách giữa hai dây bình điện phân có thể được tối thiểu hóa.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện tạo ra mạch điện bù thứ hai về cơ bản đối xứng qua mặt phẳng ngang ở giữa XZ của bình điện phân.

Nó tăng cường độ bù của từ trường nghịch.

Theo một phương án ưu tiên, dây dẫn điện của mạch điện bù thứ hai kéo dài trong cùng mặt phẳng nằm ngang XY, tốt hơn là ở chiều cao của lớp nhôm lỏng tạo ra bên trong bình điện phân trong phản ứng điện phân.

Kiểu bố trí này tăng cường độ bù của từ trường dọc mà không gây ảnh hưởng đến thành phần ngang của từ trường đã được bù bởi mạch bù thứ nhất.

Tốt hơn là, lò nấu chảy nhôm gồm có hai dãy bình điện phân song song liên tiếp, và mạch điện của mạch kín trong tạo ra, ở cuối dãy này, phương thức bù cho hiệu ứng "cuối hàng" gây ra bởi dây dẫn kết nối giữa các dãy, điều này mang lại độ ổn định từ lớn hơn và do đó tăng cường hiệu suất của các bình cuối hàng.

Theo một phương án ưu tiên, ít nhất một mạch điện bù thứ nhất nêu trên độc lập với mạch điện chính mà dòng điện phân chạy qua đó.

Đặc điểm này có thuận lợi là làm hạn chế hậu quả hỏng hóc bất kỳ như bình điện phân bị thủng do dung dịch chứa trong bình điện phân. Ngoài ra, đặc điểm này thuận lợi về khả năng mở rộng, do nó cho phép thay đổi cường độ của dòng bù thứ nhất để điều chỉnh mức bù từ trường. Sự điều chỉnh mức bù từ trường hữu dụng khi các bình điện phân được thay đổi, do cấu hình từ trường của các bình điện phân bị thay đổi, hoặc để phù hợp với sự khuấy trộn nhôm để đạt chất lượng nhôm (điều này có thể duy trì hiệu suất tối ưu mặc dù chất lượng khác nhau của alumin).

Theo một phương án ưu tiên, ít nhất một mạch điện bù thứ hai nêu trên độc lập với mạch điện chính mà dòng điện phân chạy qua đó.

Như giải thích trên, điều này mang lại thuận lợi về khả năng mở rộng do có thể thay đổi cường độ của dòng bù thứ nhất để điều chỉnh mức bù từ trường.

Theo một phương án ưu tiên, bình điện phân là có cấu trúc điện kiểu môđun trong N môđun lặp lại theo hướng theo chiều dài của nó, mỗi môđun bao gồm dây dẫn điện được tạo cấu trúc để tạo ra cấu hình từ trường đã định giống nhau.

Đặc điểm này mang lại thuận lợi về mặt khả năng mở rộng: nó cho phép thay đổi bình điện phân, ví dụ làm cho nó lớn hơn bằng cách thêm một hoặc nhiều môđun mà không cần thay đổi nguyên tắc cân bằng từ trường của bình điện phân.

Để thu được cùng một cấu hình từ trường, mỗi môđun điện có kiểu bố trí dây dẫn điện giống nhau, mỗi dây dẫn điện của môđun điện có cường độ giống nhau chạy qua nó và hướng của dòng điện giống như dây dẫn điện tương ứng của môđun điện gần kề. Dây dẫn điện của mỗi môđun bao gồm dây dẫn điện nhô lên và kết nối, tổ hợp anốt, catốt, dây dẫn catốt, đầu ra catốt, dây dẫn điện định tuyến, và dây dẫn điện của lớp dây dẫn điện của mạch điện bù thứ nhất. Các dây dẫn điện này được sắp xếp với nhau theo cách giống nhau từ một môđun này đến môđun khác. Cụ thể, mỗi môđun điện có số dây dẫn điện giống nhau trong lớp dây dẫn điện của mạch điện bù thứ nhất. Nó được xác định rằng các bình điện phân của lò nấu chảy nhôm có đặc điểm bất kỳ hoặc tất cả các đặc điểm trên của bình điện phân.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp bù từ trường tạo ra bởi dòng điện phân chạy trong nhiều bình điện phân của lò nấu chảy nhôm có các đặc điểm trên, phương pháp này bao gồm:

- cho chạy dòng bù thứ nhất qua ít nhất một mạch điện bù thứ nhất nêu trên, theo hướng đối diện với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân,
- cho chạy dòng bù thứ hai qua ít nhất một mạch điện bù thứ hai nêu trên, theo cùng hướng với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân.

Theo cách này, phương pháp này tạo ra sự bù từ trường hiệu quả của từ trường sinh ra bởi sự luân chuyển của dòng điện phân trong các bình điện phân nối tiếp của lò nấu chảy nhôm, bằng cách đó giới hạn được yêu cầu về không gian.

Theo một phương án ưu tiên, phương pháp này bao gồm việc phân bố không đối xứng dòng điện phân giữa dòng phía trên và phía dưới của bình điện phân, tập hợp dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên của các bình điện phân được dòng điện phân đi qua phía trên có cường độ nằm trong khoảng từ 50-100% cường độ dòng điện phân, và tập hợp dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới của các bình điện phân được dòng điện phân đi qua phía dưới có cường độ nằm trong khoảng từ 0-50% cường độ dòng điện phân, tổng các cường độ của dòng điện phân phía dưới và phía trên bằng với cường độ dòng điện phân.

Phương pháp này có thể thu được bình điện phân ổn định từ, thậm chí khi các bình điện phân có kích thước lớn, cụ thể là chiều rộng lớn. Theo cách này hiệu suất có thể tăng lên đáng kể.

Theo một phương án ưu tiên, cường độ của dòng bù thứ nhất bằng hai lần cường độ của dòng điện phân phía dưới, đến gần 20%, và tốt hơn là đến gần 10%.

Một thuận lợi của đặc điểm này là đối với giá trị cường độ này của dòng bù thứ nhất, nó liên quan trực tiếp đến kiểu phân bố dòng điện phân giữa dòng phía trên và phía dưới của các bình điện phân, người nộp đơn phát hiện ra rằng từ trường phương ngang sinh ra bởi mạch điện bù thứ nhất hiệu chỉnh chính xác sự bất đối xứng giữa dòng phía trên và phía dưới, để có kiểu phân bố phản đối xứng của các thành phần của từ trường phương ngang. Dòng bù thứ nhất này cũng hiệu chỉnh tất cả hoặc một phần từ trường dọc theo kiểu phân bố giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới của bình, để làm giảm sự mất ổn định MHD trong bình này. Toàn bộ từ trường dọc được hiệu chỉnh nếu kiểu phân bố giữa phía trên và phía dưới là 50%.

Theo một phương án ưu tiên, cường độ của dòng bù thứ hai nằm trong khoảng từ 50% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 80% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên.

Tương tự, người nộp đơn phát hiện ra rằng đối với giá trị cường độ của dòng bù thứ hai, cũng liên quan trực tiếp đến sự phân bố dòng điện phân giữa phía trên và phía dưới của các bình điện phân, từ trường dọc sinh ra bởi mạch điện bù thứ hai hiệu chỉnh chính xác từ trường dọc còn lại do tổng của từ trường dọc của dòng điện phân (mạch bình-bình) và mạch bù thứ nhất

Theo một phương án ưu tiên, ít nhất một mạch điện bù thứ hai nêu trên bao gồm mạch kín trong và mạch kín ngoài, và trong đó cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín trong là khác với cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài.

Theo một phương án ưu tiên, cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín trong lớn hơn cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài.

Theo một phương án ưu tiên, phương pháp này bao gồm bước phân tích ít nhất một thuộc tính của nhôm trong ít nhất một trong các bình điện phân của lò nấu chảy nhôm, và xác định giá trị cường độ của dòng bù thứ nhất và dòng bù thứ hai được tạo ra để chạy là một hàm của ít nhất một thuộc tính được phân tích nói trên.

Theo cách này, phương pháp này có thể được sử dụng để điều chỉnh mức bù từ trường, để tạo ra một cách thận trọng, trong trường hợp đặc biệt, sự biến đổi dòng trong phần chất lỏng và tốc độ dòng chảy trong khi kiểm soát (giảm dần) mức mất ổn định MHD của bề mặt chuyển tiếp bể/kim loại. Dòng chảy của phần chất lỏng (bể + nhôm) góp phần vào sự khuấy trộn nhôm, điều này, phụ thuộc vào tốc độ và hình dáng của dòng chảy và phụ thuộc vào chất lượng của nhôm, làm tăng cường hiệu suất. Phương án được ưu tiên theo cách này tăng cường hiệu suất bằng cách tối ưu hóa dòng chảy này để hòa tan nhôm trong khi vẫn kiểm soát mức "giảm" của mức ổn định MHD của bề mặt chuyển tiếp bể/kim loại.

Mô tả văn tắt hình vẽ

Các đặc điểm và thuận lợi khác của sáng chế sẽ rõ ràng với phần mô tả sau đây về phương án cụ thể bằng ví dụ không hạn chế có viện dẫn đến hình vẽ đính kèm, trong đó:

- Fig.1 là sơ đồ của lò nấu chảy nhôm theo lĩnh vực kỹ thuật đã biết,
- Fig.2 là sơ đồ từ phía mặt của hai bình điện phân liên tiếp theo lĩnh vực kỹ thuật đã biết,
- Fig.3 là biểu đồ dạng đường thẳng của mạch điện mà dòng điện phân chạy qua đó trong hai bình điện phân trong Fig.2,
- Fig.4 là sơ đồ mặt cắt ngang dọc theo mặt phẳng đứng dọc của bình điện phân theo lĩnh vực kỹ thuật đã biết,
- Fig.5 là sơ đồ của lò nấu chảy nhôm theo một phương án của sáng chế,
- Fig.6 là sơ đồ từ phía mặt của hai bình điện phân liên tiếp trong lò nấu chảy nhôm theo một phương án của sáng chế,

- Fig.7 là sơ đồ từ phía mặt của hai bình điện phân liên tiếp trong lò nấu chảy nhôm theo một phương án của sáng chế,
- Fig.8 là sơ đồ từ phía mặt của hai bình điện phân liên tiếp trong lò nấu chảy nhôm theo một phương án của sáng chế,
- Fig.9 là bảng thể hiện cường độ dòng điện phân qua mỗi đoạn trong Fig.8,
- Fig.10 đến 12 là sơ đồ chạy dây của mạch điện mà dòng điện phân chạy qua đó trong bình điện phân của lò nấu chảy nhôm theo một phương án của sáng chế, thể hiện các vùng bình điện phân tạo ra từ trường đáng kể,
- Fig.13 là bảng thể hiện sự phân bố của mỗi đoạn trong Fig.10 đến 12 khi phân tích bằng máy tính thành phần dọc của từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân,
- Fig.14 là bảng thể hiện kiểu phân bố của mỗi đoạn trong Fig.10 đến 12 khi phân tích bằng máy tính thành phần ngang theo chiều dài của từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 trình bày lò nấu chảy nhôm 100 trong tình trạng kỹ thuật đã biết. Lò nấu chảy nhôm 100 bao gồm các bình điện phân được sắp xếp nằm ngang so với chiều dài của dây mà chúng tạo ra. Các bình điện phân ở đây được sắp thẳng thành hai dãy song song 101, 102. Các bình điện phân này có dòng điện phân I_{100} chạy qua. Hai mạch điện bù 104, 106, chạy theo các mặt bên của dây 101, 102 để bù từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân I_{100} từ một bình điện phân đến bình điện phân khác và trong dây liền kề. Mạch điện bù 104, 106 lần lượt có dòng điện I_{104} , I_{106} chạy qua theo cùng hướng với dòng điện phân I_{100} . Trạm phát điện 108 cung cấp điện năng đến dây bình điện phân và mạch điện bù 104, 106. Theo ví dụ này, đối với dòng điện phân có cường độ 500kA, và tính đến sự nhiễu từ “cuối hàng”, khoảng cách D_{100} giữa các bình điện phân gần nhất với các trạm phát điện 108 và các trạm phát điện 108 có mức 45m, và khoảng cách D_{300} trên đó mạch điện bù 104, 106 chạy bên dưới các đầu của dây này, có mức 45m, trong khi khoảng cách D_{200}

giữa hai dây 101, 102 có mức 85m để hạn chế sự nhiễu từ giữa một dây này và dây khác.

