



(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)



1-0026441

(51)^{2020.01} H01F 41/02; C22C 38/00; H01F 1/08; (13) B
C22C 33/02; H01F 1/057

(21) 1-2017-04763

(22) 18/04/2016

(86) PCT/JP2016/062200 18/04/2016

(87) WO2016/175063 03/11/2016

(30) 2015-092027 28/04/2015 JP

(45) 25/11/2020 392

(43) 25/05/2018 362A

(73) Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. (JP)

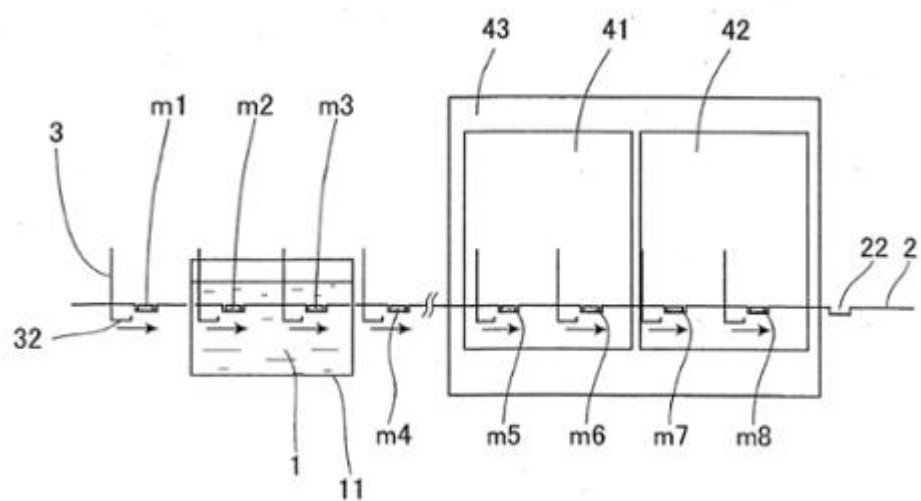
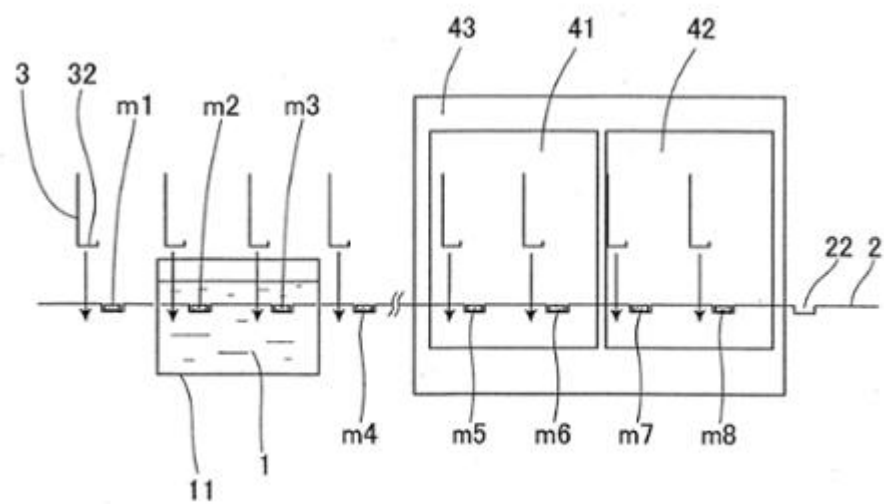
6-1, Ohtemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

(72) KURIBAYASHI Yukihiro (JP); KAMIYA Shogo (JP); MAEGAWA Harukazu (JP);
TANAKA Shintaro (JP).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NAM CHÂM VĨNH CỬU ĐẤT HIẾM, VÀ THIẾT
BỊ TẠO LỚP PHỦ

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm, và thiết bị phủ hợp chất đất hiếm, trong đó đảm cố định (2) mà dọc theo nó các bộ phận giữ thân nam châm (22) được bố trí liên tiếp để cho đi qua huyền phù đặc (1). Các thân nam châm đã được thiêu kết (m) được đặt trong các bộ phận giữ thân nam châm (22) bởi các đảm di động (3) được vận chuyển bằng cách lặp lại hoạt động, trong đó các thân nam châm đã được thiêu kết (m) được di chuyển đến các bộ phận giữ thân nam châm (22) tiếp đó. Trong khi vận chuyển, các thân nam châm đã được thiêu kết (m) được cho đi qua huyền phù đặc (1) để phủ huyền phù đặc lên đó, và sau đó được làm khô để loại bỏ dung môi ra khỏi huyền phù đặc và cố định bột trong huyền phù đặc lên đó, và, do đó, bột được phủ liên tục lên các thân nam châm đã được thiêu kết. Do đó, bột của hợp chất đất hiếm có thể được phủ đều lên các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết, và lượng huyền phù đặc được lấy ra khỏi bể phủ có thể được giảm để giảm một cách có hiệu quả lượng thải bỏ nó.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm, và thiết bị phủ hợp chất đất hiếm, trong đó khi sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho các thân nam châm đã được thiêu kết hấp thụ một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm, có thể phủ đều và có hiệu quả bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm để thu được một cách có hiệu quả nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính mỹ mãn, và còn đề cập đến thiết bị phủ để phủ một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm, tốt hơn là có thể được sử dụng trong phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nam châm vĩnh cửu đất hiếm, như Nd-Fe-B, có nhiều ứng dụng do chúng có tính chất từ tính mỹ mãn. Đã biết phương pháp tạo ra nam châm đất hiếm có độ kháng từ cải tiến hơn là phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm được hấp thụ và khuếch tán vào trong các thân nam châm đã được thiêu kết (tài liệu sáng chế 1: JP-A 2007-53351 và tài liệu sáng chế 2: WO 2006/043348). Theo phương pháp này, có thể tăng cường độ kháng từ trong khi giảm được mức độ giảm về độ từ dư.

Để phủ hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm như vậy, người ta thường phủ huyền phù đặc lên các thân nam châm đã được thiêu kết, trong đó bột của hợp hoặc các hợp chất đất hiếm được phân tán trong nước hoặc dung môi hữu cơ, bằng cách nhúng các thân nam châm đã được thiêu kết trong huyền phù đặc này hoặc phun huyền phù đặc này lên các thân nam châm đã được thiêu kết, và sau đó làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được. Trong trường hợp này, nhất là khi tiến hành việc phủ nhúng, nói chung vì năng suất, nên sử dụng hệ thống vận chuyển băng chuyền dạng

lưới liên tục thực hiện việc phủ trên các thân nam châm đã được thiêu kết bằng cách vận chuyển liên tục các thân nam châm đã được thiêu kết bằng băng chuyền dạng lưới.

Như được minh họa trên Fig.10, được mô tả cụ thể là hệ thống vận chuyển băng chuyền dạng lưới phủ bột của hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm bằng cách đặt các thân nam châm đã được thiêu kết m ở các khoảng cách định trước trên băng chuyền dạng lưới c, vận chuyển liên tục các thân nam châm đã được thiêu kết m, cho các thân nam châm đã được thiêu kết m đi qua huyền phù đặc 1 được chứa trong bể phủ t trong quá trình vận chuyển để phủ nhúng các thân nam châm đã được thiêu kết m bằng huyền phù đặc 1, kéo các thân nam châm đã được thiêu kết m ra khỏi huyền phù đặc 1, tiếp tục vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết m trong khi chúng được đặt trên băng chuyền dạng lưới c, và làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được m đi qua vùng làm khô d, trong đó phương tiện làm khô như máy thổi khí được bố trí, để loại bỏ dung môi ra khỏi huyền phù đặc đã được phủ.

Tuy nhiên, với hệ thống vận chuyển băng chuyền dạng lưới này, trong quá trình phủ như khi nhúng chìm trong huyền phù đặc 1, trong khi nhúng và khi kéo ra khỏi huyền phù đặc 1, các thân nam châm đã được thiêu kết m thường di chuyển trên băng chuyền, và do đó các thân nam châm đã được thiêu kết m thường tiếp xúc với nhau, nên phát triển các khuyết tật ở các bề mặt tiếp xúc. Hơn nữa, hệ thống vận chuyển là dễ bị phát triển sự trục trặc cơ học do việc bám dính và lắng phủ huyền phù đặc 1. Hơn thế nữa, huyền phù đặc 1 thường bị đi ra khỏi bể phủ t bởi băng chuyền và do đó gây ra sự bất tiện như sự tiêu hao lãng phí hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm có giá trị.

Do đó, mong muốn phát triển phương pháp phủ có thể thực hiện được việc phủ đồng đều và có hiệu quả bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm, có thể giảm được mức độ tiêu hao lãng phí huyền phù đặc, và ngoài ra có thể tránh được một cách có hiệu quả việc xuất hiện các trục trặc cơ học.

Các tài liệu kỹ thuật đã biết

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A 2007-53351

Tài liệu sáng chế 2: WO 2006/043348

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được sáng chế giải quyết

Để giải quyết các vấn đề trên, sáng chế đã đề xuất phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm, mà khi sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) bằng huyền phù đặc, trong đó bột của một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) được phân tán trong dung môi, làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho R^2 được hấp thụ vào các thân nam châm đã được thiêu kết, có thể thực hiện được việc phủ bột đồng đều và chắc chắn, có thể giảm được tiêu hao lãng phí của huyền phù đặc, và ngoài ra có thể tránh được một cách có hiệu quả việc xuất hiện các trục trặc cơ học, và cả thiết bị phủ để phủ một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm, có thể được sử dụng một cách thích hợp trong phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm.

Cách thức để giải quyết vấn đề

Để đạt được một trong số các mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất các phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu trong các mục từ (1) đến (6) sau:

(1) Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) bằng huyền phù đặc, trong đó bột của một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) được phân tán trong dung môi, làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho R^2 được hấp thụ trong các thân nam châm đã được thiêu kết, phương pháp này bao gồm các bước:

bố trí dầm cố định có các bộ phận giữ thân nam châm, được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau và các thân nam châm đã được thiêu kết đặt vào đó, sao cho một phần của dầm cố định kéo dài qua huyền phù đặc;

lắp lại các hoạt động nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước, và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo, tất cả bởi các dầm di động được bố trí dọc theo dầm cố định, nhờ đó các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển liên tục dọc theo dầm cố định;

cho từng thân nam châm đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc trong quá trình vận chuyển chúng để phủ từng thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc; và tiếp theo,

làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được trong khi vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết, nhờ đó bột được liên tục lắng phủ trên các thân nam châm đã được thiêu kết.

(2) Phương pháp sản xuất theo (1),

trong đó, bước phủ bằng cách cho các thân nam châm đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc để phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc và làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được được lặp lại nhiều lần.

(3) Phương pháp sản xuất theo (1) hoặc (2),

trong đó, bước làm khô được tiến hành sau khi loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại ra khỏi mỗi thân nam châm đã được thiêu kết, mà được cho đi qua huyền phù đặc này và được phủ bằng huyền phù đặc này, bằng cách phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết.

(4) Phương pháp sản xuất theo bất kỳ một trong số (1) đến (3),

trong đó, bước làm khô được tiến hành bằng cách phun vào nam châm đất hiếm, không khí có nhiệt độ $\pm 50^{\circ}\text{C}$ so với nhiệt độ sôi (T_B) của dung môi mà tạo ra huyền phù đặc.

(5) Phương pháp sản xuất theo bất kỳ một trong số (1) đến (4),

trong đó, bước xử lý nhiệt được áp dụng đối với mỗi thân nam châm đã được thiêu kết, mà được phủ bằng bột này, trong chân không hoặc trong khí trơ ở nhiệt độ cho đến nhiệt độ thiêu kết đối với thân nam châm đã được thiêu kết.

(6) Phương pháp sản xuất theo bất kỳ một trong số (1) đến (5), trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

xử lý hóa già ở nhiệt độ thấp sau khi xử lý nhiệt.

Ngoài ra, để đạt được một trong số các mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất thiết bị phủ hợp chất đất hiếm như được xác định trong các mục từ [7] đến [15] dưới đây.

(7) Thiết bị tạo lớp phủ cho các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần R^1 -Fe-B (R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được chọn từ các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) khi sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc chứa bột phân tán trong dung môi, làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho R^2 được hấp thụ trong các thân nam châm đã được thiêu kết, thiết bị bao gồm:

bề phủ chứa huyền phù đặc;

dầm cố định có các bộ phận giữ thân nam châm, được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau và các thân nam châm đã được thiêu kết đặt vào đó, và được bố trí sao cho một phần của dầm cố định kéo dài qua huyền phù đặc chứa trong bề phủ này;

các dầm di động được bố trí dọc theo dầm cố định, và có khả năng lặp lại các hoạt động nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước, và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo; và

phương tiện làm khô để làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết được giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định,

trong đó các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển liên tục dọc theo dầm cố định bằng cách lặp lại hoạt động đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng của dầm cố định, và bởi các dầm di động này, nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo, từng thân nam châm đã được thiêu kết được cho đi qua huyền phù đặc chứa trong bề phủ, trong quá trình vận chuyển chúng để phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng

huyền phù đặc, và các thân nam châm đã được thiêu kết thu được được làm khô bằng phương tiện làm khô trong khi vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết, nhờ đó dung môi được loại ra khỏi huyền phù đặc đã được phủ để lắng phủ bột trên bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết.

(8) Thiết bị phủ theo (7), trong đó thiết bị này còn bao gồm:

phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại được bố trí giữa bể phủ và phương tiện làm khô để phun không khí vào mỗi thân nam châm đã được thiêu kết khi vận chuyển trong khi liên tục di chuyển từ bộ phận này đến bộ phận tiếp theo trong số các bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định sao cho các giọt nhỏ huyền phù đặc còn sót lại trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết này được loại bỏ.

(9) Thiết bị phủ theo (7) hoặc (8), trong đó thiết bị này còn bao gồm:

buồng bao bọc vùng làm khô bằng phương tiện làm khô được bố trí tại đó hoặc cả vùng làm khô lẫn vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại bằng phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại được bố trí tại đó; và

phương tiện thu gom bụi để hút không khí bên trong buồng này nhằm gom bụi, nhờ đó bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được loại ra khỏi bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết này được thu hồi.