Fig.2 thể hiện hai bình điện phân thông thường liên tiếp 110 trong một dây bình điện phân. Như trình bày trong Fig.2, bình điện phân 110 bao gồm vỏ bình 112 được lót bên trong bằng vật liệu chịu lửa 114, catốt 116 và anốt 118 được nhúng trong bể điện phân 120, ở đáy của nó tạo ra lớp nhôm 122. Catốt 116 được nối điện với dây dẫn catốt 124 đi qua mặt bên của vỏ bình 112 ở mức độ của đầu ra của catốt 126. Đầu ra của catốt 126 được nối với dây dẫn liên kết 128 dẫn dòng điện phân đến dây dẫn nhôm lên và kết nối 130 của bình điện phân tiếp theo. Như trình bày trong Fig.2, các dây dẫn nhôm lên và kết nối này 130 kéo dài chéo dọc theo một mặt đơn, phía phía trên, của bình điện phân 110 và kéo dài bên trên anốt 118 cho đến phần trung tâm dọc của bình điện phân 110.

Bình điện phân bao gồm cấu trúc bên trên 132 kéo dài theo chiều dài bên trên vỏ bình 112 và anốt 118. Cấu trúc bên trên 132 cụ thể bao gồm thanh chịu lực nằm ở chân (không thể hiện) ở mỗi đầu dọc của nó. Thanh chịu lực này đỡ khung anốt 134, khung anốt 134 này cũng kéo dài theo chiều dài bên trên vỏ bình 112 và anốt 118. Khung anốt 134 đỡ tổ hợp anốt, tổ hợp anốt được nối điện với khung anốt 134.

Fig.3 thể hiện bằng sơ đồ đường đi của dòng điện phân I_{100} trong mỗi bình điện phân 110 và giữa hai bình điện phân 110 tiếp nối, như trình bày trong Fig.2. Đặc biệt lưu ý rằng dòng điện phân I_{100} chạy lên đến tổ hợp anốt của bình điện phân 110 không đối xứng do sự chạy lên này xảy ra chỉ theo hướng nhôm lên của các bình điện phân 110 trong hướng tổng thể của dòng chạy điện phân I_{100} nằm trong dây (sang bên trái của các bình trong Fig.2 và 3).

Fig.4 thể hiện kiểu bố trí trên mặt bên của bình 110 của dây dẫn điện theo lĩnh vực kỹ thuật đã biết tạo ra mạch điện bù 104, 106, dây dẫn điện này lần lượt có dòng điện bù I_{104} , I_{106} chạy qua theo cùng hướng với dòng điện phân I_{100} chạy ở đây qua dây dẫn định tuyến 128 nằm bên dưới bình điện phân.

Fig.5 thể hiện lò nấu chảy nhôm 1 theo một phương án của sáng chế. Lò nấu chảy nhôm 1 được thiết kế để sản xuất nhôm bằng cách điện phân bằng quy trình Hall-Héroult.

Lò nấu chảy nhôm 1 bao gồm nhiều bình điện phân, gần như là hình chữ nhật, được thiết kế để sản xuất nhôm bằng cách điện phân. Các bình điện phân này có thể được sắp thẳng theo một hoặc nhiều dãy 2, về cơ bản có thể song song. Khi thích hợp, các dãy 2 được mắc điện nối tiếp và cung cấp dòng điện phân IE. Lò nấu chảy nhôm 1 cũng bao gồm mạch điện bù thứ nhất 4 chạy bên dưới dãy hoặc các dãy bình điện phân, và mạch điện bù thứ hai 6, kéo dài trên ít nhất một mặt bên của dãy hoặc các dãy 2 bình điện phân. Theo ví dụ nêu trong Fig.5, mạch điện bù thứ hai 6 kéo dài trên cả hai mặt bên của mỗi dãy 2 bình điện phân. Vẫn theo ví dụ nêu trong Fig.5, lò nấu chảy nhôm này bao gồm hai dãy bình điện phân được sắp xếp song song với nhau, được cung cấp bởi một trạm phát điện 8, và được mắc điện nối tiếp sao cho dòng điện phân IE chạy trong hai dãy 2 bình điện phân đầu tiên sau đó chạy vào hai dãy 2 bình điện phân thứ hai. Các bình điện phân được sắp xếp nằm ngang so với mỗi dãy 2 mà các bình điện phân tạo ra. Lưu ý rằng bình điện phân 2 được sắp xếp nằm ngang, có nghĩa là bình điện phân 2 với chiều lớn nhất của nó là chiều dài của nó, về cơ bản vuông góc với hướng chính trong đó dòng điện phân IE chạy.

Theo sáng chế, phía trên và phía dưới được xác định so với hướng chính của dòng chạy điện phân IE, tức là hướng của dòng chạy điện phân IE ở mức dãy 2 bình điện phân.

Cũng chỉ ra rằng phần mô tả được cung cấp là so với khung vuông góc so với bình điện phân, trục X là hướng theo phương ngang của bình điện phân, trục Y là hướng theo chiều dài của bình điện phân và trục Z là hướng theo phương dọc của bình điện phân. Theo hướng, chiều, mặt phẳng và chuyển động dọc, và dọc và ngang được xác định theo tiêu chuẩn trên.

Lưu ý rằng tốt hơn là các bình điện phân trong lò nấu chảy nhôm là bình điện phân có kích thước lớn, việc sử dụng bình điện phân lớn khiến cho có thể bằng cách bố trí cụ thể các bình điện phân trong lò nấu chảy nhôm theo sáng chế, như mô tả chi tiết hơn sau đây. Các chiều của bình điện phân được xác định với diện tích mặt sàn mà bình điện phân nằm trên đó. Như vậy, coi là các chiều của bình điện phân được xác định bởi các chiều bên ngoài của vỏ bình. Bình điện phân lớn có nghĩa là

bình điện phân có chiều rộng lớn hơn 4m, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 5m, và đặc biệt là lớn hơn hoặc bằng 6m, và/hoặc có chiều dài lớn hơn 15m, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 20m, và đặc biệt lớn hơn hoặc bằng 25 m.

Fig.6 thể hiện chi tiết hơn bình điện phân 10 trong lò nấu chảy nhôm 1 theo một phương án. Như minh họa trong hình vẽ này, bình điện phân 10 của lò nấu chảy nhôm 1 bao gồm vỏ bình 12, tổ hợp anốt 14, catốt 16 mà dây dẫn điện catốt 18 chạy qua đó được thiết kế để tập trung dòng điện phân IE tại catốt 16 để dẫn nó đến dây dẫn điện khác được gọi là đầu ra của catốt 20 bên ngoài vỏ bình 12, dây dẫn điện nhô lên 22 để kết nối với tổ hợp anốt 14 để dẫn dòng điện phân IE đến tổ hợp anốt 14 và dây dẫn điện định tuyến 24 được nối với đầu ra catốt 20 được thiết kế để dẫn dòng điện phân IE từ đầu ra của catốt 20 đến dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22 của bình điện phân tiếp theo 10.

Vỏ bình 12 bao gồm lớp lót trong 26 cấu tạo từ vật liệu chịu lửa. Như minh họa trong Fig.6 và 7, vỏ bình 12 tốt hơn là bao gồm khung chịu lực 28. Vỏ bình 12 có thể là kim loại, ví dụ cấu tạo từ thép.

Tổ hợp anốt 14 bao gồm giá đỡ 30 và ít nhất một anốt 32. Anốt hoặc các anốt 32 cụ thể là làm từ nguyên liệu cacbon, và cụ thể hơn là kiểu nung trước. Giá đỡ 30 bao gồm phần dẫn điện thứ nhất 34, như dầm ngang kéo dài gần như dọc theo phương ngang X của bình điện phân 10, và phần dẫn điện thứ hai 36 tạo ra từ nhiều thành phần dẫn điện có thể gọi là "mấu", mấu này có đầu xa được nối điện với phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30 và đầu gần được nối điện với anốt hoặc các anốt 32 để dẫn dòng điện phân IE từ phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30 đến (các) anốt 32 này. Tổ hợp anốt 14 được thiết kế để được lấy ra và thay thế định kỳ khi anốt hoặc các anốt 32 đã dùng hết.

Catốt 16 có thể được tạo ra từ nhiều khối catốt tạo ra từ nguyên liệu cacbon. Catốt 16 có dây dẫn catốt 18 chạy qua được thiết kế để tập trung dòng điện phân IE ở catốt 16 để dẫn dòng điện đến đầu ra của catốt 20 tốt hơn là đi ra từ đáy của vỏ bình 12, như trình bày trong Fig.6.

Dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22 kéo lên trên dọc theo hai gờ dọc đối diện 38 của mỗi bình điện phân 10, để dẫn dòng điện phân IE đến tổ hợp anốt 14. Xác

định rằng gờ dọc 38 của bình điện phân 10 tương ứng với gờ có chiều lớn nhất, tức là gờ của bình điện phân 10 về cơ bản song song với phương dọc Y. Ví dụ, bình điện phân 10 hoạt động với cường độ dòng điện nằm trong khoảng từ 400 đến 1.000k Ampe, ví dụ tốt hơn là, có thể bao gồm từ 4 đến 40 dây dẫn nhô lên và kết nối 22 cách đều nhau trên toàn bộ chiều dài của mỗi gờ dọc trong số hai gờ dọc 38. Dây dẫn điện nhô lên và kết nối theo chiều dài 22 bao gồm dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên 22A, tức là liền kề với gờ dọc 38 phía trên của bình điện phân 10, và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới 22B, tức là liền kề với gờ dọc 38 phía dưới của bình điện phân 10. Dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên 22A được nối điện với đầu phía trên của phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30, và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới 22B được nối điện với đầu phía dưới của phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30.

Dây dẫn định tuyến điện 24 được nối với đầu ra của catốt 20 và được thiết kế để dẫn dòng điện phân IE từ các đầu ra của catốt 20 đến dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22 của bình điện phân tiếp theo 10 trong dãy bình.

Dây dẫn catốt 18, đầu ra của catốt 20 và/hoặc dây dẫn định tuyến 24 có thể là thanh kim loại, có thể là hợp kim, như nhôm, đồng và/hoặc thép.

Lớp nhôm lỏng 40 được tạo ra trong phản ứng điện phân.

Lưu ý rằng tốt hơn là các bình điện phân 10 của lò nấu chảy nhôm 1 theo sáng chế là bình điện phân 10 để việc thay anốt là bằng cách kéo dọc lên trên của tổ hợp anốt 14 bên trên bình điện phân 10, như trình bày qua bình điện phân 10 ở bên phải của Fig.6. Dây dẫn nhô lên và kết nối 22 kéo dài trên cả hai mặt bên của buồng 12 mà không kéo thẳng hàng với anốt 32, tức là không kéo dài bên trong thể tích thu được bởi sự nhô theo hướng dọc của phần nhô ra của anốt 32 trong mặt phẳng nằm ngang. Bên cạnh thuận lợi là nó cho phép thay thế anốt 32 bằng cách kéo dọc lên trên, nó cũng làm giảm chiều dài của dây dẫn nhô lên và kết nối 22 so với việc sử dụng dây dẫn nhô lên và kết nối 130 thông thường, điều này có thể thấy trong Fig.2, thường kéo dài bên trên bình điện phân 110 vào trong phần tâm dọc của bình điện phân 110. Điều này giúp làm giảm chi phí sản xuất. Cũng lưu ý rằng phần nằm

ngang 34 của giá đỡ 30 được đỡ và kết nối tại mỗi gờ dọc trong số hai gờ dọc 38 của mỗi bình điện phân 10.

Theo cách này, tổ hợp anốt không còn được đỡ và nối điện trên vỏ bình và anốt bằng cách dùng cấu trúc bên trên 132, như trường hợp với bình điện phân trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết được minh họa trong Fig.2. Các bình điện phân 10 của lò nấu chảy nhôm 1 theo phương án này của sáng chế do đó không có cấu trúc bên trên. Việc không có cấu trúc bên trên làm mở rộng và/hoặc kéo dài bình điện phân 10 để có lợi là bình điện phân 10 lớn, như đã nêu. Việc mở rộng hoặc kéo dài này của bình điện phân 110 trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết là không thể do cấu trúc bên trên 132, do đó việc mở rộng và/hoặc kéo dài sẽ dẫn đến việc mở rộng và/hoặc kéo dài chính cấu trúc bên trên 132, và do đó của nhịp của thanh chịu lực giữa các chân đỡ thanh chịu lực và trọng lượng được đỡ bởi cấu trúc bên trên 132. Đây là các cấu trúc bên trên bao gồm một hoặc nhiều vòm trung gian đỡ thanh chịu lực, nhưng vòm trung gian như vậy kéo dài theo phương ngang bên trên vỏ bình 112 và anốt 118 là công kênh và khiến cho các thao tác trên bình điện phân, cụ thể là việc thay anốt, phức tạp.

Khả năng làm tăng kích thước của các bình điện phân, kết hợp với việc tăng cường độ dòng điện phân IE, mà không gây mất ổn định MHD do cấu hình từ trường riêng của lò nấu chảy nhôm 1 theo sáng chế được mô tả chi tiết sau đây, có thể về cơ bản làm tăng hiệu suất đáng kể của lò nấu chảy nhôm 1 so với lĩnh vực kỹ thuật đã biết.

Dây dẫn điện của lò nấu chảy nhôm 1 (cụ thể dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22, giá đỡ 30, đầu ra catốt 20, dây dẫn định tuyến 24, dây dẫn điện của mạch điện bù thứ nhất và thứ hai 4, 6) thực tế được tạo cấu trúc để thu được sự bù có hiệu quả thành phần dọc và ngang của từ trường sinh ra bởi sự luân chuyển của dòng điện phân IE và, như vậy, hạn chế mức mất ổn định MHD, và do đó cải thiện hiệu suất.

Cụ thể hơn, kiểu phân bố của dòng điện phân IE chạy qua dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22 là bất đối xứng giữa dây dẫn điện nhô lên và kết nối dòng phía trên 22A và phía dưới 22B. Dòng điện phân IE được chia thành dòng điện phân phía trên IEA, chạy qua bộ dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên 22A của bình điện

phân 10, và dòng điện phân phía dưới IEB, chạy qua tất cả dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới 22B của bình điện phân 10. Cường độ của dòng điện phân phía trên IEA nằm trong khoảng từ 50-100% cường độ của dòng điện phân IE, trong khi cường độ của dòng điện phân phía dưới IEB nằm trong khoảng từ 0-50% cường độ của dòng điện phân IE, lưu ý rằng dòng điện phân phía trên IEA và phía dưới IEB là bù nhau, tức là tổng cường độ của dòng điện phân phía trên IEA và phía dưới IEB bằng cường độ dòng điện phân IE.

Kiểu phân bố không đối xứng với sự trôi của dòng phía trên so với dòng phía dưới là đặc biệt thuận lợi khi các bình điện phân 10 của lò nấu chảy nhôm là bình điện phân có kích thước lớn. Sự bất đối xứng phía trên/phía dưới của dòng điện phân IE tránh việc phải tăng quá mức trong đoạn dây dẫn định tuyến 24 phía dưới bình điện phân 10, sao cho tiết kiệm nguyên liệu và không gian, mà không gây ảnh hưởng đến sự ổn định từ của bình điện phân 10.

Lựa chọn kiểu phân bố giữa cường độ dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB được thực hiện bởi một nghiên cứu về kinh tế. Việc lựa chọn này phụ thuộc chủ yếu vào khoảng cách giữa hai bình và chiều cao của bình. Kiểu phân bố được tiến hành bằng cách điều chỉnh các đoạn của dây dẫn điện của mạch điện phía trên và phía dưới, có tính toán đến chiều dài của chúng.

Dây dẫn nhô lên và kết nối 22 kéo dài gần như theo chiều dọc, tốt hơn là chỉ theo chiều dọc, sao cho đường đi của dòng điện phân IE qua dây dẫn nhô lên và kết nối 22 tạo ra một từ trường chỉ có thành phần ngang, mà không có thành phần dọc.

Tương tự, phần thứ hai 36 của giá đỡ 30 của tổ hợp anốt 14, và/hoặc đầu ra catốt 20 thuận lợi là kéo dài theo phương dọc, và tốt hơn là chỉ theo chiều dọc, sao cho đường đi của dòng điện phân IE qua phần thứ hai này 36 và/hoặc qua đầu ra catốt 20 tạo ra từ trường chỉ có thành phần ngang, mà không có thành phần dọc.

Lưu ý rằng đầu ra của catốt 20 thuận lợi đi qua đáy của vỏ bình 12. Thực tế là để đầu ra của catốt 20 đi qua đáy, thay vì các đầu ra của catốt trên mặt bên của bình điện phân, như tình trạng kỹ thuật đã biết (Fig.2) sẽ làm giảm chiều dài của dây dẫn định tuyến 24. Việc giảm chiều dài của dây dẫn định tuyến 24 cho phép tiết

kiệm thêm nữa nguyên liệu thô, về cơ bản giảm dòng phương ngang trong phần chất lỏng, và bằng cách đó tăng cường độ ổn định MHD.

Hơn nữa, cũng để bù một cách hiệu quả từ trường tạo ra bởi dòng chạy điện phân IE, phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30 của tổ hợp anốt 14 kéo dài, tốt hơn là chỉ, gần như nằm ngang và song song với phương ngang X của bình điện phân 10.

Tương tự, dây dẫn định tuyến 24 kéo dài thuận lợi là gần như thẳng và song song với phương ngang X của bình điện phân 10, xa đến dây dẫn nhô lên và kết nối 22 của bình điện phân 10 tiếp theo. Việc này hạn chế chi phí của dây dẫn định tuyến điện 24, bằng cách tối thiểu hóa chiều dài của chúng. Nó cũng giới hạn từ trường sinh ra bởi dây dẫn điện định tuyến 24 so với tình trạng kỹ thuật đã biết, và đặc biệt là với bình điện phân tự bù trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết.

Dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22 tốt hơn là được phân bố với các khoảng cách đều nhau về cơ bản trên toàn bộ chiều dài của gờ dọc 38 mà chúng liền kề. Nói cách khác, khoảng cách giống nhau chia tách hai dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22 liên tiếp theo phương dọc Y. Điều này làm gia tăng sự cân bằng của thành phần ngang theo chiều dài của từ trường (tức là song song với chiều dài của bình điện phân 10).

Dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên 22A và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới 22B có thể được đặt cách đều với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ của mỗi bình điện phân 10, tức là mặt phẳng gần như vuông góc với phương ngang X và chia mỗi bình điện phân 10 thành hai phần gần như bằng nhau. Nói cách khác, dây dẫn nhô lên và kết nối phía trên 22A là ở khoảng cách giống nhau với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ này như dây dẫn điện phía dưới 22B. Ngoài ra, dây dẫn nhô lên và kết nối phía trên 22A thuận lợi được sắp xếp gần như đối xứng với dây dẫn nhô lên và kết nối phía dưới 22B, so với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ. Thuộc tính phản đối xứng về cơ bản là hữu ích của kiểu phân bố từ trường phương ngang trong phần chất lỏng do đó được tăng thêm.

Để hạn chế từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân qua dây dẫn điện nhô lên và kết nối 22, các dây dẫn điện nhô lên và kết nối này thuận lợi kéo dài bên trên chất lỏng (bể điện phân) với chiều cao h nằm trong khoảng từ 0 đến 1,5 mét. Chiều

dài của dây dẫn nhô lên và kết nối 22 theo cách này giảm nhiều so với dây dẫn nhô lên và kết nối 130 của kiểu thông thường kéo dài đến chiều cao lớn hơn hai mét của bình điện phân 130 trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết.

Để tăng mật độ của lò nấu chảy nhôm 1 và hạn chế chi phí nguyên liệu thô, dây dẫn nhô lên và kết nối phía trên 22A của bình điện phân 10 có thể có kiểu bố trí lệch so với dây dẫn nhô lên và kết nối phía dưới 22B của bình điện phân 10 trước đó trong dãy 2. Điều này có thể làm cho các bình điện phân 10 gần nhau tối đa đến mức có thể, hoặc có nhiều bình điện phân 10 nối tiếp trên cùng một khoảng cách, điều này làm tăng hiệu suất, hoặc làm giảm chiều dài của của dãy 2 bình điện phân 10, theo đó mang lại khoảng cách và tiết kiệm cấu trúc hơn nữa.

Để bù có hiệu quả thành phần ngang của từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân IE, tức là có thành phần ngang phản đối xứng, phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30 của tổ hợp anốt 14 và phần thứ hai 36 này của giá đỡ 30 của tổ hợp anốt 14 được tạo cấu trúc sao cho cường độ của một phần của dòng điện phân chạy qua một nửa phía trên của phần thứ hai 36 gần như bằng cường độ của một phần của dòng điện phân chạy qua nửa phía dưới của phần thứ hai 36 này. Nói cách khác, và như trình bày trong Fig.8, cường độ của một phần của dòng điện phân chạy qua tất cả các mẫu nằm phía trên của mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ của bình điện phân 10 gần như bằng với cường độ của một phần của dòng điện phân đi qua tất cả các mẫu nằm phía dưới của mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ. Cụ thể, như thấy rõ từ đoạn S9 của Fig.8 kết hợp với Bảng trong Fig.9, một phần của dòng điện phân phía trên IEA đi xa đến tận mẫu nằm phía dưới của mặt phẳng qua tâm YZ của bình điện phân 10. Điều này đạt được bằng cách cân bằng điện tổng thể các đoạn khác nhau của dây dẫn.

Nguyên tắc bù hoặc cân bằng từ trường của lò nấu chảy nhôm 1 theo sáng chế khiến cho có thể đạt được lò nấu chảy nhôm 1 mạch của dây dẫn có thể được tạo ra theo kiểu môđun, như trình bày trong Fig.7. Mỗi môđun M ví dụ có thể bao gồm dây dẫn điện của mạch điện bù thứ nhất 4 và số lượng cụ thể của dây dẫn định tuyến 24 và dây dẫn nhô lên và kết nối 22 kết hợp với mỗi bình điện phân 10. Thực tế là dây dẫn điện trong mỗi môđun M (dây dẫn nhô lên và kết nối 22, tổ hợp anốt

14, catốt 16, dây dẫn catốt 18, đầu ra của catốt 20, dây dẫn định tuyến 24, dây dẫn điện của mạch bù thứ nhất 4) được tạo cấu trúc để tạo ra cùng một cấu hình từ trường đã xác định trước. Nói cách khác, dây dẫn điện của mỗi môđun M được sắp xếp và được chạy qua bởi các dòng điện sao cho mỗi môđun M tạo ra các thành phần dọc và thành phần ngang của từ trường giống nhau.

Mạch chứa dây dẫn, và do đó mỗi bình điện phân 10, có thể bao gồm số N môđun M, xác định chiều dài của các bình điện phân 10 và dòng điện chạy qua các bình điện phân 10 (cường độ dòng điện phân IE chạy qua dây bình điện phân bằng với cường độ của một phần của dòng điện phân chạy qua mỗi môđun M nhân với số N môđun M).