(10) Thiết bị phủ như được xác định trong mục bất kỳ trong số các mục từ [7] đến [9] trên đây,

trong đó các môđun, mà mỗi môđun bao gồm bể phủ và phương tiện làm khô, được bố trí theo dãy, và có kết cấu sao cho quy trình phủ bột từ khi phủ huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần bằng cách cho các thân nam châm đã được thiêu kết đi qua các môđun này bằng phương tiện vận chuyển được tạo ra của dầm cố định và dầm di động.

(11) Thiết bị phủ như được xác định trong mục bất kỳ trong số các mục từ (7) đến (10) nêu trên,

trong đó mỗi bộ phận giữ thân nam châm bao gồm:

phần chìm được tạo ra trong dầm cố định, và

các phần nhô tạo ra trên phần chìm sao cho một trong số các thân nam châm đã được thiêu kết được giữ trong phần chìm trong khi được đặt trên các phần nhô.

(12) Thiết bị phủ như được xác định trong mục bất kỳ trong số các mục từ (7) đến (11) nêu trên,

trong đó dầm cố định được tạo ra từ các đường vận chuyển được bố trí song song với nhau dọc theo phương vận chuyển, và

các bộ phận giữ thân nam châm được tạo ra trên các đường vận chuyển, và giữ các thân nam châm đã được thiêu kết.

(13) Thiết bị phủ như được xác định trong mục (12),

trong đó các dầm di động bao gồm các gậy chống được xếp thành cặp, và mỗi gậy chống được xếp thành cặp, mỗi cặp có phần đỡ thân nam châm được uốn cong có hình dạng lưỡi câu, và

các dầm di động có kết cấu để lặp lại các hoạt động di chuyển các gậy chống này lên và xuống và di chuyển các gậy chống này ngược và xuôi dọc theo dầm cố định, nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng của dầm cố định, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước, và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo.

(14) Thiết bị phủ như được xác định trong mục (12) hoặc (13),

trong đó các bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định hoặc các bộ phận đỡ thân nam châm của các dầm di động hoặc cả hai bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định và mỗi bộ phận đỡ thân nam châm của các dầm di động được bố trí cơ cấu chặn để ngăn ngừa một trong số các thân nam châm đã được thiêu kết từ di chuyển theo phương nằm ngang vuông góc với phương vận chuyển.

(15) Thiết bị phủ như được xác định trong mục bất kỳ trong số các mục từ (7) đến (14),

trong đó các đường vận chuyển, mà mỗi đường này có kết cấu của dầm cố định và dầm di động, được bố trí cạnh nhau song song với nhau, và có kết cấu sao cho quy trình phủ bột từ khi phủ huyền phù đặc đến khi làm khô được tiến hành một cách đồng thời đối với các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển theo các hàng.

Do đó, theo sáng chế, phương pháp sản xuất và thiết bị phủ nêu trên phủ liên tục các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm bằng cách vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết theo hệ thống dầm làm việc, tức là giữ các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm được cung cấp liên tục ở các khoảng cách bằng nhau trên và dọc theo dầm cố định, chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết đến các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo bằng các dầm di động, và trong quá trình vận chuyển, cho các thân nam châm

đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc để phủ nhúng chúng bằng huyền phù đặc, loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại ra khỏi các thân nam châm đã được thiêu kết thu được nếu cần, và sau đó làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để loại bỏ dung môi ra khỏi huyền phù đặc đã được phủ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, tiến hành nhúng các thân nam châm đã được thiêu kết trong huyền phù đặc và làm khô chúng trong khi vận chuyển chúng bằng cách hệ thống đầm làm việc. Do đó, từng thân nam châm đã được thiêu kết, được nhúng và được làm khô trong khi được giữ lần lượt và ổn định trên các bộ phận giữ thân nam châm được cung cấp liên tục ở các khoảng cách bằng nhau trên và dọc theo đầm cố định. Kết quả là, thậm chí trong khi phủ huyền phù đặc bằng cách cho các thân nam châm đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc, quy trình nhúng có thể được tiến hành trong khi ngăn không cho các thân nam châm đã được thiêu kết không chuyển động để đảm bảo và duy trì các thân nam châm đã được thiêu kết gần như cố định. Do đó, các thân nam châm đã được thiêu kết có thể được ngăn không cho tiếp xúc với nhau để đảm bảo rằng thể tránh được hiện tượng các phần chưa được phủ tiếp xúc với nhau và huyền phù đặc có thể được phủ đều mà không kèm theo khiếm khuyết.

Việc vận chuyển của các thân nam châm đã được thiêu kết được thực hiện bằng cách vận hành các đầm di động, các đầm di động này có thể được tạo ra từ vật liệu dạng lưới như lưới kim loại như trong các ví dụ được mô tả dưới đây, và ngoài ra các đầm di động chìm trong huyền phù đặc để nhúng các thân nam châm đã được thiêu kết có thể được giới hạn ở một số trong số các đầm di động. Do đó, lượng huyền phù đặc chứa trong bể huyền phù đặc và bị đi ra khỏi bể phủ bởi hoạt động vận chuyển có thể được giảm, sao cho sự tiêu hao lãng phí huyền phù đặc có thể được ngăn ngừa ở mức cao nhất có thể và sự trục trặc cơ học của hệ thống vận chuyển do việc bám dính và lắng phủ huyền phù đặc và bột có thể giảm được. Hơn nữa, như trong các ví dụ được mô tả dưới đây, các đầm di động, chìm trong huyền phù đặc, có thể được tạo kết cấu để tránh việc tiến vào vùng làm khô, nhờ đó mức độ bám dính và lắng phủ huyền phù đặc và bột có thể được ngăn ngừa một cách cực kỳ có hiệu quả.

Theo phương pháp sản xuất và thiết bị phủ theo sáng chế, các tác dụng có lợi sau có thể cũng thu được.

- 1) Trong hệ thống băng chuyền như loại được minh họa trên Fig.10, phía trong bể phủ 11 cần được tạo ra khi các phần dốc nghiêng ở những nơi mà băng chuyền dạng lưới chìm trong huyền phù đặc 1 và đi ra khỏi huyền phù đặc 1. Nhu cầu này khiến cho cần phải mở rộng bể phủ 11. Tuy nhiên, theo sáng chế, như trong các ví dụ được mô tả dưới đây, không cần phải cân nhắc việc như vậy. Chỉ cần bể phủ có sức chứa cân thiết tương ứng với khả năng xử lý là đủ. Do đó, có thể tạo ra bể phủ nhỏ hơn và hệ thống tuần hoàn của huyền phù đặc khuấy huyền phù đặc trong bể phủ.
- 2) Như trong các ví dụ được mô tả dưới đây, bước loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và bước làm khô là không có sự cản trở bất kỳ nào đối với việc thổi không khí, như băng chuyền như băng chuyền dạng lưới như được thể hiện trong băng chuyền hệ thống vận chuyển, và do đó tốc độ làm khô có thể được tăng lên. Kết quả là, vùng làm khô cũng bao gồm cả vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại có thể được thiết kế nhỏ.
- 3) Vì cả vùng bể phủ lẫn vùng làm khô có thể được thiết kế nhỏ gọn vì các lý do 1) và 2), nên nói chung thiết bị có thể được thiết kế nhỏ. Khi bố trí nhiều môđun mà mỗi môđun tạo nên thiết bị, có thể thoải mái bố trí.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ từ Fig.1(A) đến Fig.4(H) là các hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị phủ theo một phương án theo sáng chế và sự vận hành của nó, trong đó Fig.1(A) và Fig.1(B) lần lượt minh họa trạng thái ban đầu và trạng thái sau lần hoạt động thứ nhất.

Các hình vẽ từ Fig.1(A) đến Fig.4(H) là các hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị phủ theo một phương án theo sáng chế và sự vận hành của nó, trong đó Fig.2(C) và Fig.2(D) lần lượt minh họa trạng thái sau lần hoạt động thứ hai và trạng thái sau lần hoạt động.

Các hình vẽ từ Fig.1(A) đến Fig.4(H) là các hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị phủ theo một phương án theo sáng chế và sự vận hành của nó, trong đó Fig.3(E) và Fig.3(F) lần lượt minh họa trạng thái sau lần hoạt động thứ tư và trạng thái sau khi hoạt động thứ năm.

Các hình vẽ từ Fig.1(A) đến Fig.4(H) là các hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị phủ theo một phương án theo sáng chế và sự vận hành của nó, trong đó Fig.4(G) và

Fig.4(H) lần lượt minh họa trạng thái sau lần hoạt động thứ sáu và trạng thái sau lần hoạt động thứ bảy.

Fig.5 là hình vẽ phối cảnh chi tiết minh họa mối tương quan giữa dầm cố định và dầm di động, cả hai dầm này tạo nên thiết bị phủ, và các thân nam châm đã được thiêu kết.

Fig.6 là hình vẽ phối cảnh chi tiết minh họa mối tương quan giữa dầm cố định và dầm di động, cả hai dầm này tạo nên thiết bị phủ, và các thân nam châm đã được thiêu kết ở trạng thái khác với trạng thái được thể hiện trên Fig.5.

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh chi tiết minh họa mối tương quan giữa dầm cố định và dầm di động, cả hai dầm này tạo nên thiết bị phủ, và các thân nam châm đã được thiêu kết ở trạng thái khác với các trạng thái được thể hiện trên FIG.5 và FIG.6.

Fig.8 là hình vẽ phối cảnh chi tiết minh họa dầm cố định tạo nên thiết bị phủ theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.9 là hình vẽ phối cảnh chi tiết minh họa dầm di động tạo nên thiết bị phủ theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.10 là hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị phủ thông thường sử dụng băng chuyền dạng lưới.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như nêu trên, phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo sáng chế đã tạo ra nam châm đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất trong số các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho R^2 được hấp thụ trong các thân nam châm đã được thiêu kết.

Để làm các thân nam châm $R^1\text{-Fe-B}$ đã được thiêu kết, có thể sử dụng các thân nam châm thu được từ các phương pháp đã biết. Ví dụ, các thân nam châm $R^1\text{-Fe-B}$ đã được thiêu kết có thể thu được bằng cách mài thô, nghiền mịn, định hình và thiêu kết hợp kim gốc chứa R^1 , Fe và B, theo phương pháp thông thường. Như nêu trên, cần chú ý rằng R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và

Sc, đặc biệt là một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm được chọn từ Y, Sc, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb và Lu có thể được kể đến.

Theo sáng chế, các thân nam châm R^1 -Fe-B đã được thiêu kết được tạo ra với hình dạng định trước bằng cách nghiền nếu cần, bề mặt của chúng được phủ bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất trong số oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 , và sau đó được xử lý nhiệt để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ (khuếch tán biên hạt) của R^2 vào các thân nam châm đã được thiêu kết, nhờ đó thu được nam châm đất hiếm.

Như nêu trên, R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc, và tương tự với R^1 , một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm được chọn từ Y, Sc, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb và Lu có thể được lấy làm ví dụ. Ở đây, R^2 có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn một cách cụ thể ở, tốt hơn nếu ít nhất là 10% at, tốt hơn nếu ít nhất là 20% at, đáng chú ý là ít nhất 40% at Dy hoặc Tb tính theo tổng một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm. Như nêu trên, từ mục đích của sáng chế, tốt hơn là ít nhất 10% at của Dy và/hoặc Tb được bao gồm trong R^2 và tổng hàm lượng của Nd và Pr trong R^2 là thấp hơn tổng hàm lượng của Nd và Pr trong R^1 .

Theo sáng chế, việc phủ bột được tiến hành bằng cách điều chế huyền phù đặc bằng bột phân tán trong dung môi, phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc, và làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được. Ở đây, bột là không bị giới hạn ở cỡ hạt cụ thể bất kỳ, và có thể có cỡ hạt thông thường như bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm để sử dụng trong khuếch tán hấp thụ (khuếch tán biên hạt). Cụ thể, tốt hơn nếu cỡ hạt trung bình có thể tối đa là 100 μm , tốt hơn nữa nếu với tối đa 10 μm . Không có giới hạn cụ thể nào đối với giới hạn dưới của nó mặc dù ít nhất 1 nm là được ưu tiên. Cỡ hạt trung bình này có thể được xác định là cỡ hạt trung bình khối lượng D_{50} (đặc biệt là, cỡ hạt hoặc đường kính trung bình ở 50% khối lượng tích tụ), ví dụ, bằng cách sử dụng thiết bị phân tích phân bố cỡ hạt dựa vào phương pháp nhiễu xạ laser. Dung môi, trong đó bột cần được phân tán có thể là nước hoặc dung môi hữu cơ. Để làm dung môi hữu cơ, không có một giới hạn cụ thể nào, và etanol, axeton, metanol, và isopropanol có thể được lấy làm ví dụ. Trong số chúng, etanol được sử dụng một cách thích hợp.

Không có giới hạn cụ thể nào đối với lượng bột được phân tán trong huyền phù đặc. Tuy nhiên, theo sáng chế, tốt hơn là tạo ra huyền phù đặc với lượng của bột được

phân tán được bố trí với lượng ít nhất 1%, đáng chú ý là ít nhất 10%, đặc biệt là ít nhất 20% khối lượng để việc phủ bột tốt và có hiệu quả. Vì lượng phân tán quá mức gây ra bất tiện như không thể phân tán đồng đều, nên giới hạn trên có thể được bố trí ở mức, tốt hơn nếu tối đa là 70%, đáng chú ý là tối đa 60%, đặc biệt là tối đa 50% khối lượng.

Để làm phương pháp phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc và làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để phủ bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, sáng chế tuân theo phương pháp sử dụng dầm cố định và các dầm di động, vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết bằng cách hệ thống dầm làm việc, và trong quá trình vận chuyển, cho các thân nam châm đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc để phủ chúng bằng huyền phù đặc, và làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được. Cụ thể, việc vận hành phủ bột này có thể được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị phủ được minh họa trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.9.