Điều quan trọng cần chú ý là, về cấu hình từ trường của mỗi môđun M, việc lựa chọn số lượng N môđun M trên mỗi bình điện phân 10, được bù bởi mạch bù thứ hai 6 trên các đầu của bình, chỉ ảnh hưởng nhẹ đến sự cân bằng từ trường của bình điện phân 10. Điều này khiến cho có thể đạt được cấu hình từ trường tối ưu, với cường độ dòng điện trên 1000kA hoặc thậm chí 2000 kA khi thiết kế hoặc mở rộng chiều dài của bình điện phân 10 bằng cách thêm các môđun này. Ngược lại, việc kéo dài bình điện phân có kiểu tự bù hoặc được bù bởi các mạch bù từ trường bố trí trên mặt bên của bình điện phân từ tình trạng kỹ thuật đã biết khiến cần phải thiết kế lại hoàn toàn mạch dẫn điện. Tỷ lệ số lượng nguyên liệu tạo ra mạch chứa dây dẫn với diện tích bề mặt sinh sản phẩm của bình điện phân 10 không bị giảm đi khi các bình điện phân 10 được kéo dài; nó tăng lên tỷ lệ với số N môđun M và cường độ dòng điện đi qua các bình điện phân 10. Các bình điện phân 10 do đó có thể được kéo dài một cách đơn giản theo nhu cầu, và cường độ dòng điện đi qua chúng không bị hạn chế. Thiết kế môđun của dây dẫn điện của bình điện phân 10 do đó mang lại thuận lợi về khả năng mở rộng, do thiết kế môđun, kết hợp với việc điều chỉnh đơn giản cường độ dòng điện của mạch bù thứ cấp, có nghĩa là bình điện phân 10 có thể được thay đổi mà không gây ảnh hưởng đến sự cân bằng từ trường và cân bằng điện.

Bảng trong Fig.9 cùng với Fig.8, thể hiện môđun cho các cường độ chạy qua các thành phần dẫn điện khác nhau của bình điện phân 10, các yếu tố dẫn điện được

ký hiệu là các đoạn: S1 cho dây dẫn nhô lên và kết nối phía trên 22A; S2, S5 và S8 cho phần thứ nhất 34 của giá đỡ 30; S3 và S9 cho phần thứ hai 36 của giá đỡ 30, (các) anốt 32, bề điện phân, lớp nhôm 40, catốt 16, dây dẫn catốt 18 và đầu ra của catốt 20; S4, S6 và S10 cho dây dẫn định tuyến 24; S7 cho dây dẫn nhô lên và kết nối phía dưới 22B.

Tổng các dòng i và giá trị i như được trình bày trong bảng trong Fig.9, 13 và 14 bằng cường độ của dòng điện phân phía trên IEA chia cho số N môđun của bình điện phân 10; cường độ i_b bằng cường độ của dòng điện phân phía dưới IEB chia cho số N môđun của bình điện phân 10; tổng của i_a và i_b bằng i ; tổng của dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB do đó bằng $2i$ nhân với số N môđun; và cường độ dòng điện phân IE chạy qua dây bình điện phân là bằng tổng cường độ của dòng điện phân phía trên IEA chạy qua toàn bộ phần phía trên của bình điện phân và cường độ của dòng điện phân phía dưới IEB chạy qua toàn bộ phần phía dưới của bình điện phân, tức là kết quả của $2i$ và số N môđun của bình điện phân.

Fig.10 đến 12 là sơ đồ chạy dây của mạch điện được chạy qua bởi dòng điện phân trong một môđun của bình điện phân 10 của lò nấu chảy nhôm 1, và thể hiện trong bình điện phân 10 ba vùng chính P1, P2, P3 tạo ra từ trường giao thoa đáng kể: vùng phía trên P1, vùng trung gian trung tâm P2, và vùng phía dưới P3 đối xứng với vùng phía trên P1 dọc theo mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc YZ của bình điện phân 10.

Bảng trong Fig.13, cùng với Fig.10, 11 và 12 trình bày sơ đồ thành phần dọc của từ trường sinh ra bởi dây dẫn điện (trình bày theo sơ đồ theo các đoạn) của bình điện phân 10, trong ba vùng P1, P2, P3 lần lượt của bình điện phân 10, bởi mạch bù thứ nhất và thứ hai 4, 6. Bằng cách tính tổng các sự đóng góp của mỗi dây dẫn điện, và sự đóng góp của mạch bù thứ nhất và thứ hai 4, 6, chú ý rằng thành phần dọc B_z của từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân là 0, tức là bù mức tuyệt đối. Theo cách này, sự mất ổn định MHD là tối thiểu; điều này về cơ bản làm cho có thể tăng cường hiệu suất.

Ngoài ra, bảng trong Fig.14, cũng cùng với Fig.10, 11 và 12 thể hiện bằng sơ đồ thành phần ngang theo chiều dài của từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân

qua dây dẫn điện (được ký hiệu thành các đoạn) của bình điện phân 10, theo từng vùng, và qua mạch bù thứ nhất và thứ hai 4, 6. Thành phần nằm ngang theo chiều dài của từ trường chính nó phản đối xứng do dây dẫn là đối xứng dọc theo mặt phẳng XZ. Bằng cách tính tổng các sự đóng góp của mỗi đoạn, và sự đóng góp của mạch bù thứ nhất và thứ hai 4, 6, có thể thấy rằng thành phần ngang theo chiều dài bởi từ trường là phản đối xứng (đối ngược trong các vùng P1, P3 phía trên và phía dưới, và bằng 0 ở vùng trung tâm P2). Sự phản đối xứng này sẽ loại trừ các hiệu ứng bất lợi do thành phần ngang của từ trường.

Mạch điện bù thứ nhất 4 được mô tả chi tiết hơn sau đây.

Mạch bù thứ nhất 4 chạy bên dưới bình điện phân 10. Mạch điện bù thứ nhất 4 này được thiết kế để được chạy qua bởi dòng bù thứ nhất IC1 ở hướng đối diện với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân IE, như có thể thấy trong Fig.5 và 7. Nhắc lại rằng hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân IE có nghĩa là hướng của dòng chạy điện phân IE đi qua lò nấu chảy nhôm 1 hoặc (các) dây 2 bình điện phân 10.

Mạch điện bù thứ nhất 4 bao gồm dây dẫn điện có thể là thanh kim loại, ví dụ làm từ nhôm, đồng hoặc thép, hoặc, một cách thuận tiện, dây dẫn điện làm từ vật liệu siêu dẫn, vật liệu siêu dẫn giúp làm giảm tiêu thụ năng lượng và, do khối lượng của chúng thấp hơn dây dẫn kim loại tương đương, sẽ làm giảm chi phí cấu trúc để đỡ hoặc bảo vệ chúng khỏi kim loại nóng chảy bất kỳ sử dụng bộ chuyển bằng kim loại 42 (Fig.7) hoặc bằng cách chôn chúng. Hữu ích là, các dây dẫn điện làm từ vật liệu siêu dẫn có thể được bố trí sao cho tạo ra nhiều vòng cuộn liên tiếp bên dưới dây hoặc các dây bình điện phân như mô tả trong đơn patent số WO2013007893 dưới tên của người nộp đơn.

Lò nấu chảy nhôm 1 bao gồm trạm phát điện 44 được tạo cấu trúc để làm cho chạy qua mạch điện bù thứ nhất 4 một dòng có cường độ IC1 bằng hai lần cường độ của dòng điện phân phía dưới IEB đến khoảng 20%, và tốt hơn là đến gần 10%.

Trạm phát điện 44 có thể là trạm cấp điện riêng biệt, tức là tách riêng với trạm phát điện 8 cung cấp nguồn cho bình điện phân 10 dòng điện phân IE. Trạm

phát điện 44 của mạch bù thứ nhất 4 là dành riêng để cấp nguồn cho mạch bù thứ nhất 4.

Mạch bù thứ nhất 4 theo cách này cũng độc lập với mạch điện chính được chạy qua bởi dòng điện phân IE nổi bật bao gồm (các) dây 2 bình điện phân 10. Nếu mạch điện bù thứ nhất 4 bị tổn hại, ví dụ một trong các bình điện phân 10 bị thủng bởi chất lỏng chứa trong các bình điện phân, nhiệt độ của nó gần đến 1.000°C , phản ứng điện phân có thể tiếp tục, nhưng với hiệu suất thấp hơn do sự bù từ trường bị ảnh hưởng. Ngoài ra, cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 có thể được biến đổi độc lập với dòng điện phân IE. Điều này là rất quan trọng đối với khả năng mở rộng và khả năng điều chỉnh. Một phần do nếu cường độ dòng điện phân tăng lên trong thời gian hoạt động của lò nấu chảy nhôm 1, sự bù từ trường có thể được biến đổi theo sự thay đổi này bằng cách thay đổi cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 nếu cần. Cũng do cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 có thể được biến đổi theo thuộc tính và chất lượng của alumin có sẵn. Theo cách này, vận tốc của dòng chạy MHD có thể được kiểm soát để tăng hoặc giảm sự khuấy trộn của phần chất lỏng và hòa tan alumin trong bể dựa trên cơ sở thuộc tính của alumin có sẵn, điều này cuối cùng sẽ giúp mang lại hiệu suất cao nhất có thể do nhà cung cấp alumin.

Dây dẫn điện của mạch điện bù thứ nhất 4 kéo dài bên dưới các bình điện phân cùng nhau tạo ra một lớp dây dẫn điện song song, một cách thuận tiện từ hai đến mười hai, tốt hơn là từ ba đến mười dây dẫn điện song song. Nói cách khác, trong phần dài của bình điện phân 10, tức là trong mặt phẳng dọc YZ của bình điện phân 10, như trình bày trong Fig.7, mạch điện bù thứ nhất 4 chạy bên dưới nhiều phần của bình điện phân 10. Lưu ý rằng dòng bù thứ nhất IC1 chạy ở hướng đối diện với hướng chính của dòng chạy điện phân IE, qua tất cả dây dẫn điện tạo ra lớp này. Lớp này có thể được tạo ra bởi cùng một mạch điện tạo ra nhiều vòng cuộn hoặc mạch vòng nối tiếp bên dưới các bình điện phân 10, mỗi mạch vòng tương ứng với một dây dẫn điện trong lớp này. Cách khác, lớp này có thể được tạo ra bằng cách chia thành bó dây dẫn điện song song của mạch điện bù thứ nhất 4, mạch bù thứ nhất này tùy chọn có thể tạo ra mạch vòng đơn bên dưới bình điện phân 10.

Cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 bằng tổng của các cường độ dòng bù chạy qua mỗi dây dẫn điện của lớp này. Tốt hơn là, cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 trong mỗi dây dẫn điện của lớp bằng cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 chia cho số dây dẫn điện của lớp này.

Dây dẫn điện của lớp tốt hơn là cách đều nhau. Khoảng cách như nhau do đó tách riêng hai dây dẫn điện liền kề của lớp. Sự bù từ trường bất lợi do đó được tăng thêm.

Dây dẫn điện của lớp có thể kéo dài song song với nhau. Tốt hơn là chúng kéo dài song song với phương ngang X của bình điện phân 10. Hơn nữa, dây dẫn điện tạo ra lớp này tất cả có thể được bố trí trong cùng mặt phẳng nằm ngang XY. Điều này tăng sự bù từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân.

Ngoài ra, dây dẫn điện của lớp này có thể kéo dài gần như đối xứng so với mặt phẳng ngang ở giữa XZ của bình điện phân, tức là so với mặt phẳng vuông góc với phương dọc Y, mặt phẳng này chia các bình điện phân 10 thành hai nửa gần như bằng nhau.

Theo ví dụ trong Fig.7, mạch điện bù thứ nhất 4 tạo ra lớp chứa ba dây dẫn về cơ bản cách đều được bố trí trong cùng mặt phẳng về cơ bản nằm ngang XY. Lớp này bao gồm nhiều dây dẫn điện như bình điện phân 10 có môđun M.

Thực tế, lớp này hữu ích là được tạo cấu trúc sao cho mỗi môđun M của bình điện phân 10 có cùng số dây dẫn điện của mạch điện bù thứ nhất 4. Điều này có thể thu được sự bù từ trường với mỗi môđun, mỗi môđun này tạo ra hiệu ứng tốt hơn và mang lại thuận lợi đáng kể về khả năng thực hiện và khả năng mở rộng.

Mạch điện bù thứ hai 6 được mô tả chi tiết hơn sau đây.

Mạch điện bù thứ hai 6 kéo dài trên ít nhất một mặt bên theo phương ngang của bình điện phân 10, gần như song song với phương ngang X của bình điện phân 10, tức là song song với (các) dây 2 bình điện phân 10. Mạch điện bù thứ hai 6 được thiết kế được chạy qua bởi dòng bù thứ hai IC2 theo cùng hướng với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân IE.

Tốt hơn là, mạch điện bù thứ hai 6 kéo dài dọc theo cả hai mặt bên theo phương ngang của các bình điện phân 10, như minh họa trong Fig.5. Trong trường hợp này, mạch kín trong 61 ký hiệu dây dẫn điện của mạch điện bù thứ hai 6 được đặt giữa hai dây 2 đầu tiên của bình điện phân 10 kế tiếp, và mạch kín ngoài 62 ký hiệu dây dẫn điện của mạch điện bù thứ hai 6 được đặt bên ngoài các dây 2 bình điện phân 10, tức là ở phía kia của bình điện phân 10 so với dây dẫn điện tạo ra mạch kín trong 61. Mạch kín trong 61 được chạy qua bởi dòng bù thứ hai IC21 và mạch kín ngoài 62 được chạy qua bởi dòng bù thứ hai IC22. Dòng bù thứ hai IC21 và IC22 chạy theo cùng hướng. Tổng của các dòng IC21 và IC22 lần lượt chạy trong mạch kín trong 61 và mạch kín ngoài 62 là bằng dòng bù IC2. Mạch kín trong 61 và/hoặc mạch kín ngoài 62 có khả năng tạo ra nhiều vòng dây nối tiếp; khi thích hợp, cường độ dòng điện IC21, IC22 tương ứng, là sản phẩm của một số vòng dây nối tiếp bởi dòng điện chạy trong mỗi vòng dây nối tiếp.

Nhà máy sản xuất nhôm 1 bao gồm trạm phát điện 46 tốt hơn là được tạo cấu trúc để cho chạy qua mạch điện bù thứ hai 6 (mạch kín trong 61 và/hoặc mạch kín ngoài 62) một cường độ tổng (thích hợp là mạch kín trong 61 và mạch kín ngoài 62) của dòng bù IC2 nằm trong khoảng từ 50% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 80% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên. Giá trị cường độ này, được xác định theo kiểu phân bố không đối xứng của dòng điện phân IE trong mỗi bình điện phân 10, cùng với sự kết hợp với việc lựa chọn giá trị phân bố không đối xứng IEA, IEB và cường độ của dòng bù thứ nhất IC1, tạo ra kết quả bù từ trường tốt nhất, có thể áp dụng hiệu quả cho các bình điện phân lớn 10.

Tốt hơn là, cường độ của dòng IC21 chạy trong mạch kín trong 61 khác với cường độ dòng điện IC22 chạy trong mạch kín ngoài 62. Cụ thể hơn, cường độ dòng điện IC21 chạy qua mạch kín trong 61 một cách thuận tiện là lớn hơn cường độ của dòng IC22 chạy trong mạch kín ngoài 62.

Dòng chạy qua mạch kín trong 61 có thể được tăng lên để bù lại ảnh hưởng của dây bên cạnh trên từ trường dọc. Sự tăng này sẽ có giá trị đặc trưng gần (gần

bằng 50%) với IE2xD61/DP2 trong đó $IE2 = IE - IC1 + IC2 = IE + IEA - 3 IEB$ và DP2 là khoảng cách từ dây bên cạnh đến tâm của bình và D61 là khoảng cách từ mạch kín trong 61 đến tâm của bình. Đối với các hàng điện phân nối tiếp, IE2 lớn hơn hoặc bằng IE. Có thể chú ý rằng $IE + IEA - 3 IEB$ thấp hơn nhiều so với IE. Đây là mục đích đạt được bởi thiết kế này có thể khiến dây bên cạnh gần hơn do sự tạo từ trường bởi dây bên cạnh thấp hơn nhiều mà không phát sinh chi phí bất kỳ so với thiết kế đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này.

Trạm phát điện 46 cấp nguồn cho mạch bù thứ hai 6 có thể là trạm cấp nguồn riêng biệt, tức là riêng biệt với trạm phát điện 8 cấp nguồn cho bình điện phân 10 với dòng điện phân IE và riêng biệt với trạm phát điện 44 cung cấp mạch điện bù thứ nhất 4. Trạm phát điện 46 của mạch bù thứ hai 6 do đó dành riêng để cấp nguồn cho mạch bù thứ hai 6 này. Mạch bù thứ hai 6 theo cách này cũng độc lập với mạch điện chính được chạy qua bởi dòng điện phân IE. Cường độ của dòng bù thứ hai IC2 có thể được điều chỉnh độc lập với dòng điện phân IE, tạo ra thuận lợi đáng kể về khả năng mở rộng và khả năng tương hợp của lò nấu chảy nhôm 1, như giải thích ở trên về mạch điện bù thứ nhất 4. Một cách thuận tiện, mạch bù thứ hai 6 cũng có thể riêng biệt với mạch bù thứ nhất 4.

Khi mạch điện bù thứ hai 6 kéo dài trên cả hai mặt bên của bình điện phân 10, dây dẫn điện tạo ra mạch điện bù thứ hai 6 hữu ích là có thể đối xứng so với mặt phẳng ngang ở giữa XZ của bình điện phân 10. Điều này tăng cường độ bù của từ trường nghịch.

Hơn nữa, vẫn với nhận định là để bù hiệu quả từ trường, tạo ra bởi sự luân chuyển của dòng điện phân IE, dây dẫn điện của mạch bù thứ hai 6 hữu ích là kéo dài trong cùng mặt phẳng nằm ngang XY. Tốt hơn là, mặt phẳng nằm ngang XY được đặt ở chiều cao của lớp nhôm lỏng 40 tạo ra trong bình điện phân 10 trong phản ứng điện phân.

Chú ý rằng dây dẫn điện tạo ra mạch điện bù thứ hai 6 hữu ích là có thể được tạo cấu trúc để hạn chế hiệu ứng "cuối hàng", như trình bày trong Fig.5.

Dây dẫn điện tạo ra mạch điện bù thứ hai 6 có thể là thanh kim loại, ví dụ làm từ nhôm, đồng hoặc thép, hoặc, một cách thuận tiện, dây dẫn điện làm từ vật

liệu siêu dẫn, vật liệu siêu dẫn này làm giảm mức tiêu thụ năng lượng và, do khối lượng của chúng thấp hơn dây dẫn tương đương làm từ kim loại, làm giảm chi phí cấu trúc để đỡ chúng. Một cách thuận tiện, các dây dẫn điện làm từ vật liệu siêu dẫn có thể được bố trí sao cho tạo ra nhiều vòng dây nối tiếp ở (các) mặt bên của các dây 2 bình điện phân 10 như mô tả trong đơn patent WO2013007893 dưới tên của người nộp đơn.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp bù từ trường tạo ra bởi dòng chạy điện phân IE trong các bình điện phân 10 của lò nấu chảy nhôm 1 có các thuộc tính trên. Phương pháp này bao gồm:

- cho dòng bù thứ nhất IC1 chạy qua mạch bù thứ nhất 4 ở hướng đối diện với hướng dòng toàn phần của dòng điện phân IE,
- cho dòng bù thứ hai IC2 chạy qua mạch bù thứ hai 6 theo cùng hướng với hướng dòng toàn phần của dòng điện phân IE.

Phương pháp này một cách thuận tiện cũng bao gồm thực tế là phân chia không đối xứng dòng điện phân IE giữa dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên 22A và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới 22B.

Bước phân bố không đối xứng này của dòng điện phân giữa dòng phía trên và phía dưới của bình điện phân 10 bao gồm chia tách dòng điện phân IE thành dòng điện phân IEA phía trên, chạy qua tất cả dây dẫn điện kết nối và nhô lên phía trên 22A của mỗi bình điện phân 10, sao cho cường độ của dòng điện phân phía trên IEA nằm trong khoảng từ 50-100% cường độ dòng điện phân IE, và dòng điện phân phía dưới IEB, chạy qua tất cả dây dẫn điện kết nối và nhô lên phía dưới 22B của mỗi bình điện phân 10, sao cho cường độ của dòng điện phân phía dưới IEB nằm trong khoảng từ 0-50% cường độ dòng điện phân IE, tổng cường độ của dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB bằng với cường độ dòng điện phân IE.

Bước bao gồm luân chuyển dòng bù thứ nhất IC1 một cách thuận tiện là sao cho cường độ của dòng bù thứ nhất IC1 bằng hai lần cường độ của dòng điện phân phía dưới IEB, gần 20%, và tốt hơn là gần 10%.

Bước bao gồm luân chuyển dòng bù thứ hai IC2 một cách thuận tiện là sao cho cường độ tổng (mạch kín trong 61+ mạch kín ngoài 62) của dòng bù thứ hai IC2 nằm trong khoảng từ 50% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía trên IEA và phía dưới IEB, và tốt hơn là từ 80% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía dưới và phía trên.

Với các giá trị cường độ của dòng điện phân phía trên IEA, của dòng điện phân phía dưới IEB, dòng bù thứ nhất IC1 và dòng bù thứ hai IC2, người nộp đơn phát hiện ra rằng từ trường sinh ra bởi dòng chạy điện phân được bù hiệu quả nhất.

Hơn nữa, cường độ của dòng IC21 chạy trong mạch kín trong 61 có thể khác với cường độ dòng điện IC22 chạy trong mạch kín ngoài 62. Cụ thể hơn, cường độ dòng điện IC21 chạy qua mạch kín trong 61 một cách thuận tiện lớn hơn cường độ của dòng IC22 chạy trong mạch kín ngoài 62.

Hơn nữa, phương pháp này một cách thuận tiện có thể bao gồm bước phân tích ít nhất một thuộc tính của alumin trong ít nhất một trong các bình điện phân 10 trong lò nấu chảy nhôm 1 được mô tả trên, và xác định sự phân bố giá trị cường độ dòng điện của dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB được tạo ra để chạy dựa trên thuộc tính được phân tích này, điều này cũng xác định khi thích hợp giá trị cường độ của dòng bù thứ nhất và dòng bù thứ hai IC1, IC2 và khi thích hợp dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB. Giá trị cường độ của dòng bù thứ hai thứ nhất và thứ hai IC1, IC2, và khi thích hợp dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB, sau đó có thể được biến đổi đến giá trị đã xác định trước nếu giá trị cường độ của dòng bù thứ nhất và thứ hai IC1, IC2 và dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB khác với giá trị ban đầu xác định được. Theo cách này, quy trình này có thể thay đổi sự bù từ trường để làm tăng hoặc giảm việc trộn chất lỏng trong khi vẫn kiểm soát sự mất ổn định MHD. Thông thường, việc trộn (hoặc dòng chảy) của phần chất lỏng càng lớn, sự hòa tan alumin càng hiệu quả, nhưng bề mặt chuyển tiếp bể/kim loại (=mức mất ổn định MHD) càng không ổn định, điều này có thể ảnh hưởng xấu đến hiệu suất của bình. Quy trình này đặc biệt thuận lợi với cấu hình dây dẫn điện được mô tả trên do nó khiến các bình điện phân 10 rất ổn định về từ và do đó tạo ra khoảng điều biến/tối ưu hóa càng lớn việc trộn phụ thuộc vào chất

lượng alumin. Thuộc tính được phân tích của alumin cụ thể có thể là khả năng alumin hòa tan trong bể, độ lỏng của alumin, độ hòa tan của nó, hàm lượng flo của nó, hàm lượng ẩm của nó, v.v..

Xác định sự phân bố của giá trị cường độ dòng bù phía trên và phía dưới IEA, IEB và/hoặc giá trị cường độ dòng bù thứ nhất và thứ hai IC1, IC2 dựa trên thuộc tính phân tích của alumin có thể được tiến hành bằng cách sử dụng đồ thị toán, ví dụ lập ra bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, bằng cách tính toán, thực hiện các thí nghiệm và thu thập tài liệu về mức tương ứng tối đa giữa cường độ dòng điện phân phía trên và phía dưới IEA, IEB và thuộc tính của alumin. Đây là một câu hỏi về định lượng cường độ việc bước trộn mong muốn chất lỏng so với mức mất ổn định MHD.