Cụ thể, các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4 là các hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị phủ theo một phương án theo sáng chế để phủ một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm và sự vận hành của nó. Thiết bị phủ này phủ các thân nam châm đã được thiêu kết m1 đến m8 (có thể dưới đây chúng được gọi chung hoặc riêng bằng ký hiệu chỉ dẫn “m”) bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm bằng cách vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết m bằng cách vận chuyển thiết bị dưới dạng hệ thống dầm làm việc được bố trí dầm cố định 2 và các dầm di động 3, cho các thân nam châm đã được thiêu kết m đi qua huyền phù đặc 1 được chứa trong bể phủ 11 để phủ chúng bằng huyền phù đặc 1, loại bỏ các giọt nhỏ huyền phù đặc còn sót lại trong vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41, và sau đó làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được m trong vùng làm khô 42 để loại bỏ dung môi ra khỏi huyền phù đặc 1.

Bể phủ 11 có kích thước để chứa huyền phù đặc 1 nhiều như móng muốn. Bể phủ 11 này có thể được bố trí, nhưng không bị giới hạn một cách cụ thể, ngoài ra bằng cơ cấu tuần hoàn huyền phù đặc, sử dụng cách bố trí đường ống dẫn và bơm thích hợp để luân chuyển và khuấy huyền phù đặc.

Như được minh họa trên các hình vẽ FIG. 5 đến Fig. 7, dầm cố định 2 được tạo ra cặp đường vận chuyển 21 được bố trí cạnh nhau theo phương nằm ngang. Để làm đường vận chuyển 21 này, đĩa mỏng thon dài được bố trí và được cố định theo phương nằm ngang với độ rộng của chúng kéo dài theo hướng lên và xuống. Trong và dọc theo

các phần gờ trên của đường vận chuyển 21 tương ứng, dầm có khía 22 hình chữ U hình vuông được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau. Các dầm có khía 22 này được tạo ra theo các cặp ở các vị trí tương ứng các bên của đường vận chuyển 21 tương ứng, và các bộ phận giữ thân nam châm 22 được tạo ra bởi dầm có khía tương ứng 22 được ghép cặp của đường vận chuyển 21 tương ứng, nhờ đó các thân nam châm đã được thiêu kết m được giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 với các thân nam châm đã được thiêu kết m kéo dài trên đường vận chuyển tương ứng 21. Cần chú ý rằng các bộ phận giữ thân nam châm được tạo ra bởi dầm có khía 22 được ghép cặp tương ứng, cũng được thể bằng số chỉ dẫn 22 theo phương án này. Như nêu trên, trong thiết bị theo phương án này, các bộ phận giữ thân nam châm hình chữ U vuông 22 được bố trí ở các khoảng cách bằng nhau trong các phần gờ trên của đường vận chuyển 21 được ghép cặp làm dầm cố định 2.

Ở đây, mặc dù không đặc biệt là được minh họa trên các hình vẽ, tốt hơn là, để tạo ra các phần nhô trên mỗi bộ phận giữ thân nam châm 22 được ghép cặp sao cho thân nam châm đã được thiêu kết m được đặt và giữ trên các phần nhô. Các phần nhô có thể ngăn không cho dầm cố định 2 và các thân nam châm đã được thiêu kết m tiếp xúc với nhau ở các bề mặt của chúng và có thể khiến cho diện tích tiếp xúc giữa chúng nhỏ hơn, sao cho việc phủ huyền phù đặc đồng đều hơn có thể được tiến hành. Mặc dù không bị giới hạn một cách cụ thể, như được minh họa trên Fig.8, cơ cấu chặn dọc dạng tám 23 được bẻ cong theo hình chữ L có thể được gắn vào các thành bên ngoài của đường vận chuyển tương ứng 21 ở các vị trí tương ứng với các bộ phận giữ thân nam châm 22 tương ứng, và các thân nam châm đã được thiêu kết m có thể được giữ bất động ở các đầu đối diện của chúng bằng các phần đầu tự do của cơ cấu chặn 23 để ngăn không cho các thân nam châm đã được thiêu kết m không bị di chuyển theo phương nằm ngang vuông góc với phương vận chuyển.

Kích thước của mỗi bộ phận giữ thân nam châm 22 có thể được bố trí một cách phù hợp theo kích thước của mỗi thân nam châm đã được thiêu kết m sao cho sự gắn vào và tháo thân nam châm đã được thiêu kết m có thể được thực hiện một cách dễ dàng mà không kèm theo khiếm khuyết. Ví dụ, tốt hơn là bề rộng của mỗi bộ phận giữ thân nam châm 22 có thể được bố trí lớn hơn ít nhất 2 mm so với bề rộng của thân nam châm đã được thiêu kết m, và chiều cao của bộ phận giữ thân nam châm 22 có thể được bố trí tốt hơn nếu ít nhất là 1%, đáng chú ý là ít nhất 10%, đặc biệt là lớn hơn ít nhất

20% độ dày của thân nam châm đã được thiêu kết m. Hơn nữa, khoảng cách giữa mỗi được ghép cặp dầm có khía 22 tạo nên các bộ phận giữ thân nam châm 22, nói cách khác, tốt hơn là khoảng cách giữa đường vận chuyển tương ứng 21 có thể được bố trí ở mức 20% hoặc nhiều hơn, đáng chú ý là nằm trong khoảng từ 50% đến 80% độ dài của thân nam châm đã được thiêu kết m. Nếu đường vận chuyển tương ứng 21 được bố trí bên trong mỗi gậy chống được xếp thành cặp 31 của các dầm di động 3 được mô tả dưới đây, tốt hơn là đường vận chuyển tương ứng 21 có thể được bố trí sao cho phần bên trong của thân nam châm đã được thiêu kết m được đỡ bởi đường vận chuyển tương ứng 21, phần bên trong nằm sâu hơn các vị trí cách thân nam châm đã được thiêu kết m 10% kích thước độ dài kể từ các đầu đối diện của thân nam châm đã được thiêu kết m (ví dụ, các vị trí cách 10 mm kể từ các đầu đối diện của thân nam châm đã được thiêu kết m nếu độ dài của thân nam châm đã được thiêu kết m là 100 mm). Nếu các vị trí của đường vận chuyển tương ứng 21 là nông hơn so với các vị trí nêu trên, các vị trí nơi thân nam châm đã được thiêu kết m được đỡ bởi các dầm di động 3 là quá gần với các đầu đối diện của thân nam châm đã được thiêu kết m, dẫn đến nguy cơ rơi thân nam châm đã được thiêu kết m trong khi vận chuyển nó cao hơn.

Như được minh họa trên các hình vẽ từ FIG. 1 đến Fig. 4, dầm cố định 2 được bố trí theo phương nằm ngang, và lần lượt kéo dài qua huyền phù đặc 1 bên trong bể phủ 11, vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 được mô tả dưới đây và vùng làm khô 42 được mô tả dưới đây. Ở đây, một phần của dầm cố định 2, phần được bố trí trong bể phủ 11, được tạo ra dưới dạng phần tử riêng biệt tách ra từ phần còn lại này, và được bố trí trong bể phủ 11 theo phương nằm ngang dọc theo cùng một đường như phần còn lại, và các bộ phận giữ thân nam châm 22 được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau mà không bị gián đoạn qua bể phủ 11. Hơn nữa, dầm cố định 2 trong bể phủ 11 được nhúng trong huyền phù đặc chứa trong bể phủ 11.

Như được minh họa trên các hình vẽ FIG. 5 đến Fig. 7, các dầm di động 3 được tạo ra các cặp gậy chống 31 mà mỗi cặp này được bố trí ở phần đầu tự do (phần đầu dưới) của chúng với phần đỡ thân nam châm 32 bị uốn cong có hình dạng lưỡi câu. Các gậy chống 31 được xếp thành cặp này được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau tương ứng với các bộ phận giữ thân nam châm 22 của dầm cố định 2 dọc theo và trên dầm cố định 2. Như được minh họa trên các hình vẽ FIG. 6 và Fig. 7, các dầm di động 3 có kết cấu sao cho mỗi thân nam châm đã được thiêu kết m được đỡ bởi các bộ

phận đỡ thân nam châm 32 của mỗi gậy chống được xếp thành cặp 31. Khoảng cách giữa mỗi gậy chống được xếp thành cặp 31 được bố trí sao cho thân nam châm đã được thiêu kết m có thể được đỡ ổn định giữa các bộ phận đỡ thân nam châm 32 tương ứng và các bộ phận đỡ thân nam châm 32 tương ứng có thể đi lên và xuống ở phía bên trong hoặc bên ngoài (theo phương án này là bên trong) của đường vận chuyển 21 tương ứng của dầm cố định 2.

Các dầm di động 3 có kết cấu để di chuyển lên và xuống và ngược và xuôi bằng cơ cấu dẫn động không được thể hiện trên hình vẽ ở trên dầm cố định 2, và theo các quá trình vận hành được mô tả dưới đây, để nâng mỗi thân nam châm đã được thiêu kết m ra khỏi các bộ phận giữ thân nam châm 22 của dầm cố định 20 và để di chuyển nó đến các bộ phận giữ thân nam châm 22 tiếp theo. Chi tiết về vận hành di chuyển này sẽ được mô tả dưới đây.

Mặc dù không bị giới hạn một cách cụ thể, các dầm di động 3 có thể được bố trí, như được minh họa trên Fig.9, với cơ cấu chặn dạng thanh 33 được uốn cong theo hình chữ L trên thành ngoài của mỗi bộ phận đỡ thân nam châm 32 được ghép cặp, một cách riêng biệt, và có thể giữ thân nam châm đã được thiêu kết m bất động ở đầu đối diện của chúng bằng các phần đầu tự do của các cơ cấu chặn 23 này để ngăn không cho thân nam châm đã được thiêu kết m không bị chuyển dịch theo phương nằm ngang vuông góc với phương vận chuyển. Nếu các cơ cấu chặn 33 này được bố trí, khoảng cách giữa mỗi gậy chống được xếp thành cặp 31 cần được bố trí đủ để cho phép các bộ phận đỡ thân nam châm 32 tương ứng đi lên và xuống ở phía bên ngoài của đường vận chuyển tương ứng 21 của dầm cố định 2.

Thiết bị phủ này có kết cấu để vận chuyển liên tục các thân nam châm đã được thiêu kết m theo các quá trình vận hành vận chuyển được mô tả dưới đây trong khi sử dụng dầm cố định 2 và các dầm di động 3. Tốc độ vận chuyển có thể được bố trí một cách phù hợp theo hình thể (kích thước, hình dạng) của các thân nam châm đã được thiêu kết m là đối tượng xử lý và khả năng xử lý cần thiết đối với thiết bị, và không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, tốt hơn là tốc độ vận chuyển có thể được bố trí ở mức nằm trong khoảng từ 200 đến 2000 mm/phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 400 đến 1200 mm/phút. Tốc độ vận chuyển thấp hơn 200 mm/phút có thể khó đạt được khả năng xử lý đầy đủ trong công nghiệp, trong khi tốc độ vận chuyển cao hơn 2000 mm/phút dễ làm cho việc làm khô là không đủ trong khi xử lý trong vùng loại bỏ các

giọt nhỏ còn sót lại và vùng làm khô mà cả hai vùng này sẽ được mô tả dưới đây, dẫn đến nhu cầu về việc tăng kích thước máy thổi khí hoặc tăng số lượng máy thổi khí để tiến hành việc làm khô tin cậy, và có thể gây ra sự bất tiện như khả năng mở rộng vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và vùng làm khô.

Nhiều đường vận chuyển, mỗi đường vận chuyển có kết cấu của dầm cố định 2 và dầm di động 3, có thể được bố trí cạnh nhau song song với nhau sao cho quy trình phủ bột từ khi phủ huyền phù đặc đến khi làm khô được mô tả dưới đây được tiến hành một cách đồng thời đối với các thân nam châm đã được thiêu kết m khi vận chuyển theo các hàng. Kết cấu này có thể gần như làm tăng khả năng xử lý.

Số chỉ dẫn 41 trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4 biểu thị vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại để loại bỏ các giọt nhỏ huyền phù đặc còn sót lại 1 ra khỏi các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết m, và số chỉ dẫn 42 trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4 biểu thị vùng làm khô để làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết m để loại bỏ dung môi ra khỏi huyền phù đặc đã được phủ 1 sao cho lớp phủ bột của hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm được tạo ra. Các thân nam châm đã được thiêu kết m được vận chuyển bằng dầm cố định 2 và dầm di động 3 theo hệ thống dầm làm việc lần lượt đi qua vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và vùng làm khô 42 để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và làm khô chúng.

Vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và vùng làm khô 42 được bố trí phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại (không được minh họa trên hình vẽ) và phương tiện làm khô (không được minh họa trên hình vẽ), trong mỗi vùng này, các vòi phun không khí được bố trí để thổi không khí lên các thân nam châm đã được thiêu kết m được vận chuyển xuôi chiều trong khi được mang trên các bộ phận đỡ thân nam châm 32 của các dầm di động 3 và chúng được giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 của dầm cố định 2. Sau khi không khí được thổi từ các vòi phun của phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại lên thân nam châm đã được thiêu kết m khi vận chuyển để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại, thì không khí ấm/nóng được thổi từ các vòi phun của phương tiện làm khô để tiến hành việc làm khô.

Ở đây, nhiệt độ của không khí ấm/nóng từ phương tiện làm khô là không bị giới hạn một cách cụ thể, và có thể được điều chỉnh nếu thích hợp trong khoảng từ $\pm 50^{\circ}\text{C}$ so với nhiệt độ sôi (T_B) của dung môi, mà tạo nên huyền phù đặc 1, theo thời gian làm khô (tốc độ vận chuyển và độ dài của vùng làm khô), kích thước và hình dạng của thân

nam châm đã được thiêu kết, và nồng độ và trọng lượng lớp phủ huyền phù đặc. Nếu nước được sử dụng làm dung môi dùng cho huyền phù đặc, ví dụ, nhiệt độ của không khí ẩm/nóng có thể được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 40°C đến 150°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 60°C đến 100°C. Khi không khí được thổi bằng phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại, thì không khí ẩm/nóng tương tự cũng có thể được sử dụng để thúc đẩy việc làm khô nếu cần.

Hơn nữa, tốc độ dòng của không khí hoặc không khí ẩm/nóng được thổi từ các vòi phun của phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại hoặc phương tiện làm khô được điều chỉnh nếu thích hợp theo tốc độ vận chuyển của các thân nam châm đã được thiêu kết m, độ dài của vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và vùng làm khô 42, kích thước và hình dạng của thân nam châm đã được thiêu kết m, và nồng độ và trọng lượng lớp phủ huyền phù đặc, và không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, tốt hơn là nói chung nó có thể được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 300 đến 2500 L/phút, đáng chú ý là nằm trong khoảng từ 500 đến 1800 L/phút.

Vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại (phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại) 41 không nhất thiết là một yếu tố cần thiết, và có thể được bỏ qua tùy thuộc vào các hoàn cảnh. Việc loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại có thể được tiến hành đồng thời với việc làm khô trong vùng làm khô 42 (phương tiện làm khô). Tuy nhiên, việc phủ không đều bột thường xảy ra nếu việc làm khô được tiến hành với các giọt nhỏ còn sót lại vẫn còn trên các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết m. Do đó, tốt hơn là tiến hành việc làm khô sau khi các giọt nhỏ còn sót lại được loại bỏ hoàn toàn trong vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 (phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại).

Số chỉ dẫn 43 trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4 là để biểu thị buồng bao quanh vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và vùng làm khô 42. Tốt hơn nếu bố trí phương tiện thu gom bụi (không được minh họa trên hình vẽ) để thu hồi bột của hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm, được loại ra khỏi bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết m trong khi loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và làm khô, bằng cách bao quanh vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và vùng làm khô 42 bằng buồng 43 và hút không khí bên trong buồng 43 này và thu hồi bụi thông qua bộ thu gom bụi không được minh họa trên hình vẽ. Nhờ việc bố trí phương tiện thu gom bụi, nên lớp phủ bột của hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm có thể được tiến hành mà không làm lãng phí hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm có nguyên tố hoặc các nguyên tố đất hiếm có giá trị có

mặt. Hơn nữa, việc bố trí phương tiện thu gom bụi có thể rút ngắn thời gian làm khô, và cũng có thể ngăn ngừa không khí ẩm/nóng không bị thổi vào thiết bị phủ huyền phù đặc tạo bởi bể phủ 11, đường ống dẫn, và bơm nhiều nhất có thể, nhờ đó làm bay hơi dung môi trong huyền phù đặc bằng không khí ẩm/nóng có thể tránh được một cách có hiệu quả. Bộ thu gom bụi (không được minh họa trên hình vẽ) có thể là loại ướt hoặc loại khô. Để đảm bảo đạt được các tác dụng có lợi nêu trên, tốt hơn là chọn bộ thu gom bụi có khả năng hút lớn hơn tốc độ thổi của không khí từ các vòi phun của phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và phương tiện làm khô 42.

Các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4 mô tả các quá trình vận hành khi phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết m bằng bột (bột của hợp chất hoặc các hợp chất đất hiếm), chứa một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được chọn từ các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 : một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc), bằng cách sử dụng thiết bị phủ.

Trước hết, huyền phù đặc 1, trong đó bột được phân tán trong dung môi được đặt trong bể phủ 11, và bằng cách khuấy huyền phù đặc 1 bằng cơ cấu tuần hoàn nêu trên. nếu cần, huyền phù đặc 1 ở trạng thái mà bột được phân tán một cách đồng đều trong huyền phù đặc 1. Ở đây, nhiệt độ của huyền phù đặc có thể được bố trí, nhưng không bị giới hạn một cách cụ thể, nói chung ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C đến 40°C. Lượng huyền phù đặc 1 trong bể phủ 11 được bố trí một cách phù hợp theo khả năng xử lý cần thiết đối với thiết bị, và có thể được bố trí ở mức tốt hơn nếu ít nhất là 0,5 L, tốt hơn nếu ít nhất là 1 L. Lượng huyền phù đặc 1 ở mức quá nhỏ sẽ dẫn đến tốc độ dòng tuần hoàn cao quá mức, khiến cho khó có thể duy trì được trạng thái phân tán một cách đồng đều trong một số trường hợp. Tốc độ tuần hoàn của huyền phù đặc 1 được bố trí một cách phù hợp tùy theo lượng huyền phù đặc 1. Tuy nhiên, nói chung, tốc độ tuần hoàn của huyền phù đặc 1 có thể được bố trí ở mức tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 10 L/phút, đáng chú ý là nằm trong khoảng từ 4 đến 8 L/phút.

Trong các điều kiện này, các thân nam châm đã được thiêu kết m được đặt một cách liên tiếp và được cấp cho các bộ phận giữ thân nam châm 22 ở phía bên trên (phía bên trái trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4) của dầm cố định 2, và đồng thời, các dầm di động 3 được vận hành để lần lượt di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết m đến các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo 22 sao cho các thân nam châm đã được thiêu kết m được vận chuyển. Hoạt động vận chuyển này bằng dầm cố định 2 và dầm di

động 3 là như được mô tả dưới đây. Trong phần mô tả dưới đây, hoạt động vận chuyển sẽ được mô tả với các thân nam châm đã được thiêu kết m (m1 đến m8) đã được đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng 22 của dầm cố định 2.

Trước hết, lấy trạng thái trên Fig.1(A) làm trạng thái ban đầu, các dầm di động 3 riêng lẻ nằm bên trên dầm cố định 2 và nằm giữa các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng 22 ở trạng thái này (trạng thái được thể hiện trên Fig.5). Từ trạng thái này, các dầm di động 3 được hạ xuống (xem các mũi tên trên Fig.1(B)) ở trạng thái mà như được thể hiện trên Fig.1(B), các bộ phận đỡ thân nam châm 32 của các dầm di động 3 riêng lẻ nằm giữa và bên dưới các bộ phận giữ thân nam châm 22.

Như được xác định bằng các mũi tên trên Fig.1(B), các dầm di động riêng lẻ 3 được di chuyển xuôi chiều (về phía bên dưới khi nhìn theo phương vận chuyển; theo phía bên phải trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4), sao cho như được minh họa trên Fig.2(C), các bộ phận đỡ thân nam châm riêng lẻ 32 nằm ngay dưới các thân nam châm đã được thiêu kết m1 đến m8 được giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 (trạng thái được thể hiện trên Fig.6). Ở trạng thái này, các dầm di động 3 được di chuyển đi lên (xem các mũi tên trên Fig.2(C)). Kết quả là, như được minh họa trên Fig.2(D), từng thân nam châm đã được thiêu kết m1 đến m8 được đỡ và được nâng bằng các bộ phận đỡ thân nam châm tương ứng 32 của các dầm di động 3, và được đưa vào trạng thái mà chúng được giữ bằng các dầm di động 3 ở các vị trí cách dầm cố định 2 (trạng thái được thể hiện trên Fig.7) với khoảng cách định trước kể từ dưới đi lên.

Với từng thân nam châm đã được thiêu kết m1 đến m8 được nâng như nêu trên, các dầm di động 3 được di chuyển xuôi chiều như được xác định bằng các mũi tên trên Fig.2(D), và từng thân nam châm đã được thiêu kết m1 đến m8 được bố trí ngay bên trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo 22 như được minh họa trên Fig.3(E). Tại thời điểm này, thân nam châm đã được thiêu kết m1 nằm ở phía bên trên của bề phủ 11 khi nhìn theo phương vận chuyển di chuyển đến vị trí trên bề phủ 11, thân nam châm đã được thiêu kết m3 được nhúng trong huyền phù đặc 1 trong bề phủ 11 được kéo ra khỏi huyền phù đặc 1 và di chuyển về phía bên dưới của bề phủ 11 khi nhìn theo phương vận chuyển, thân nam châm đã được thiêu kết m4 ở trạng thái được kéo ra khỏi huyền phù đặc 1 di chuyển đến vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41, thân nam châm đã được thiêu kết m6 mà trên đó việc loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại được tiến hành trong vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 di chuyển đến vùng làm khô 42, và thân nam

châm đã được thiêu kết m8 mà ở đó quá trình làm khô được áp dụng trong vùng làm khô 42 được lấy ra khỏi làm khô 42 và di chuyển về phía bên dưới khi nhìn theo phương vận chuyển.

Sau đó, như được xác định bằng các mũi tên trên Fig.3(E), các dầm di động 3 được hạ xuống, từng thân nam châm đã được thiêu kết m1 đến m8 được đặt và giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 tiếp theo như được minh họa trên Fig.3(F), và tiếp theo, các bộ phận đỡ thân nam châm riêng lẻ 32 của các dầm di động 3 được hạ xuống vị trí cách các bộ phận giữ thân nam châm 22 tương ứng một khoảng cách định trước về phía bên dưới. Kết quả là, thân nam châm đã được thiêu kết m1 được đặt và giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 được bố trí trong bể phủ 11 và được nhúng trong huyền phù đặc 1, và do đó được đưa vào trạng thái được nhúng trong huyền phù đặc 1, thân nam châm đã được thiêu kết m4 được đặt và giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 trong vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và được loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại, thân nam châm đã được thiêu kết m6 được đặt và giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 trong vùng làm khô 42 và được làm khô, và thân nam châm đã được thiêu kết m8 đã hoàn thành toàn bộ quá trình phủ và được đặt và giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 nằm hầu như xuôi chiều khi nhìn theo phương vận chuyển.

Như được xác định bằng các mũi tên trên Fig.3(F), các dầm di động 3 được di chuyển tiếp ngược chiều (về phía bên trên khi nhìn theo phương vận chuyển: về phía bên trái trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4), và như được minh họa trên Fig.4(G), các dầm di động 3 nằm giữa các bộ phận giữ thân nam châm 22. Ở trạng thái này, các dầm di động 3 được di chuyển đi lên (xem các mũi tên trên Fig.4(G)), và như được minh họa trên Fig.4(H), các dầm di động 3 được nâng đến vị trí trên dầm cố định 2 một khoảng cách định trước. Kết quả là, các bộ phận đỡ thân nam châm 32 của các dầm di động 3, được nhúng trong huyền phù đặc 1, được nhấc ra khỏi bề mặt đầu trên của bể phủ 11.

Như được xác định bằng các mũi tên trên Fig.4(H), các dầm di động 3 được di chuyển ngược chiều (về phía bên trên khi nhìn theo phương vận chuyển; ở bên trái trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4) từ trạng thái nêu trên trở lại trạng thái ban đầu được minh họa trên Fig.1(A). Đồng thời, thân nam châm đã được thiêu kết m8 mà đã hoàn thành quy trình phủ được thu gom từ các bộ phận giữ thân nam châm 22 nằm hầu như xuôi chiều khi nhìn theo phương vận chuyển, và thân nam châm đã được thiêu kết mới m9 được đặt trên và được cấp cho các bộ phận giữ thân nam châm 22 nằm hầu như

ngược dòng khi nhìn theo phương vận chuyển và bị bỏ trống vì vận chuyển xuôi chiều của thân nam châm đã được thiêu kết m1. Sau đó, các quá trình vận hành từ (A) đến (H) nêu trên được minh họa trên các hình vẽ FIG. 1 đến Fig. 4 được lặp lại để vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết m dọc theo dầm cố định 2. Trong quá trình vận chuyển, các thân nam châm đã được thiêu kết m được cho đi qua huyền phù đặc này 1 để phủ chúng bằng huyền phù đặc 1. Trong khi vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết m, các giọt nhỏ còn sót lại được loại bỏ trong vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 và các thân nam châm đã được thiêu kết thu được m được làm khô trong vùng làm khô 42, nhờ đó các thân nam châm đã được thiêu kết m được phủ bằng bột này một cách liên tiếp.

Theo sáng chế, nam châm vĩnh cửu đất hiếm thu được bằng cách xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết m, được phủ bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm và được thu gom từ các bộ phận giữ thân nam châm 22 của dầm cố định 2, để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ của R_2 , được chứa trong một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm, vào các thân nam châm đã được thiêu kết như nêu trên.

Ở đây, bằng cách lặp lại việc vận hành phủ một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm bằng thiết bị phủ nêu trên, bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm có thể được phủ nhiều lần. Kết quả là, có thể thu được lớp màng phủ dày hơn với độ đồng đều được cải thiện hơn. Để lặp lại việc vận hành phủ, các thân nam châm đã được thiêu kết có thể được cho đi qua một thiết bị phủ nhiều lần để lặp lại việc vận hành phủ. Theo một phương án lựa chọn, coi thiết bị phủ nêu trên như một môđun, ví dụ, hai đến mười môđun có thể được bố trí theo dãy tùy thuộc vào độ dày của lớp màng phủ mong muốn, và quy trình phủ bột nêu trên từ khi phủ huyền phù đặc đến khi làm khô có thể sau đó được lặp lại nhiều lần như số lượng môđun này. Theo một phương án này, để chuyển giữa các môđun với nhau, các thân nam châm đã được thiêu kết m có thể được di chuyển đến dầm cố định 2 ở môđun tiếp theo bằng cách sử dụng dầm chuyển di động hoặc robot khác. Theo một phương án lựa chọn khác, cơ cấu chuyển của hệ thống dầm làm việc, được bố trí dầm cố định 2 và các dầm di động 3, có thể được sử dụng làm phương tiện chung có kết cấu để nối dài giữa mỗi hai môđun liền kề. Bằng cách cho các thân nam châm đã được thiêu kết m đi qua môđun trong khi sử dụng dầm cố định 2 và các dầm di động 3, quy trình phủ bột có thể được lặp lại nhiều lần.

Bằng cách lặp lại quy trình phủ bột từ khi phủ huyền phù đặc đến khi làm khô nhiều lần để tiến hành việc phủ lặp lại các lớp mỏng, lớp màng phủ có độ dày mong muốn có thể được tạo ra. Việc phủ lặp lại các lớp mỏng cho phép có thể rút ngắn thời gian làm khô và do đó cải thiện hiệu quả về thời gian. Nếu việc vận hành phủ được lặp lại bằng một thiết bị phủ hoặc nếu các thân nam châm đã được thiêu kết m được chuyển giữa các dầm cố định 2 trong mỗi hai môđun liền kề, các điểm tiếp xúc của các thân nam châm đã được thiêu kết m với mỗi dầm cố định 2 và các dầm di động liên kết 3 của nó thay đổi mỗi khi chuyển. Nhờ sự kết hợp giữa tác dụng có lợi có được nhờ tránh được các thay đổi như vậy ở các điểm tiếp xúc với tác dụng có lợi có được nhờ việc phủ lặp lại các lớp mỏng, lớp màng phủ thu được được tạo ra có độ đồng đều được cải thiện hơn.