Có thể xảy ra việc alumin có sẵn cho quá trình hoạt động liên tục của lò nấu chảy nhôm có chất lượng khác nhau, cụ thể là nhão hơn hoặc ít nhão hơn, và do đó có khả năng hòa tan khác nhau trong bể điện phân. Trong trường hợp này, việc di chuyển phần chất lỏng trong bình điện phân 10 là có thuận lợi do có thể sử dụng để khuấy alumin này để hỗ trợ hòa tan. Hiện nay trong trường hợp tự bù từ trường cụ thể (sử dụng trong tình trạng kỹ thuật đã biết) làm tăng việc di chuyển các phần chất lỏng được bù trực tiếp bởi chính dòng điện phân, với sự phân bố từ trường đã xác định và cố định bởi đường đi của dây dẫn liên kết. Trong các lò nấu chảy nhôm có sự tự bù, do đó không thể đưa sự mất cân bằng thận trọng và tạm thời trong quá trình bù từ trường để làm tăng cường độ mà alumin được khuấy trong bình với quan điểm làm tăng hiệu suất hòa tan. Do đó khi chỉ có sẵn alumin là alumin khó tan hơn bình thường, hiệu suất của lò nấu chảy nhôm có sự tự bù có thể bị ảnh hưởng đáng kể.

Về bản chất, sáng chế không giới hạn ở phương án được mô tả trên, do phương án này được đưa ra nhằm mục đích ví dụ. Có thể có các điều chỉnh, cụ thể là về việc xây dựng các thành phần khác nhau, hoặc sự thay thế các kỹ thuật tương đương, mà không vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế. Theo cách này, sáng chế ví dụ tương thích với việc sử dụng anốt kiểu "trò" ở mức độ tại đó oxy được tạo ra trong phản ứng điện phân.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lò nấu chảy nhôm (1) bao gồm ít nhất một dây (2) các bình điện phân (10) được sắp xếp nằm ngang so với chiều dài của ít nhất một dây (2), một trong các bình điện phân (10) bao gồm tổ hợp anốt (14) và dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) đến tổ hợp anốt (14), đặc trưng ở chỗ, trong đó dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) kéo dài lên trên dọc theo hai gờ dọc đối diện (38) của bình điện phân (10) để dẫn điện dòng điện phân (IE) đến tổ hợp anốt (14), và trong đó lò nấu chảy nhôm (1) này bao gồm:

- ít nhất một mạch điện bù thứ nhất (4) kéo dài bên dưới các bình điện phân (10), ít nhất một mạch điện bù thứ nhất (4) này mà dòng bù thứ nhất (IC1) có thể đi qua được thiết kế để chạy bên dưới các bình điện phân (10) theo hướng đối diện với hướng tổng thể của dòng chạy điện phân (IE),
- ít nhất một mạch điện bù thứ hai (6) kéo dài ở trên ít nhất một bên của ít nhất một dây (2) các bình điện phân (10), ít nhất một mạch điện bù thứ hai này (6) mà dòng bù thứ hai (IC2) có thể đi qua được thiết kế để chạy theo cùng hướng với hướng tổng thể của dòng chạy điện phân (IE).

2. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 1, trong đó dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) bao gồm dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên (22A), liền kề với gờ dọc phía trên (38) của bình điện phân (10), và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới (22B), liền kề với gờ dọc phía dưới (38) của bình điện phân (10), và lò nấu chảy nhôm (1) được bố trí sao cho kiểu phân bố dòng điện phân (IE) là không đối xứng giữa dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên (22A) và phía dưới (22B), cường độ của dòng điện phân phía trên (IEA) được thiết kế để chạy qua toàn bộ dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên (22A) của bình điện phân (10) nằm trong khoảng từ 50-100% cường độ dòng điện phân (IE), và cường độ của dòng điện phân phía dưới (IEB) được thiết kế để chạy qua toàn bộ dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới (22B) của bình điện phân (10) nằm trong khoảng từ 0-50% cường độ dòng điện phân (IE), tổng cường độ của dòng điện phân phía trên và phía dưới (IEA), (IEB) bằng với cường độ dòng điện phân (IE).

3. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 2, trong đó lò nấu chảy nhôm (1) này còn bao gồm trạm phát điện (44) được tạo cấu trúc để khiến cho dòng chạy qua ít nhất một mạch điện bù thứ nhất (4) dòng bù thứ nhất (IC1) có cường độ bằng hai lần cường độ của dòng điện phân phía dưới (IEB), đến gần 20%, và tốt hơn là đến gần 10%.

4. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 2 hoặc 3, trong đó lò nấu chảy nhôm (1) này còn bao gồm trạm phát điện (46) được tạo cấu trúc để tạo ra dòng chạy qua ít nhất một mạch điện bù thứ hai (6) dòng bù thứ hai (IC2) có cường độ nằm trong khoảng từ 50% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới (IEA, IEB), và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 80% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới (IEA, IEB).

5. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) được phân bố với các khoảng cách đều nhau dọc theo gờ dọc (38) của bình điện phân (10) mà dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) gần kề với nó.

6. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên (22A) và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới (22B) cách đều với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc (YZ) của bình điện phân (10).

7. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 6, trong đó dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía trên (22A) và dây dẫn điện nhô lên và kết nối phía dưới (22B) được sắp xếp gần như đối xứng so với mặt phẳng ở giữa theo chiều dọc (YZ) của bình điện phân (10).

8. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó ít nhất một mạch điện bù thứ nhất (4) bao gồm các dây dẫn điện cùng kéo dài bên dưới các bình điện phân (10) để tạo ra một lớp cấu tạo từ nhiều dây dẫn điện song song, đặc trưng là từ hai đến mười hai, và tốt hơn là từ ba đến mười dây dẫn điện song song.

9. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 8, trong đó các dây dẫn điện của lớp đã nêu được sắp xếp với các khoảng cách đều nhau dọc theo phương dọc (Y) của bình điện phân (10).

10. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 8 hoặc 9, trong đó các dây dẫn điện của lớp đã nêu được sắp xếp gần như đối xứng với mặt phẳng ngang ở giữa (XZ) của bình điện phân (10).

11. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó các dây dẫn điện của lớp đã nêu được sắp xếp trong cùng mặt phẳng nằm ngang (XY).

12. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó ít nhất một mạch điện bù thứ hai (6) bao gồm các dây dẫn điện kéo dài từ mỗi phía của ít nhất một dây (2) các bình điện phân (10), và dòng bù thứ hai (IC2) chạy theo cùng hướng với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân (IE) trên mỗi phía của bình điện phân (10).

13. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 12, trong đó cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín trong (IC21) của ít nhất một dòng bù thứ hai (6) khác với cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài (IC22) của ít nhất một dòng bù thứ hai (6).

14. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm 13, trong đó cường độ của dòng bù thứ hai trong mạch kín trong (IC21) lớn hơn cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài (IC22).

15. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 14, trong đó các dây dẫn điện tạo ra mạch điện bù thứ hai (6) gần như đối xứng qua mặt phẳng ngang ở giữa XZ của các bình điện phân (10).

16. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó dây dẫn điện của mạch điện bù thứ hai (6) kéo dài trong cùng mặt phẳng nằm ngang (XY), tốt hơn là ở chiều cao của lớp nhôm lỏng (40) tạo ra bên trong các bình điện phân (10) trong phản ứng điện phân.

17. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, trong đó ít nhất một mạch điện bù thứ nhất (4) độc lập với mạch điện chính mà dòng điện phân (IE) chạy qua đó.

18. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 17, trong đó ít nhất một mạch điện bù thứ hai (6) độc lập với mạch điện chính mà dòng điện phân (IE) chạy qua đó.

19. Lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 18, trong đó bình điện phân (10) có cấu trúc điện kiểu môđun trong N môđun (M) lặp lại theo hướng theo chiều dài của nó, mỗi môđun (M) bao gồm các dây dẫn điện được tạo cấu trúc để tạo ra cùng cấu hình từ trường đã xác định.

20. Phương pháp bù từ trường tạo ra bởi dòng chạy điện phân (IE) trong các bình điện phân (10) của lò nấu chảy nhôm (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 19, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

- cho chạy, ở hướng đối diện với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân (IE), dòng bù thứ nhất (IC1) qua ít nhất một mạch điện bù thứ nhất (4),
- cho chạy, theo cùng hướng với hướng của dòng toàn phần của dòng điện phân (IE), dòng bù thứ hai (IC2) qua ít nhất một mạch điện bù thứ hai (6).

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó phương pháp này bao gồm sự phân bố bất đối xứng dòng điện phân (IE) giữa dòng phía trên và phía dưới của bình điện phân (10), bộ dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) phía trên của bình điện phân (10) được đi qua bởi dòng điện phân phía trên (IEA) có cường độ nằm trong khoảng từ 50 đến 100% cường độ dòng điện phân (IE), và bộ dây dẫn điện nhô lên và kết nối (22) phía dưới của bình điện phân (10) được đi qua bởi dòng điện phân phía dưới (IEB) có cường độ nằm trong khoảng từ 0-50% cường độ dòng điện phân (IE), tổng cường độ của dòng điện phân phía trên và phía dưới (IEA), (IEB) bằng với cường độ dòng điện phân (IE).

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó cường độ của dòng bù thứ nhất (IC1) bằng hai lần cường độ của dòng điện phân phía dưới (IEB), đến gần 20%, và tốt hơn là đến gần 10%.