Theo phương pháp sản xuất theo sáng chế mà việc phủ bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị phủ nêu trên, nó được kết cấu để vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết m bằng hệ thống dầm làm việc nêu trên sao cho việc nhúng trong huyền phù đặc 1, loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và làm khô lần lượt được tiến hành. Do đó, từng thân nam châm đã được thiêu kết m được nhúng, loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và làm khô trong khi được giữ ổn định trên các bộ phận giữ thân nam châm 22 được cung cấp liên tục ở các khoảng cách bằng nhau trên và dọc theo dầm cố định 2. Kết quả là, quy trình nhúng có thể được tiến hành với các thân nam châm đã được thiêu kết m được kiểm soát hoàn toàn không bị di chuyển và gần như cố định thậm chí trong khi phủ chúng bằng huyền phù đặc 1 bằng cách cho chúng đi qua huyền phù đặc 1 này. Do đó, có thể hoàn toàn tránh cho các thân nam châm đã được thiêu kết m không bị tiếp xúc với nhau, ngăn ngừa xảy ra tình huống các phần chưa được phủ do sự tiếp xúc như vậy, và cũng để phủ huyền phù đặc một cách đồng đều mà không kèm theo khiếm khuyết.

Sự vận chuyển của các thân nam châm đã được thiêu kết m được thực hiện bằng cách vận hành các dầm di động 3, các dầm di động này 3 có thể được tạo ra từ vật liệu dạng lưới như lưới kim loại, và ngoài ra các dầm di động được chìm trong huyền phù đặc để nhúng các thân nam châm đã được thiêu kết có thể được giới hạn chỉ ở một số dầm trong số các dầm di động (ba dầm di động, trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.4. Do đó, lượng huyền phù đặc 1 bị đi ra khỏi bể phủ 11 do sự hoạt động vận chuyển có thể được giảm tới mức cực kỳ nhỏ, khiến cho mức độ tiêu hao lãng phí huyền phù đặc 1

có thể được ngăn ngừa ở mức cao nhất có thể và sự trục trặc cơ học của hệ thống vận chuyển do việc bám dính và lắng phủ huyền phù đặc 1 và bột có thể giảm được. Hơn nữa, ba đầm di động 3, mà chìm trong huyền phù đặc 1, không đi vào vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 cũng như không đi vào vùng làm khô 42, nhờ đó việc bám dính và lắng phủ huyền phù đặc 1 và bột có thể được ngăn ngừa một cách cực kỳ có hiệu quả.

Theo thiết bị phủ và phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm nêu trên bằng cách sử dụng thiết bị phủ, có thể thu được các tác dụng có lợi sau.

- 1) Khác với hệ thống băng chuyền như được minh họa trên Fig.10, không cần phải để tiến hành việc nhúng chìm và cho các thân nam châm đã được thiêu kết m đi vào và ra khỏi huyền phù đặc bằng cách bố trí các phần dốc nghiêng trên đường vận chuyển. Do đó, bể phủ 11 có kích thước để có khả năng cần thiết tương ứng với khả năng xử lý là đủ. Do đó, có thể thiết kế bể phủ nhỏ hơn 11 và hệ thống tuần hoàn của huyền phù đặc được tạo ra từ đường ống dẫn và bơm và có thể được cung cấp nếu cần.
- 2) Bước loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và bước làm khô là không có sự cản trở bất kỳ đối với việc thổi không khí, như băng chuyền giống như băng chuyền dạng lưới như được thể hiện trong hệ thống băng chuyền, và do đó tốc độ làm khô có thể được tăng lên. Kết quả là, vùng làm khô mà cũng bao gồm cả vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại 41 có thể được thiết kế nhỏ gọn.
- 3) Vì cả vùng bể phủ và vùng làm khô có thể được thiết kế là nhỏ vì các lý do 1) và 2) nêu trên, nên toàn bộ thiết bị có thể được thiết kế nhỏ. Khi bố trí nhiều môđun mà mỗi môđun được tạo ra từ thiết bị, việc tự do bố trí có thể được thoải mái.

Như nêu trên, sáng chế có thể tạo ra một cách có hiệu quả nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính mỹ mãn bao gồm độ kháng từ tăng có lợi bằng cách phủ đều bằng bột này lên các thân nam châm đã được thiêu kết, xử lý nhiệt để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ của một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm được đại diện bằng R^2 theo cách nêu trên.

Việc xử lý nhiệt gây ra quá trình khuếch tán hấp thụ của một hoặc nhiều nguyên tố đất hiếm được đại diện bằng R^2 nêu trên, có thể được tiến hành bằng phương pháp đã biết. Sau khi xử lý nhiệt, việc xử lý thêm đã biết có thể được áp dụng nếu cần, ví dụ, việc xử lý hóa già có thể được áp dụng trong các điều kiện thích hợp, và ngoài nam châm đất hiếm có thể được mài để có được hình dạng thực.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các khía cạnh cụ thể hơn của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào các ví dụ thực hiện sáng chế. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phạm vi của sáng chế sẽ không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Các ví dụ từ 1 đến 3

Tấm hợp kim mỏng được tạo ra bằng kỹ thuật đúc dải, đặc biệt là bằng cách cân các kim loại Nd, Al, Fe và Cu có độ tinh khiết ít nhất 99% trọng lượng, Si có độ tinh khiết 99,99% trọng lượng, và sắt-bo, đốt nóng cao tần trong môi trường argon để làm nóng chảy, và đúc hợp kim đã nóng chảy trên một trục đồng. Hợp kim này chứa 14,5%at Nd, 0,2%at Cu, 6,2%at B, 1,0%at Al, 1,0%at Si, và phần còn lại là Fe. Việc khử rạn nứt bằng hydro được tiến hành bằng cách cho hợp kim tiếp xúc với hydro có áp suất 0,11MPa ở nhiệt độ trong phòng để hút giữ hydro và sau đó gia nhiệt ở nhiệt độ 500°C để khử hydroa một phần trong khi hút chân không để tạo môi trường chân không. Hợp kim sau khi khử rạn nứt được làm lạnh và được sàng, thu được bột thô có cỡ hạt qua sàng cỡ 50.

Bột thô được nghiền mịn thành bột có cỡ hạt trung bình trọng lượng 5 μ m trong máy nghiền siêu mịn bằng khí nén sử dụng khí nitơ cao áp. Hỗn hợp bột mịn thu được được định hình thành viên ép tươi có hình dạng khối dưới áp suất khoảng 1 tấn/cm² trong khi cho phép các hạt của nó định hướng trong từ trường có lực kháng từ là 15 kOe trong môi trường khí nitơ. Viên ép tươi được đặt trong lò thiêu kết trong môi trường khí Ar, và được thiêu kết ở nhiệt độ 1.060°C trong thời gian hai giờ để thu được khối nam châm. Sau khi khối nam châm được mài bề mặt đầy đủ bằng máy cắt kim cương, khối nam châm thu được được làm sạch lần lượt bằng dung dịch kiềm, nước đã khử ion, axit nitric và nước đã khử ion, sau đó là làm khô để thu được các thân nam châm có hình dạng khối 50 mm x 20 mm x 5 mm (theo hướng của tính dị hướng từ tính).

Tiếp theo, bột điprozi florua được trộn với lượng 40% khối lượng trong nước, tiếp đó là phân tán đều khắp bột điprozi florua để tạo ra huyền phù đặc. Bằng cách sử dụng thiết bị phủ được minh họa trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.7, các thân nam

châm nêu trên được phủ bằng huyền phù đặc này, và các thân nam châm thu được được làm khô để tạo ra lớp màng phủ bột điprozi florua. Các điều kiện phủ là như sau.

Các điều kiện phủ

Dung tích bể phủ 11: 1 L

Tốc độ dòng tuần hoàn của huyền phù đặc: 6 L/phút

Tốc độ vận chuyển: 700 mm/phút

Tốc độ dòng của không khí trong khi loại bỏ giọt nhỏ và làm khô: 1000 L/phút

Nhiệt độ của không khí ẩm/nóng trong khi làm khô: 80°C

Số lượng thân nam châm được thực hiện việc phủ bột: 100 thân

Huyền phù đặc tràn ra khỏi bể phủ trong khi xử lý 100 thân nam châm được thu gom. Sau khi làm khô, trọng lượng của nó được xác định. Trọng lượng xác định như vậy được ghi lại là lượng huyền phù đặc bị đi ra khỏi bể phủ. Ngoài ra, số thân nam châm có hình dạng khối, tiếp xúc với nhau ở các bề mặt của chúng sau khi phủ, cũng được xác định. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1.

Các thân nam châm có màng mỏng bột điprozi florua tạo ra trên bề mặt của chúng được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 900°C trong thời gian năm giờ trong môi trường khí Ar, nhờ đó việc xử lý hấp thụ được áp dụng. Hơn nữa, các thân nam châm thu được được xử lý hóa già ở nhiệt độ 500°C trong thời gian một giờ, và sau đó được làm nguội để thu được nam châm đất hiếm. Tất cả các nam châm này đều có các tính chất từ tính tốt.

Ví dụ so sánh

Theo cách tương tự như trong các ví dụ thực hiện sáng chế, các thân nam châm có hình dạng khối 50 mm x 20 mm x 5 mm (theo hướng của tính dị hướng từ tính) được tạo ra. Hơn nữa, điprozi florua (cỡ hạt bột trung bình: 0,2 μm) được trộn với lượng 40% khối lượng trong nước, tiếp đó là phân tán đều khắp điprozi florua để tạo ra huyền phù đặc. Huyền phù đặc này được đặt trong bể phủ của thiết bị phủ thông thường được minh họa trên Fig.10. Thiết bị phủ thông thường được sử dụng, và tốc độ vận chuyển bởi băng chuyền dạng lưới c, và các điều kiện đối với việc loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và làm khô trong vùng làm khô d được điều chỉnh để khiến cho các điều kiện phủ

này tương đương với các điều kiện phủ trong ví dụ 1, và việc phủ điprozi florua được tiến hành. Đặc điểm kỹ thuật của băng chuyên dạng lưới được sử dụng trong băng chuyên dạng lưới c là như sau.

Đặc điểm kỹ thuật của băng chuyên dạng lưới

Loại: băng chuyên

Dạng: loại xoắn có hình dạng tam giác

Bước xoắn: 8,0 mm

Khoảng cách gậy: 10,2 mm

Đường kính của gậy: 1,5 mm

Đường kính xoắn ốc: 1,2 mm

Theo cách tương tự như trong các ví dụ, lượng huyền phù đặc bị đi ra khỏi bề phủ được xác định. Ngoài ra, số thân nam châm có hình dạng khối, đi ra khỏi vùng làm khô d trong khi tiếp xúc với nhau ở các bề mặt của chúng sau khi phủ, cũng được xác định. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1. Lượng huyền phù đặc được thể hiện dưới dạng số chỉ số với lượng đi ra trong ví dụ 1 được coi là 1.

Theo cách tương tự như trong các ví dụ, các thân nam châm có màng mỏng bột điprozi florua tạo ra trên bề mặt của chúng được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 900°C trong thời gian năm giờ trong môi trường khí Ar, nhờ đó việc xử lý hấp thụ được áp dụng. Hơn nữa, các thân nam châm thu được được xử lý hóa già ở nhiệt độ 500°C trong thời gian một giờ, và sau đó được làm nguội để thu được nam châm đất hiếm.

Bảng 1

	Lượng huyền phù đặc bị đi ra khỏi bề phủ (số chỉ số với lượng đi ra trong ví dụ 1 được coi là 1)	Số thân nam châm đi ra trong khi tiếp xúc ở các bề mặt của chúng (các thân)
Ví dụ	1	0
Ví dụ so sánh	4,25	2

Như được thể hiện trong bảng 1, từ so sánh giữa lượng huyền phù đặc bị đi ra khỏi bể phủ, cần phải hiểu rằng thiết bị phủ được sử dụng trong các ví dụ và việc vận hành phủ được tiến hành trong khi vận chuyển các thân nam châm bằng hệ thống đầm làm việc này, lượng huyền phù đặc bị đi ra ngoài là nhỏ hơn nhiều, bằng khoảng 76% so với trong ví dụ so sánh sử dụng phương tiện vận chuyển là hệ thống băng chuyền dạng lưới. Cũng như được mô tả trong bảng 1, về số thân nam châm có hình dạng khối đi ra trong khi tiếp xúc với nhau ở bề mặt của chúng, là hoàn toàn không có thân nam châm có hình dạng khối nào với hệ thống đầm làm việc theo sáng chế (các ví dụ thực hiện sáng chế). Do đó, có thể khẳng định rằng việc phủ bột theo sáng chế có thể được tiến hành một cách thuận lợi.

Danh mục số chỉ dẫn

1	huyền phù đặc
11	bể phủ
2	đầm cố định
21	dàn treo vận chuyển
22	bộ phận giữ thân nam châm (khía hình chữ U vuông)
23	cơ cấu chặn
3	đầm di động
31	thanh đỡ
32	phần đỡ thân nam châm
33	cơ cấu chặn
41	vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại (phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại)
42	vùng làm khô (phương tiện làm khô)
43	buồng
m, m1 đến m9	thân nam châm đã được thiêu kết
c	băng chuyền dạng lưới
t	bể phủ trong thiết bị phủ thông thường
d	vùng làm khô trong thiết bị phủ thông thường

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) bằng huyền phù đặc, trong đó bột của một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) được phân tán trong dung môi, làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho các thân nam châm đã được thiêu kết được hấp thụ R^2 , trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

bố trí dầm cố định có các bộ phận giữ thân nam châm, được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau và các thân nam châm đã được thiêu kết đặt vào đó, sao cho một phần của dầm cố định kéo dài qua huyền phù đặc;

lập lại các hoạt động nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước, và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo, tất cả bởi các dầm di động được bố trí dọc theo dầm cố định, nhờ đó các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển liên tục dọc theo dầm cố định;

cho từng thân nam châm đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc trong quá trình vận chuyển chúng để phủ từng thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc; và tiếp theo,

làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được trong khi vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết, nhờ đó bột được liên tục lắng phủ trên các thân nam châm đã được thiêu kết.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó quá trình phủ bằng cách cho các thân nam châm đã được thiêu kết đi qua huyền phù đặc để phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc và làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được được lặp lại nhiều lần.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước làm khô được tiến hành sau khi loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại ra khỏi mỗi thân nam châm đã được thiêu kết, mà được cho đi qua huyền phù đặc này và được phủ bằng huyền phù đặc này, bằng cách phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết.
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bước làm khô được tiến hành bằng cách phun vào nam châm đất hiếm, không khí có nhiệt độ $\pm 50^{\circ}\text{C}$ so với nhiệt độ sôi (T_B) của dung môi mà tạo ra huyền phù đặc.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó việc xử lý nhiệt được áp dụng đối với mỗi thân nam châm đã được thiêu kết, mà được phủ bằng bột này, trong chân không hoặc trong khí trơ ở nhiệt độ cho đến nhiệt độ thiêu kết đối với thân nam châm đã được thiêu kết.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xử lý hóa già ở nhiệt độ thấp sau khi xử lý nhiệt.
7. Thiết bị tạo lớp phủ cho các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) bằng bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được chọn từ các oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố đất hiếm kể cả Y và Sc) khi sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc chứa bột phân tán trong dung môi, làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để phủ các bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và xử lý nhiệt các thân nam châm đã được thiêu kết thu được để khiến cho R^2 được hấp thụ trong các thân nam châm đã được thiêu kết này, trong đó thiết bị này bao gồm:
 - bể phủ chứa huyền phù đặc;
 - dầm cố định có các bộ phận giữ thân nam châm, được bố trí liên tiếp ở các khoảng cách bằng nhau và các thân nam châm đã được thiêu kết đặt vào đó, và được bố trí sao cho một phần của dầm cố định kéo dài qua huyền phù đặc chứa trong bể phủ này;

các dầm di động được bố trí dọc theo dầm cố định, và có khả năng lặp lại các hoạt động nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước, và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo; và

phương tiện làm khô để làm khô các thân nam châm đã được thiêu kết được giữ trên các bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định,

trong đó các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển liên tục dọc theo dầm cố định bằng cách lặp lại hoạt động đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng của dầm cố định, và bởi các dầm di động này, nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo, từng thân nam châm đã được thiêu kết được cho đi qua huyền phù đặc chứa trong bể phủ, trong quá trình vận chuyển chúng để phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng huyền phù đặc, và các thân nam châm đã được thiêu kết thu được được làm khô bằng phương tiện làm khô trong khi vận chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết, nhờ đó dung môi được loại ra khỏi huyền phù đặc đã được phủ để lắng phủ bột trên bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết.

8. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm 7, trong đó thiết bị này còn bao gồm phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại được bố trí giữa bể phủ và phương tiện làm khô để phun không khí vào mỗi thân nam châm đã được thiêu kết khi vận chuyển trong khi liên tục di chuyển từ một bộ phận giữ thân nam châm này đến bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo của các bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định sao cho các giọt nhỏ còn sót lại của huyền phù đặc trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết này được loại bỏ.

9. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm 7 hoặc 8, trong đó thiết bị này còn bao gồm:

buồng bao bọc vùng làm khô bằng phương tiện làm khô được bố trí tại đó; và
phương tiện thu gom bụi để hút không khí bên trong buồng này nhằm gom bụi, nhờ đó bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được loại ra khỏi bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết này được thu hồi.

10. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm 8, trong đó thiết bị này còn bao gồm:

buồng bao bọc vùng làm khô bằng phương tiện làm khô được bố trí tại đó và vùng loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại bằng phương tiện loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại được bố trí tại đó; và

phương tiện thu gom bụi để hút không khí bên trong buồng này nhằm gom bụi, nhờ đó bột của một hoặc nhiều hợp chất đất hiếm được loại ra khỏi bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết này được thu hồi.

11. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10, trong đó các môđun, mỗi môđun này bao gồm bể phủ và phương tiện làm khô, được bố trí theo dãy, và có kết cấu sao cho quy trình phủ bột từ bước phủ huyền phù đặc đến bước làm khô được lặp lại nhiều lần bằng cách cho các thân nam châm đã được thiêu kết đi qua nhiều môđun bằng phương tiện vận chuyển được tạo ra của dầm cố định và dầm di động.

12. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 11, trong đó mỗi bộ phận giữ thân nam châm bao gồm:

phần chìm được tạo ra trong dầm cố định, và

các phần nhô được tạo ra trên phần chìm sao cho một trong số các thân nam châm đã được thiêu kết được giữ trong phần chìm trong khi được đặt trên các phần nhô.

13. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 12, trong đó dầm cố định được tạo ra từ các đường vận chuyển được bố trí song song với nhau dọc theo phương vận chuyển, và

các bộ phận giữ thân nam châm được tạo ra trên các đường vận chuyển, và giữ các thân nam châm đã được thiêu kết.

14. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm 13, trong đó các dầm di động bao gồm các gậy chống được xếp thành cặp, và mỗi gậy chống được xếp thành cặp này có phần đỡ thân nam châm được uốn cong có hình dạng lưỡi câu, và

các dầm di động có kết cấu để lắp lại các hoạt động di chuyển các gậy chống này lên và xuống và di chuyển các gậy chống này ngược và xuôi dọc theo dầm cố định, nâng các thân nam châm đã được thiêu kết đặt trên các bộ phận giữ thân nam châm tương ứng của dầm cố định, di chuyển các thân nam châm đã được thiêu kết về phía trước, và đặt các thân nam châm đã được thiêu kết trên các bộ phận giữ thân nam châm tiếp theo.

15. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm 13 hoặc 14, trong đó các bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định hoặc các bộ phận đỡ thân nam châm của các dầm di động hoặc cả bộ phận giữ thân nam châm của dầm cố định lẫn bộ phận đỡ thân nam châm của các dầm di động đều được bố trí cơ cấu chặn để ngăn không cho một trong số các thân nam châm đã được thiêu kết di chuyển theo phương nằm ngang vuông góc với phương vận chuyển.

16. Thiết bị tạo lớp phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 15, trong đó các đường vận chuyển, mỗi đường có kết cấu của dầm cố định và dầm di động, được bố trí cạnh nhau song song với nhau, và có kết cấu sao cho quy trình phủ bột từ bước phủ huyền phù đặc đến bước làm khô được tiến hành đồng thời để các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển theo các hàng.

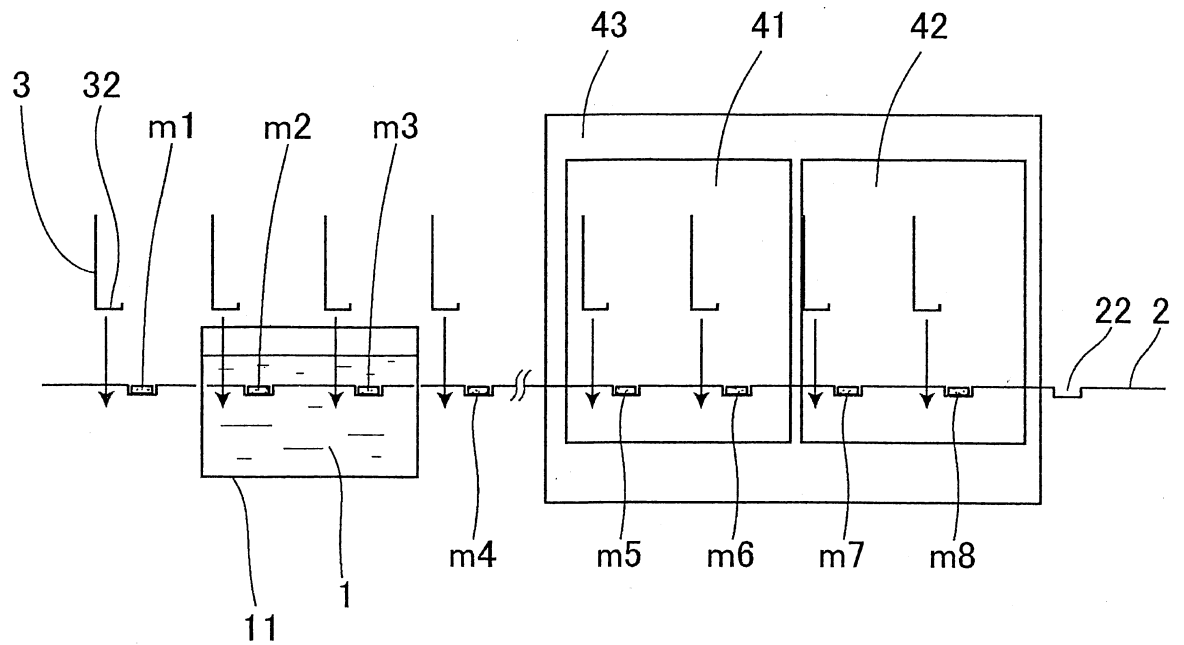
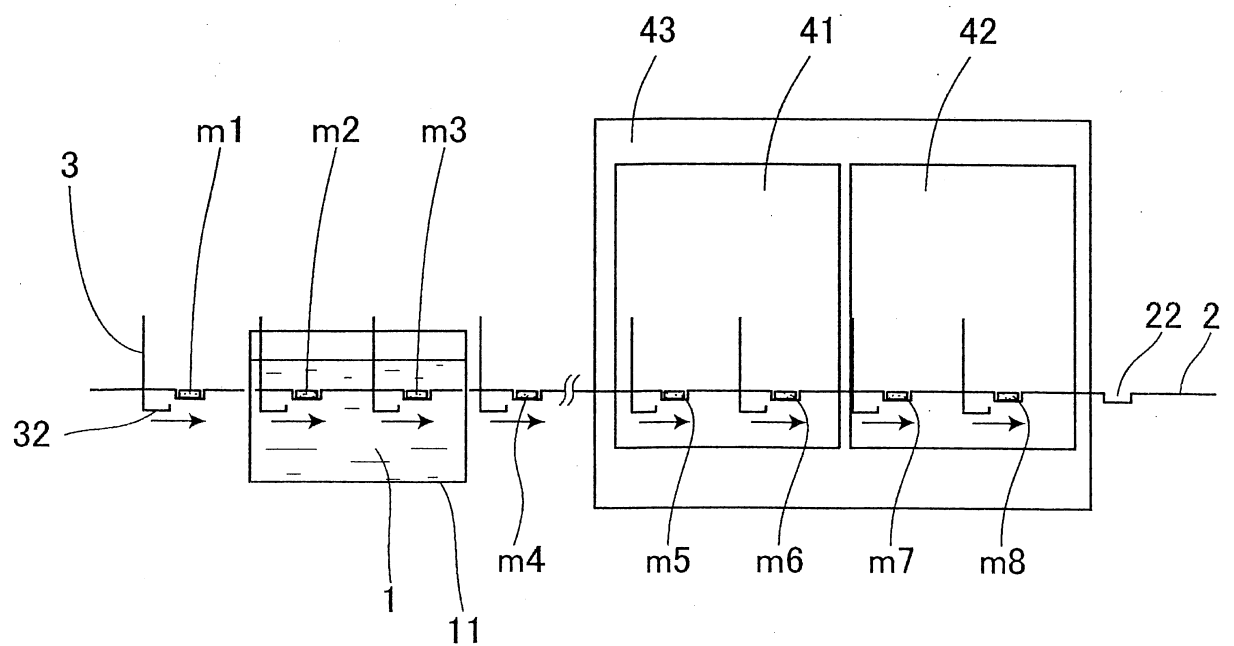
FIG.1A**FIG.1B**

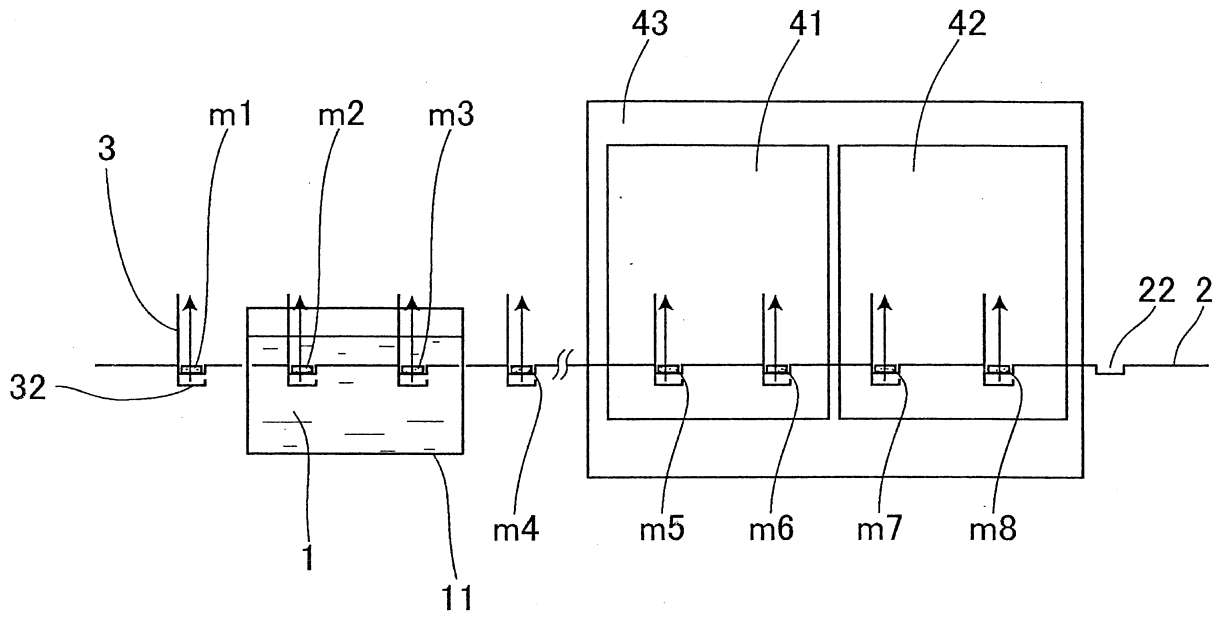
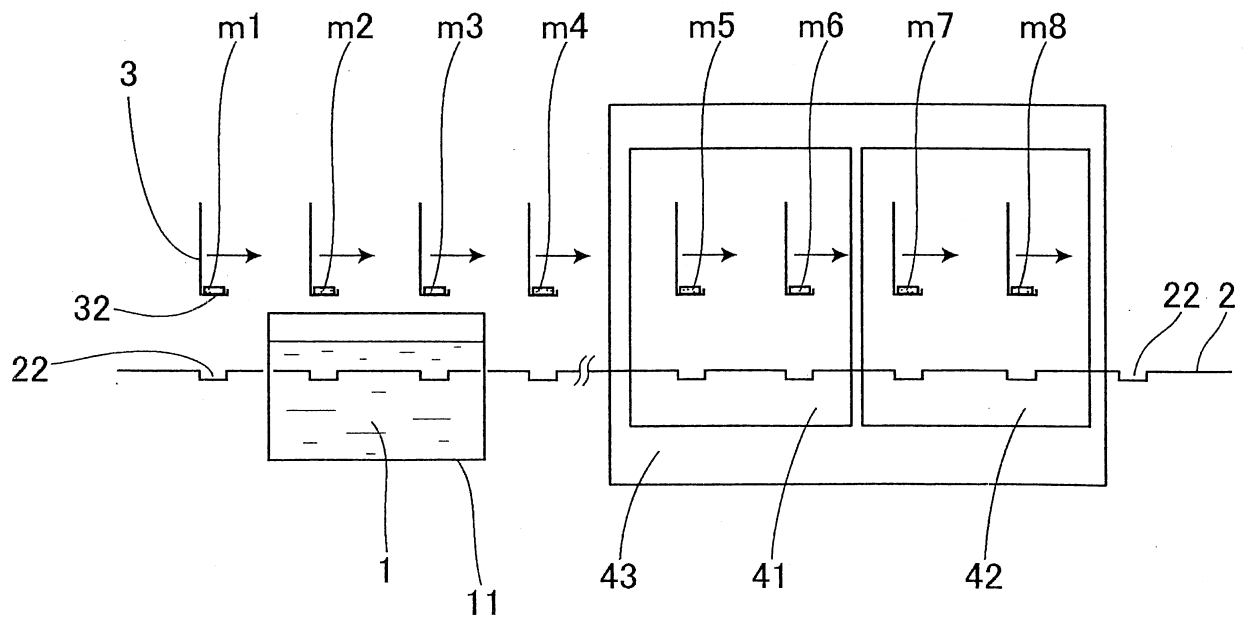
FIG.2C**FIG.2D**