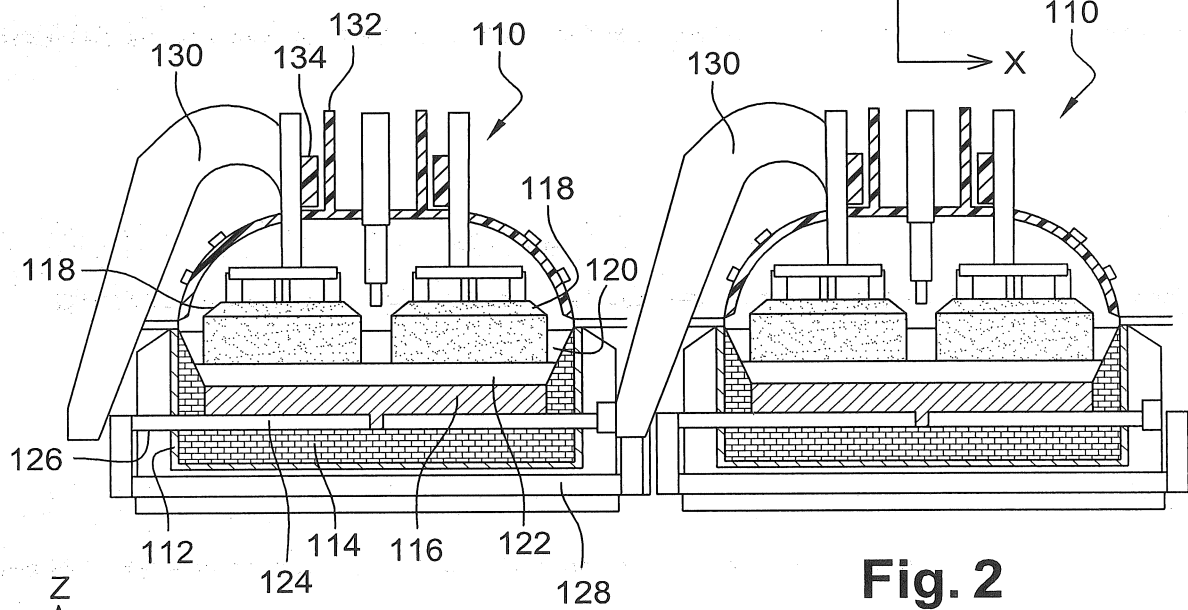
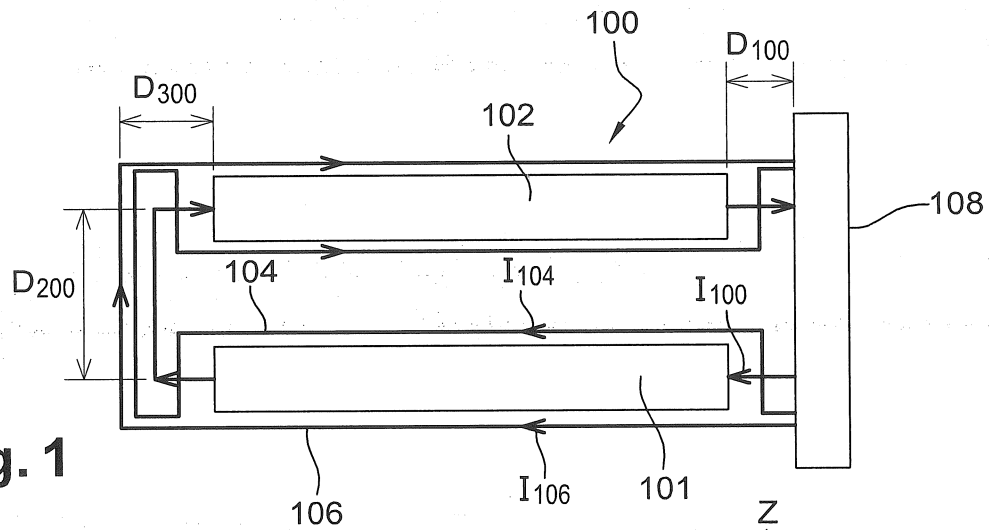
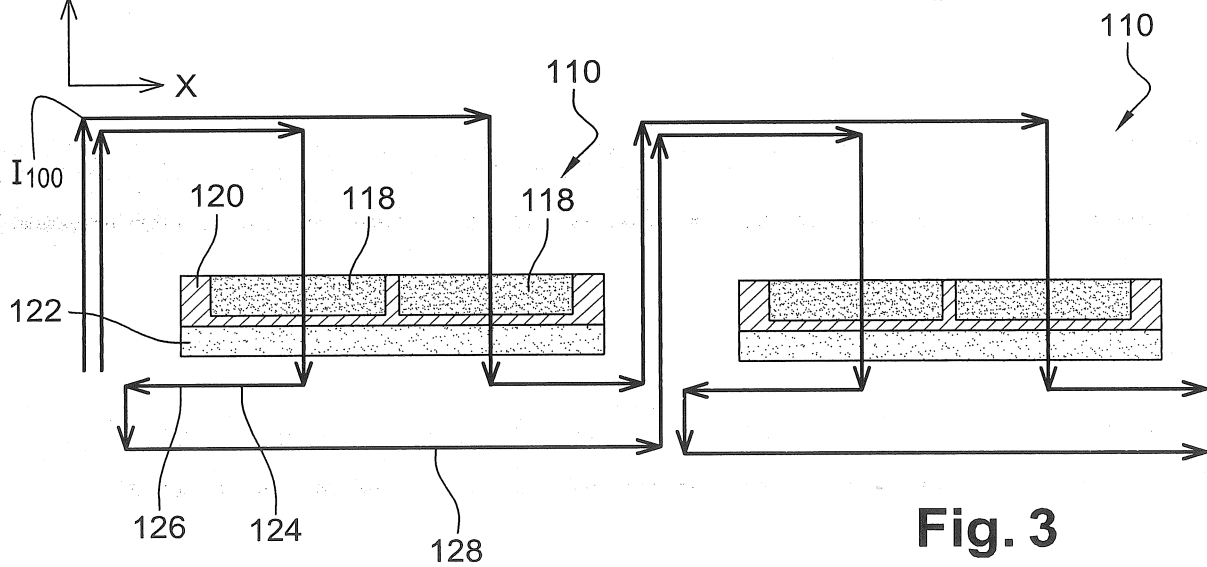
23. Phương pháp theo điểm 21 hoặc 22 trong đó, cường độ của dòng bù thứ hai (IC2) nằm trong khoảng từ 50% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới (IEA, IEB), và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 80% đến 100% độ chênh lệch về cường độ giữa dòng điện phân phía trên và phía dưới (IEA, IEB).

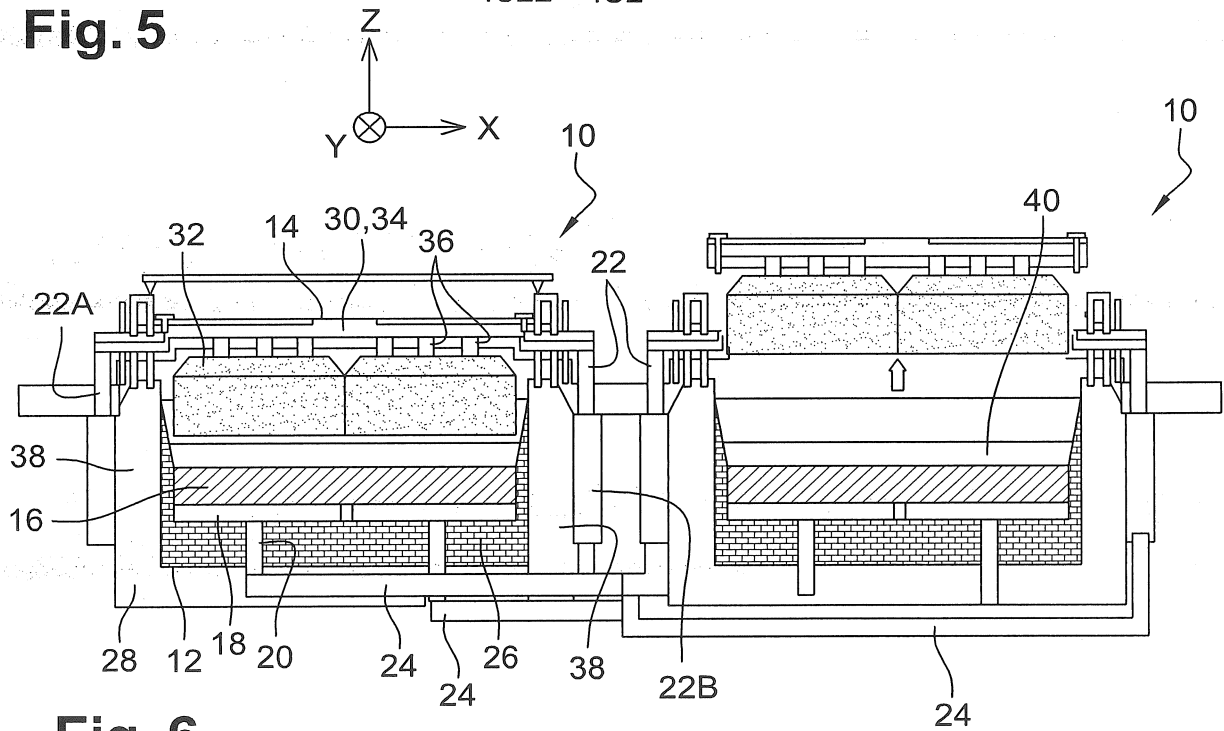
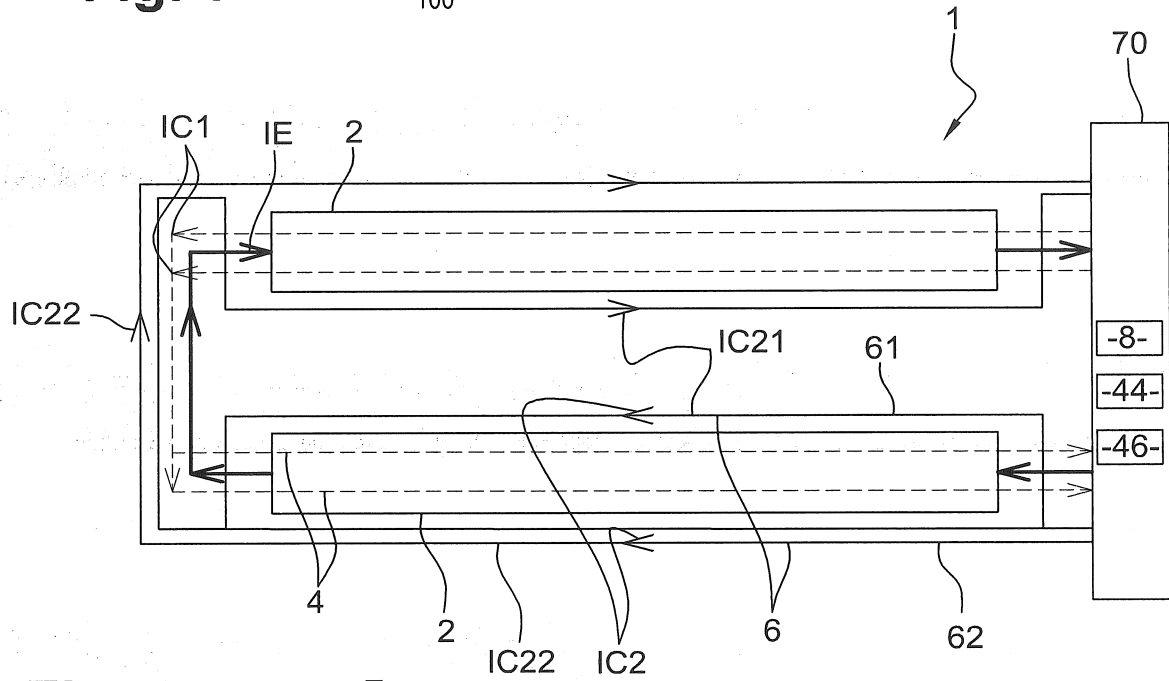
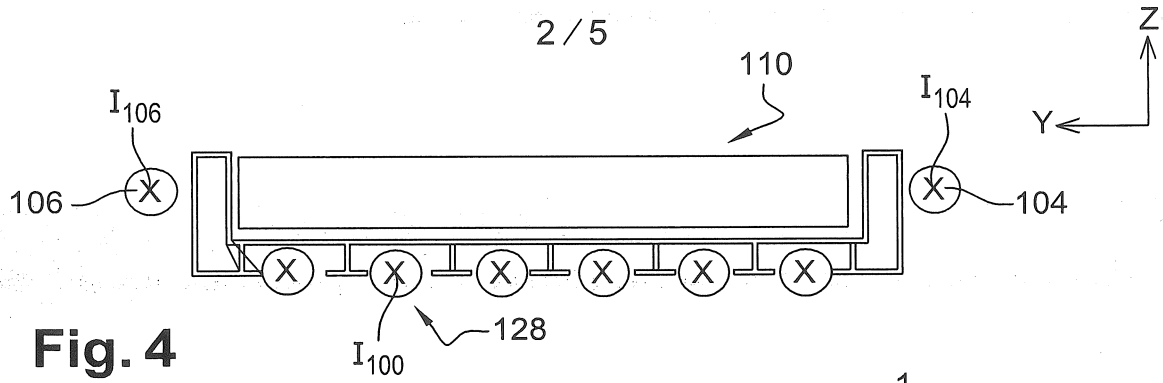
24. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 23, trong đó ít nhất một mạch điện bù thứ hai (6) bao gồm mạch kín trong và mạch kín ngoài, và trong đó cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín trong (IC21) là khác với cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài (IC22).

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín trong (IC21) lớn hơn cường độ của dòng bù thứ hai chạy trong mạch kín ngoài (IC22).

26. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 đến 25, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phân tích ít nhất một thuộc tính của alumin trong ít nhất một trong các bình điện phân (10) của lò nấu chảy nhôm (1), và xác định giá trị cường độ của dòng bù thứ nhất (IC1) và dòng bù thứ hai (IC2) được tạo ra để chạy dòng là một hàm của ít nhất một thuộc tính được phân tích.