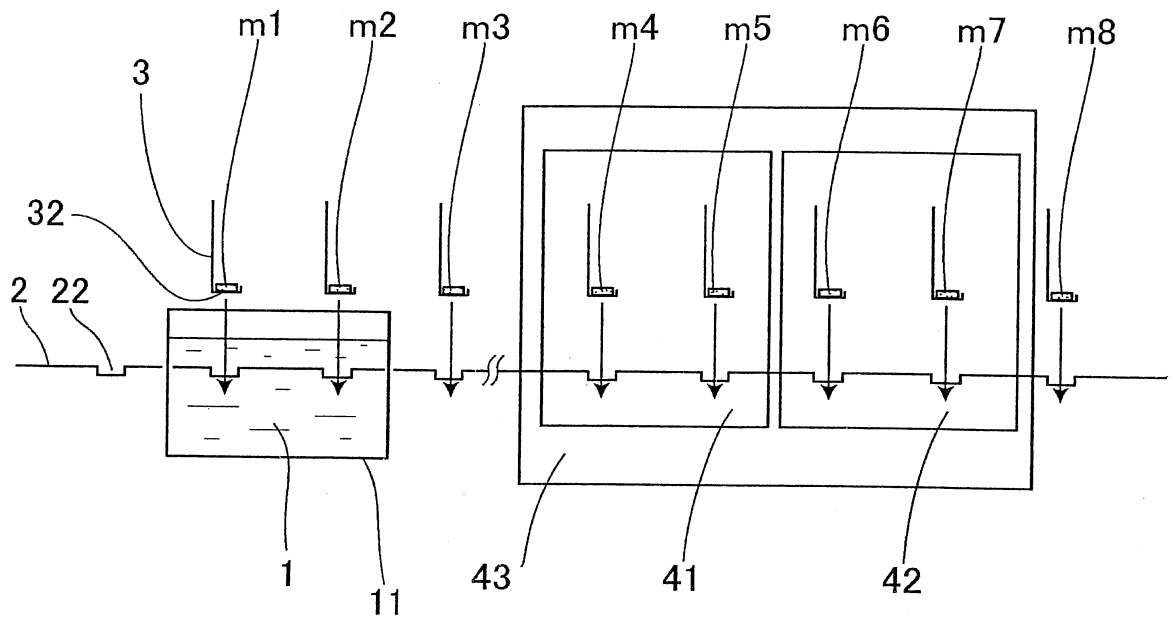
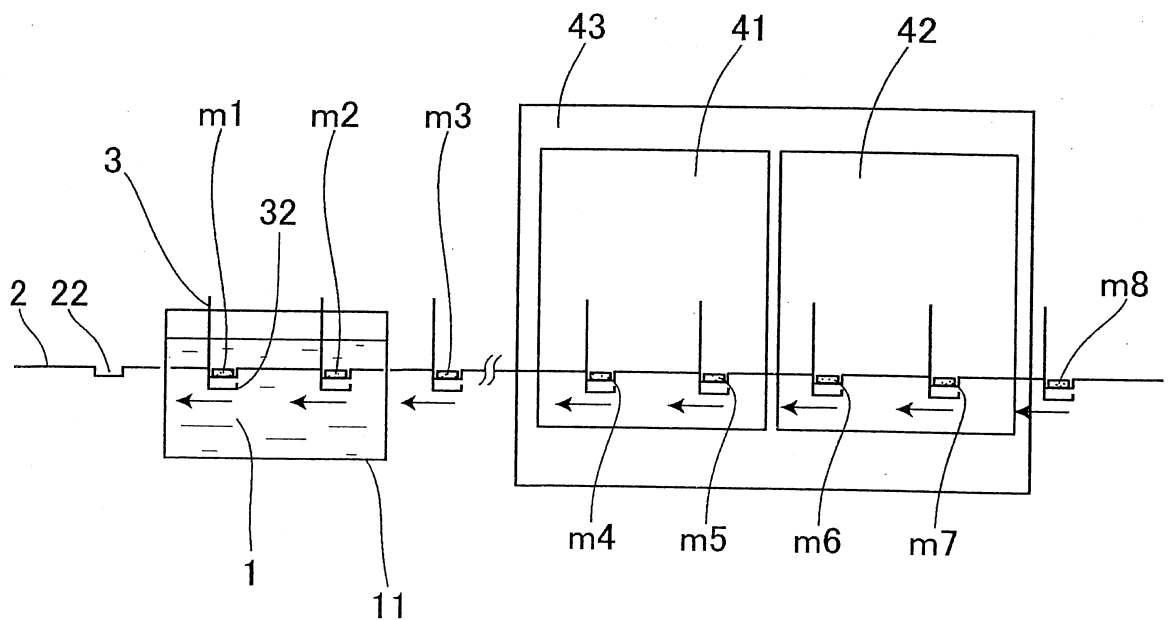
FIG.3E**FIG.3F**

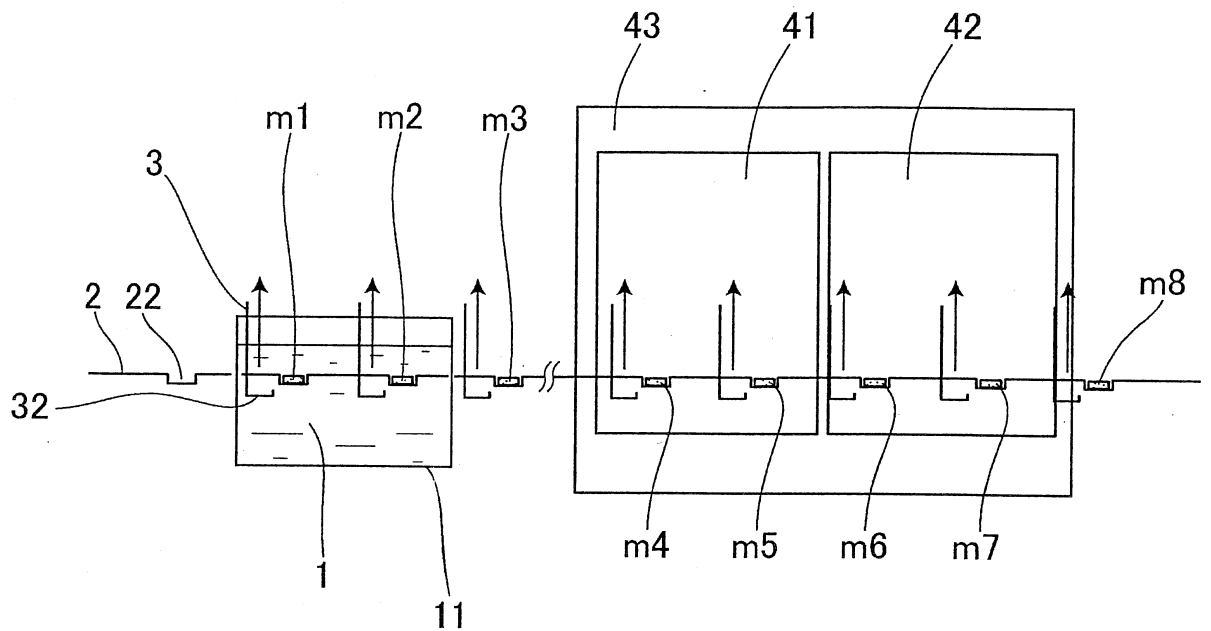
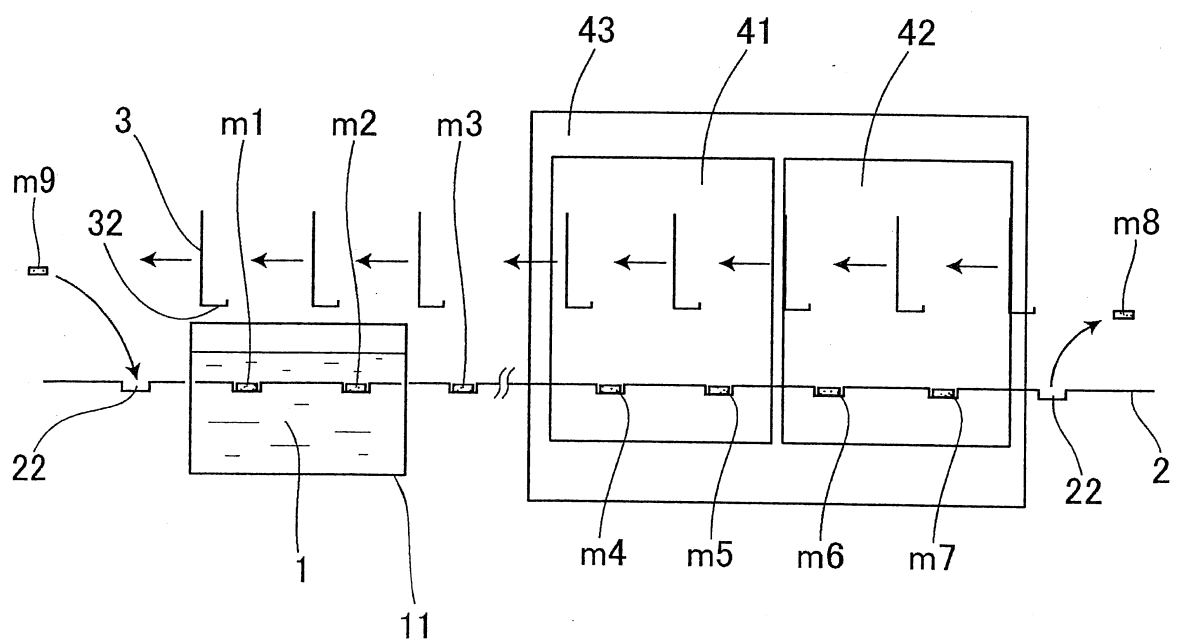
FIG.4G**FIG.4H**

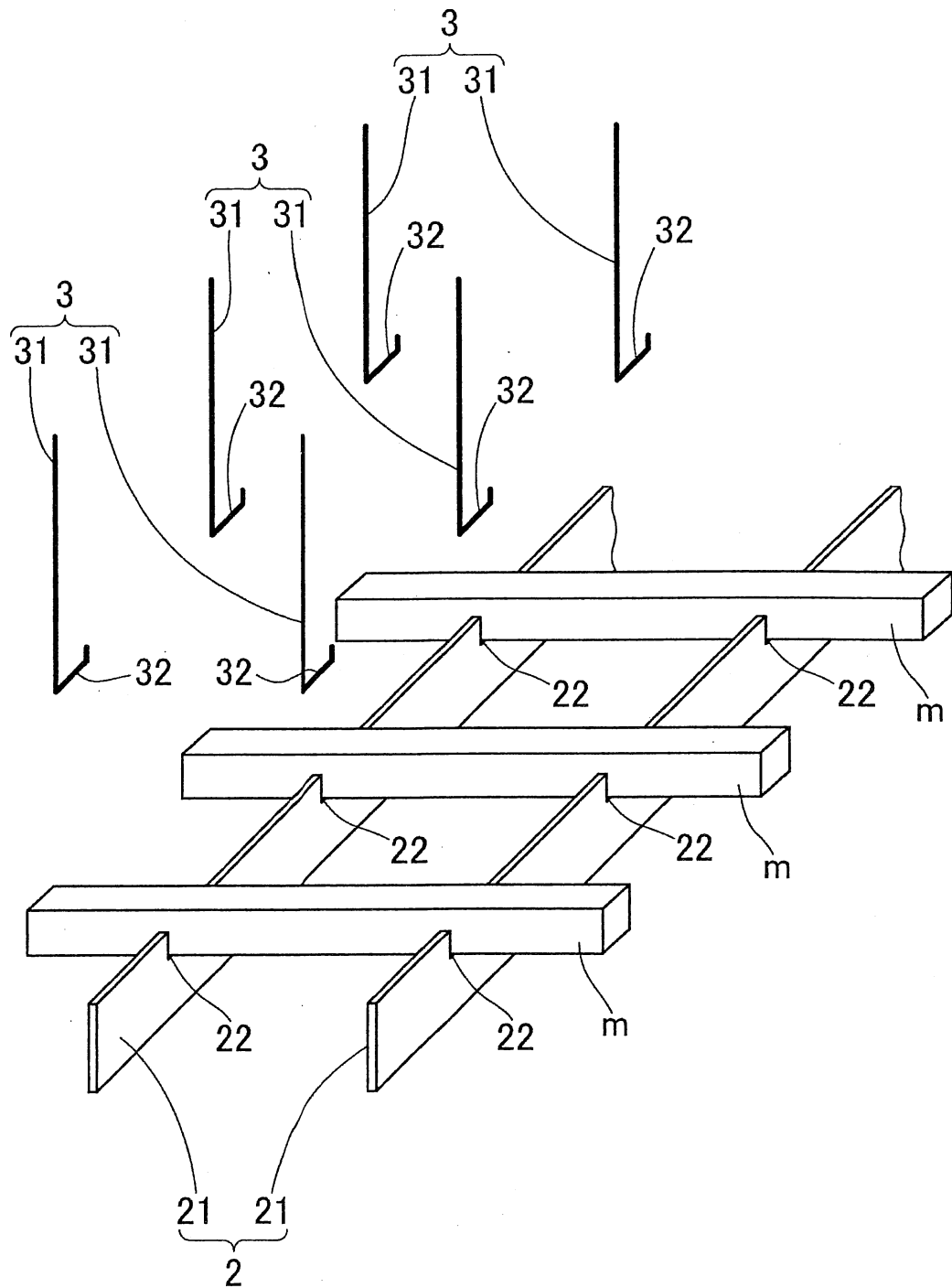
FIG.5

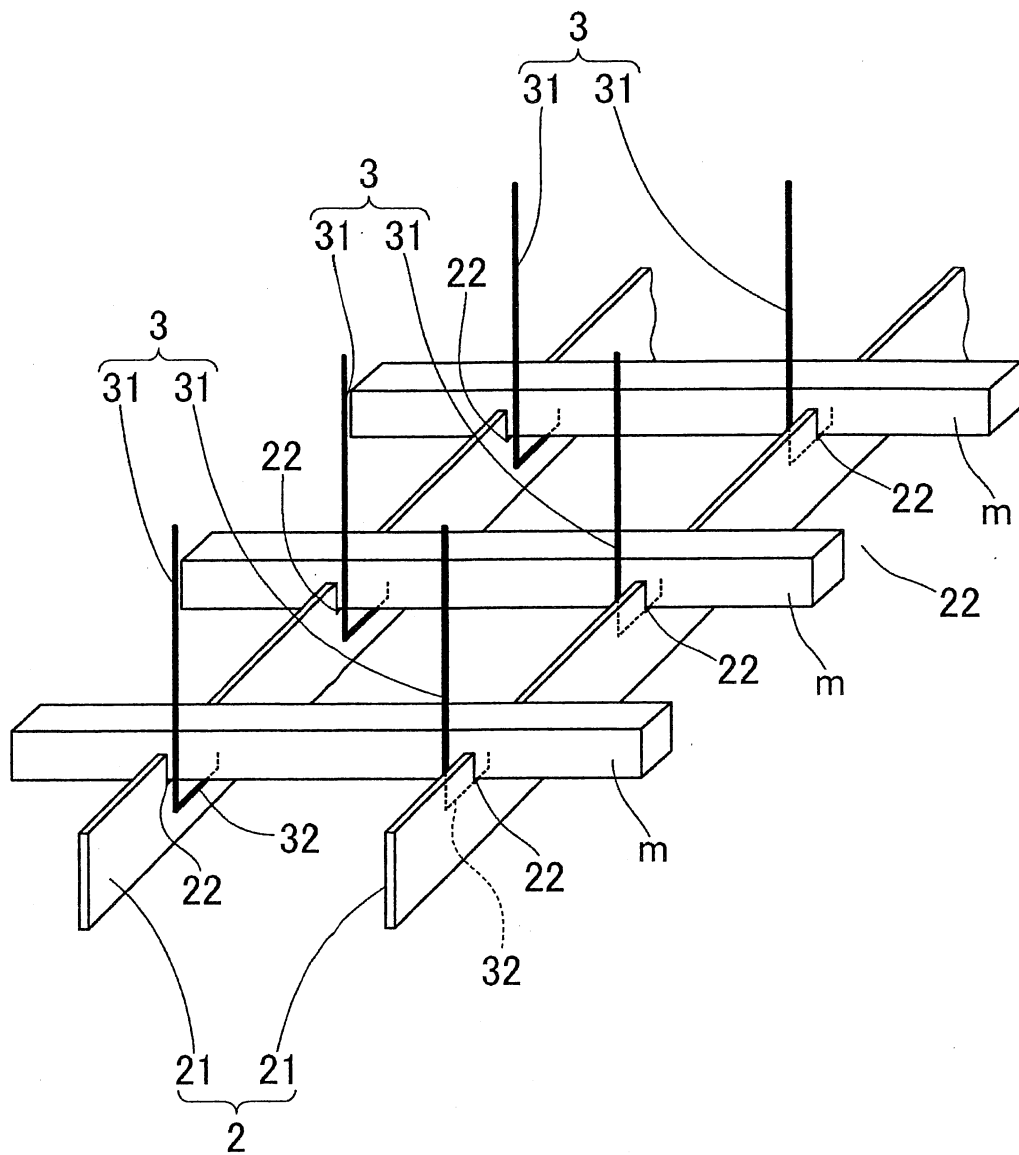
FIG.6

FIG.7

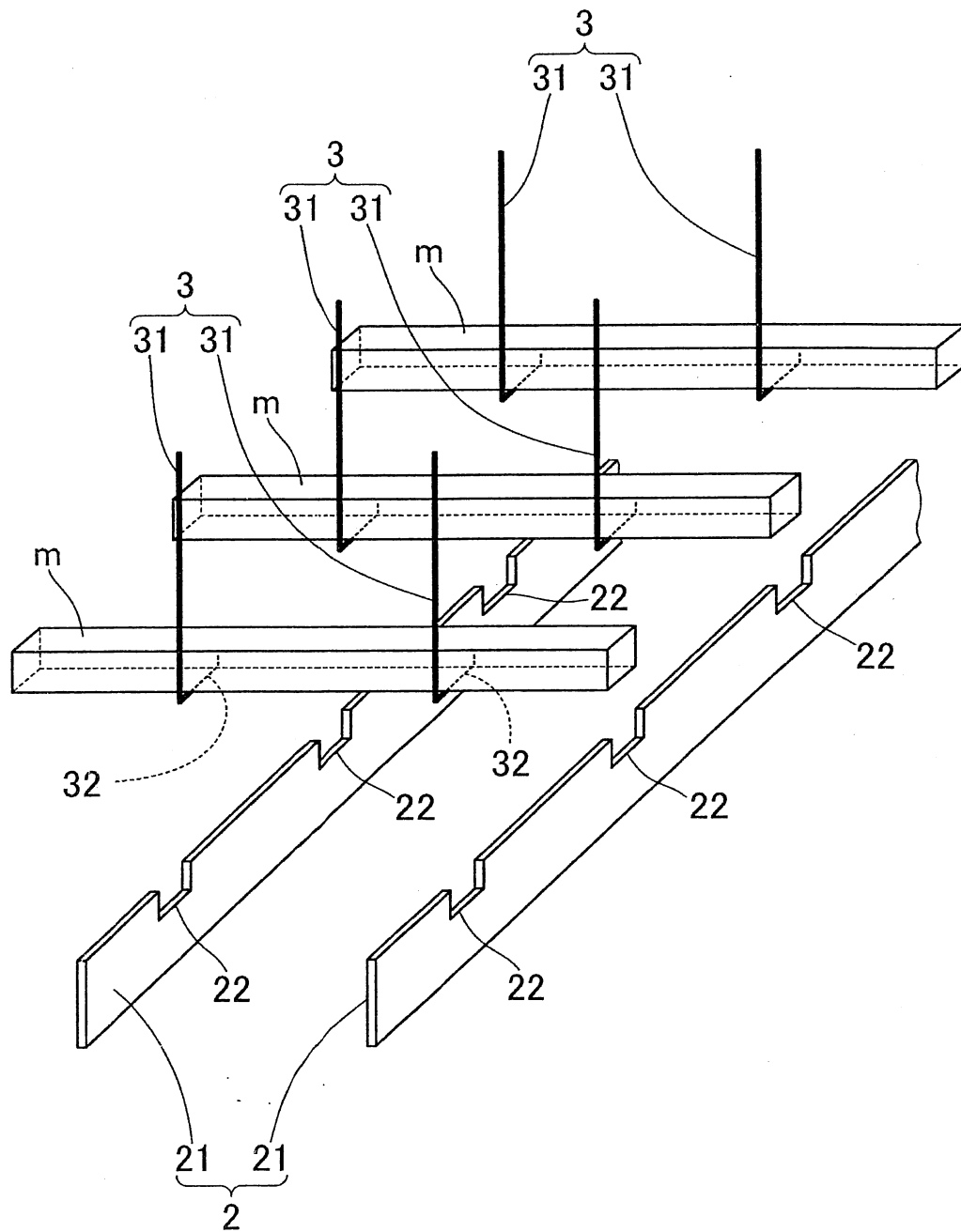


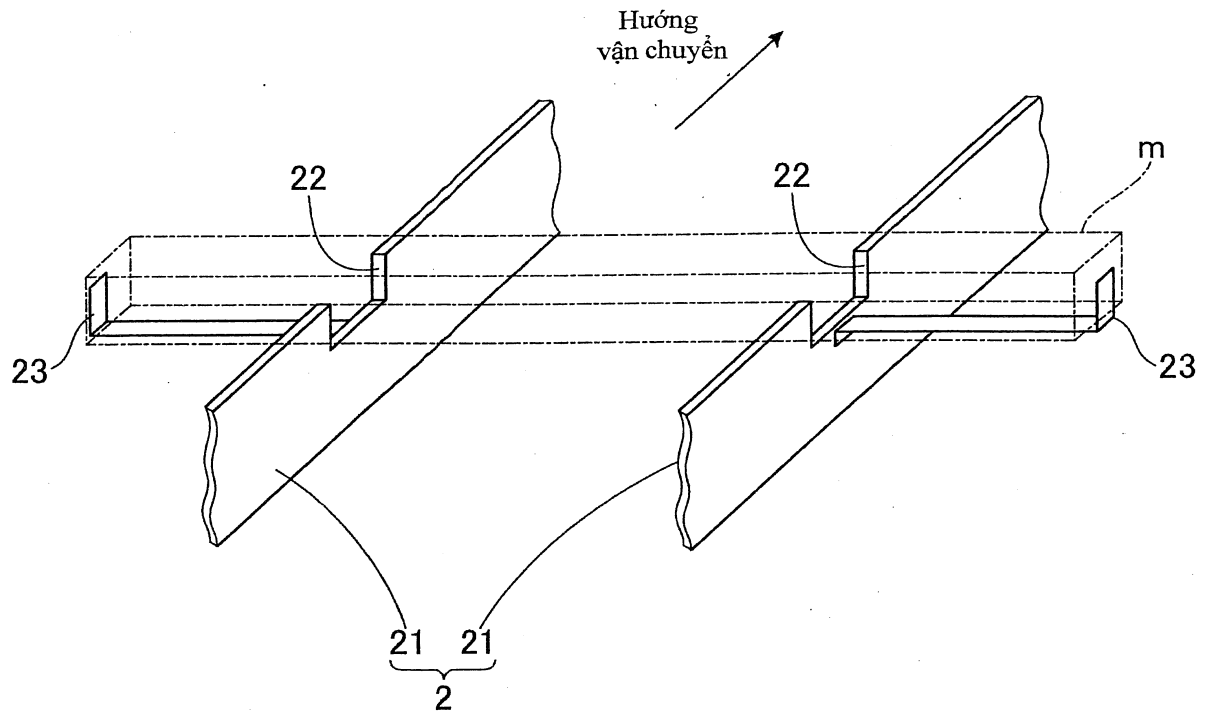
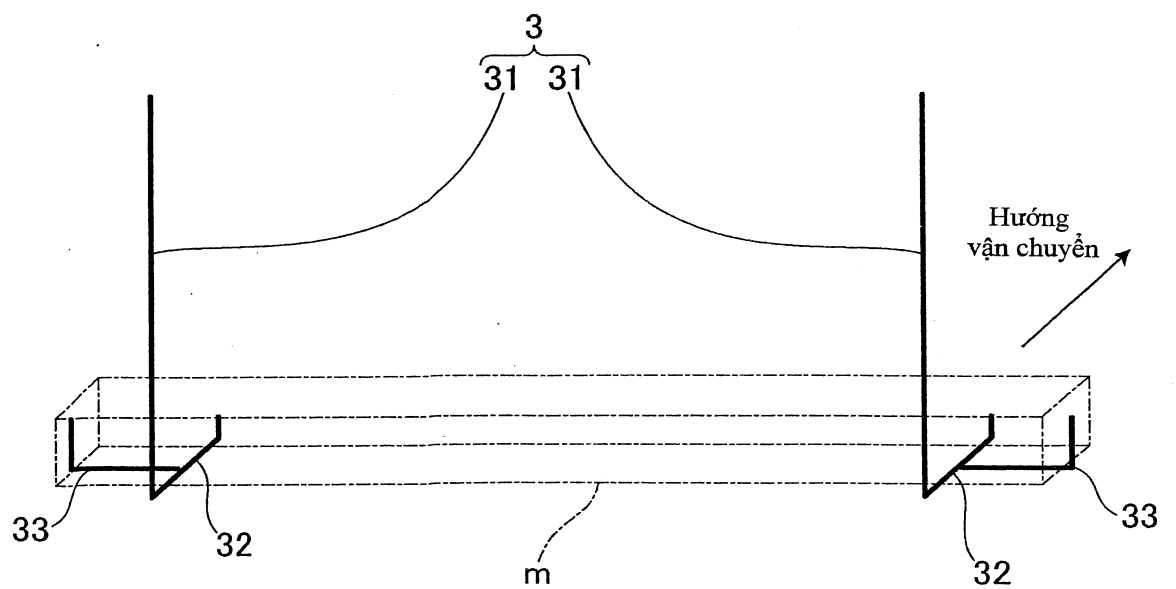
FIG.8**FIG.9**

FIG.10