1/5

Fig. 1**Fig. 2****Fig. 3**



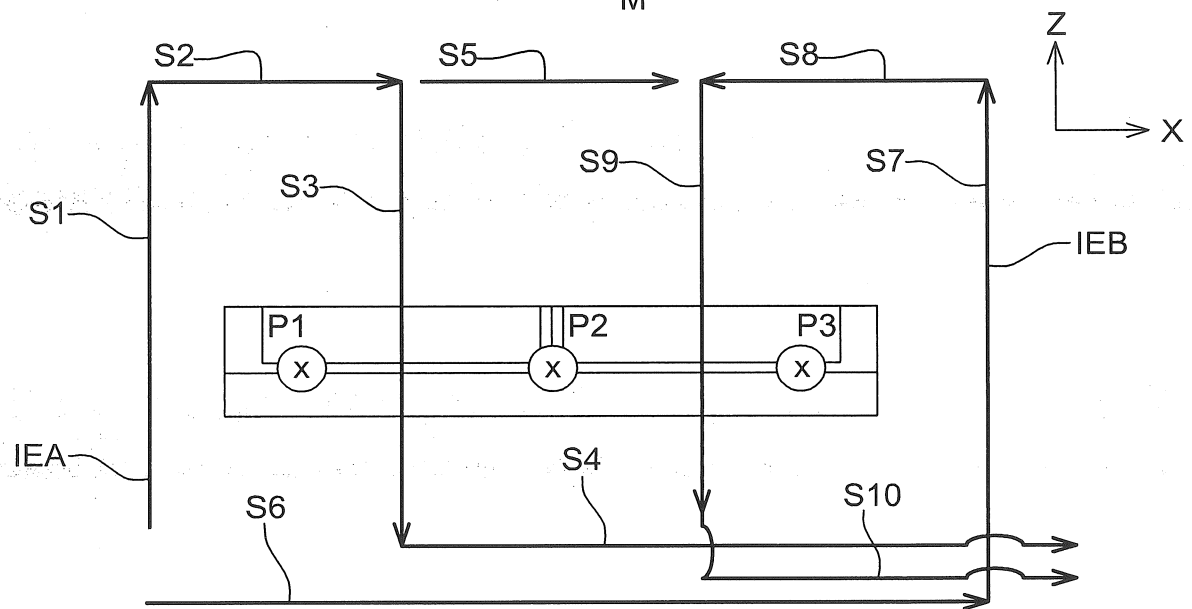
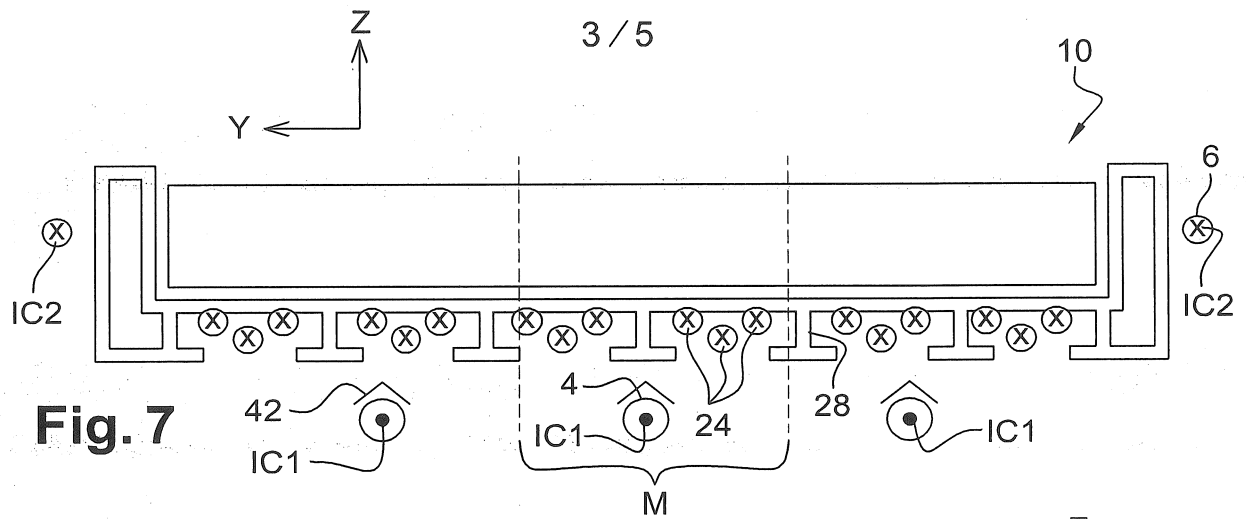
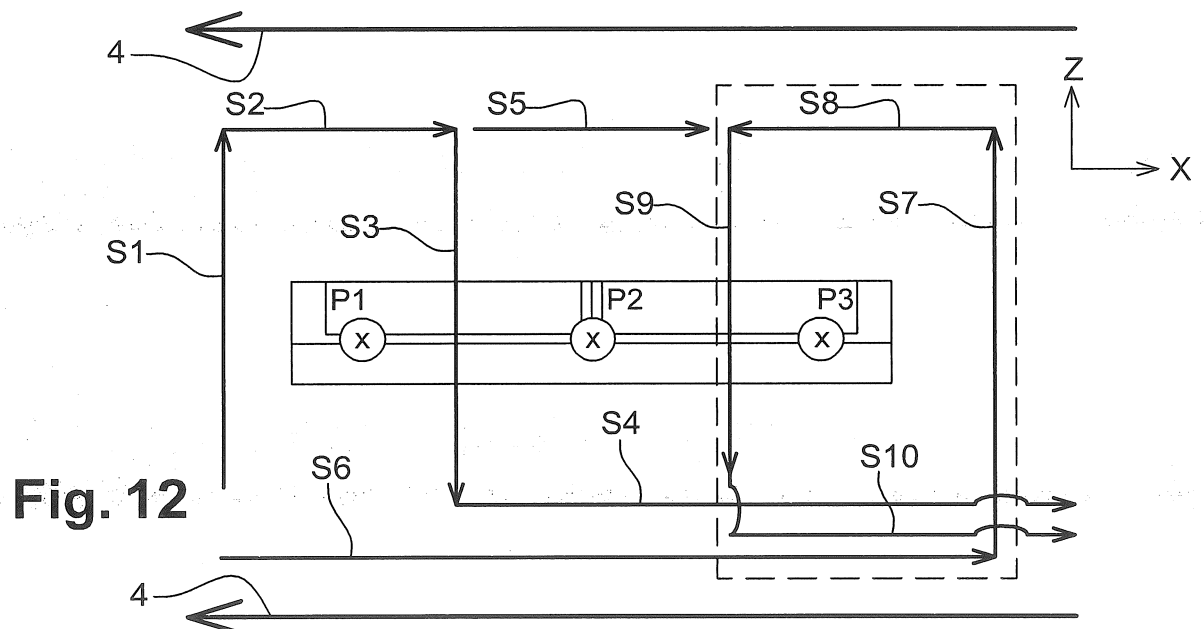
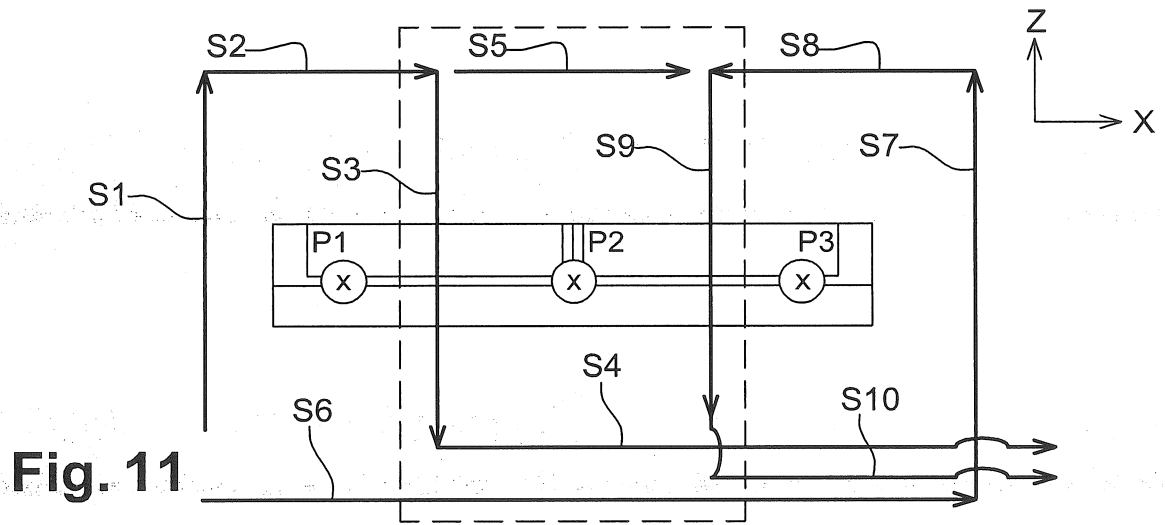
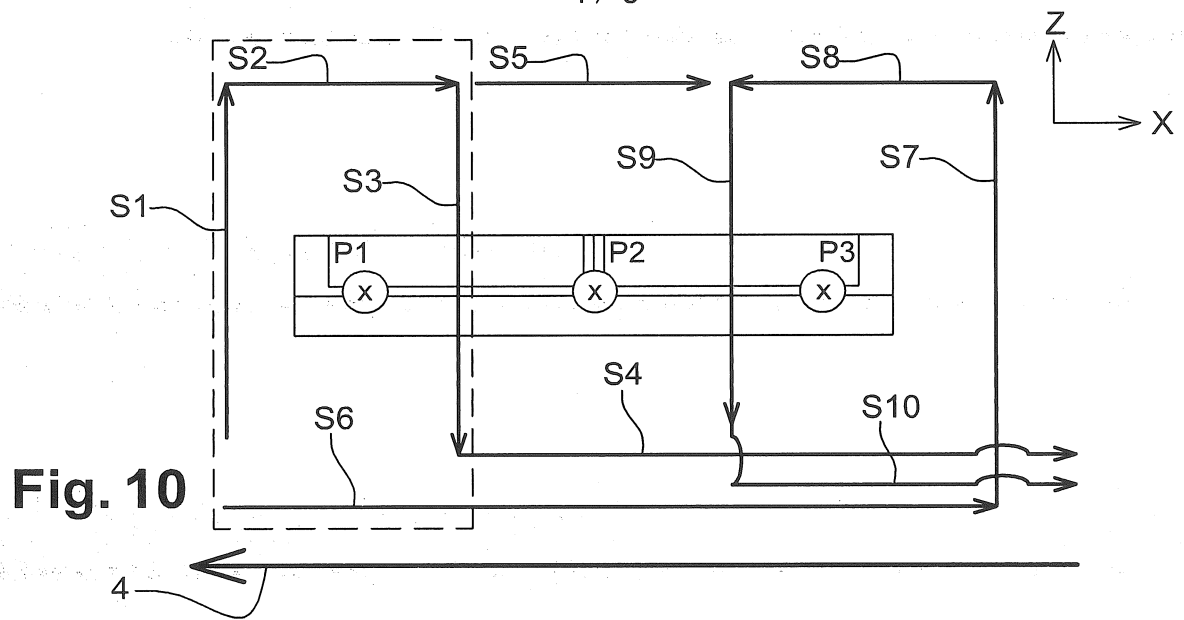


Fig. 9

Đoạn	Dòng
S1	$i + ia$
S2	$i + ia$
S3	i
S4	i
S5	ia
S6	ib
S7	ib
S8	ib
S9	i
S10	i

4 / 5



5 / 5

Fig. 13

Phần	Vùng No1	Vùng No2	Vùng No3
S1	0	0	0
S2	$i + ia$	≈ 0	≈ 0
S3	0	0	0
S4	≈ 0	$+ i$	$+ i$
S5	≈ 0	$+ ia$	≈ 0
S6	$+ ib$	$+ ib$	$+ ib$
S7	0	0	0
S8	≈ 0	≈ 0	$- ib$
S9	0	0	0
S10	≈ 0	≈ 0	$+ i$
Tổng bình	$i + ia + ib = 2i$	$i + ia + ib = 2i$	$2i = 2i$
Dòng bù thứ nhất	$-2ib$	$-2ib$	$-2ib$
Dòng bù thứ hai	$-(i + ia - ib)$	$-(i + ia - ib)$	$-(i + ia - ib)$
Tổng	0	0	0

Fig. 14

Phần	Vùng No1	Vùng No2	Vùng No3
S1	$i + ia$	≈ 0	$- i - ia$
S2	$i + ia$	≈ 0	≈ 0
S3	i	$- i$	≈ 0
S4	≈ 0	$- i$	$- i$
S5	≈ 0	$+ ia$	≈ 0
S6	$- ib$	$- ib$	$- ib$
S7	$+ib$	≈ 0	$- ib$
S8	≈ 0	≈ 0	$- ib$
S9	≈ 0	$+ i$	$- i$
S10	≈ 0	≈ 0	$- i$
Tổng bình	$3i + 2ia$	$-i + ia - ib$	$-4i - ia - 3ib$
Dòng bù thứ nhất	$+2ib$	$+2ib$	$+2ib$
Dòng bù thứ hai	0 (không ảnh hưởng đến giá trị By)	0 (không ảnh hưởng đến giá trị By)	0 (không ảnh hưởng đến giá trị By)
Tổng	$5i$	0	$-5i$