



(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)



1-0026467

(51)⁸ H01F 41/02; B22F 3/24; C22C 33/02; (13) B
H01F 1/057; H01F 1/08; B05C 3/10;
C22C 38/00

(21) 1-2017-04756

(22) 18/04/2016

(86) PCT/JP2016/062202 18/04/2016

(87) WO2016/175065 03/11/2016

(30) 2015-092038 28/04/2015 JP

(45) 25/11/2020 392

(43) 26/04/2018 361A

(73) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)

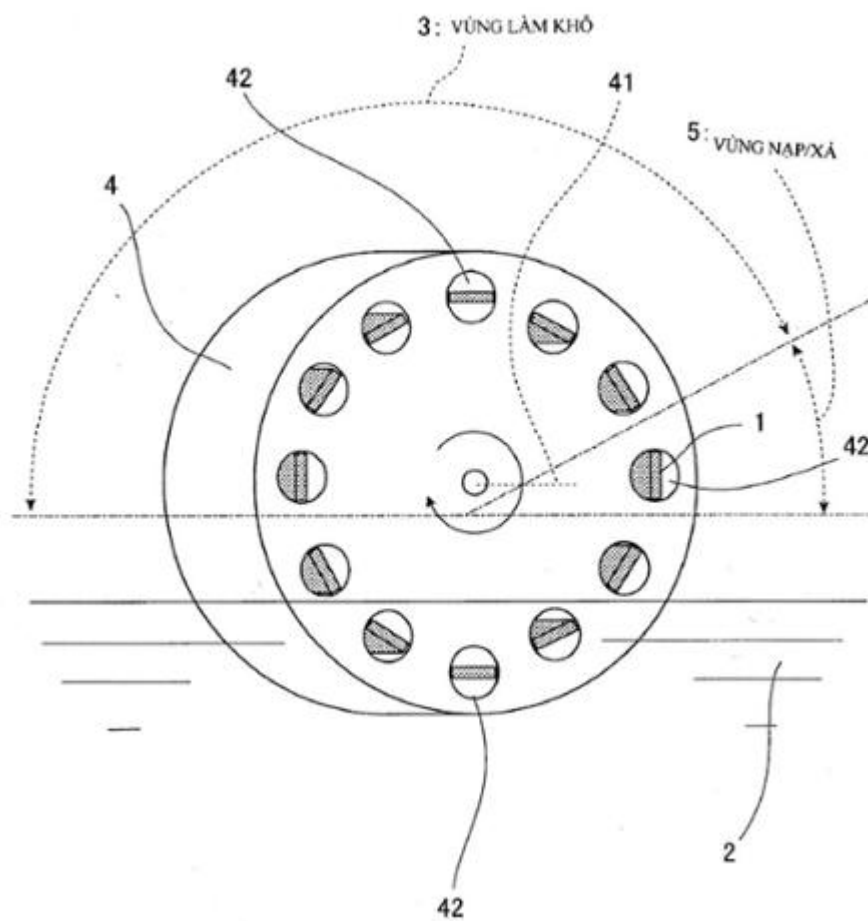
6-1, Ohtemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

(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 HIỂM VÀ THIẾT
BỊ DÙNG ĐỂ PHỦ HỢP CHẤT ĐẤT HIỂM

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm, và thiết bị phủ hợp chất đất hiếm, trong đó khi huyền phù đặc (2) chứa hợp chất đất hiếm dạng bột được phân tán trong đó được đưa lên các thân nam châm đã được thiêu kết (1) và được làm khô để phủ bột lên đó, các thân nam châm (1) này nằm và được vận chuyển trong các hốc giữ (42) của trống của băng chuyền (4) quay ở trạng thái một phần được nhúng trong huyền phù đặc (2), và, do đó, các thân nam châm (1) được nhúng trong huyền phù đặc (2), được lấy ra khỏi huyền phù đặc (2), và được làm khô để đưa bột lên các thân nam châm đã được thiêu kết (1). Theo phương pháp sản xuất này, bột có thể được phủ đều và có hiệu quả, mức độ tổn hao của hợp chất đất hiếm có thể được hạn chế một cách có hiệu quả, và cũng có thể đạt được sự giảm diện tích bề mặt của thiết bị để thực hiện bước phủ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm bằng cách phủ thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột của hợp chất đất hiếm và xử lý nhiệt để khiến cho nguyên tố đất hiếm này được hấp thụ trong thân nam châm đã được thiêu kết này, trong đó bột của hợp chất đất hiếm này được phủ một cách có hiệu quả và nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính mỹ mãn được sản xuất một cách có hiệu quả; và thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm thích hợp để sử dụng trong phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nam châm vĩnh cửu đất hiếm, kể cả nam châm trên cơ sở Nd-Fe-B có nhiều ứng dụng do chúng có tính chất từ tính mỹ mãn. Các phương pháp đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này để cải thiện hơn nữa độ kháng từ của các nam châm đất hiếm này bao gồm phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng cách phủ bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột của hợp chất đất hiếm, và xử lý nhiệt thân đã được phủ này để khiến cho nguyên tố đất hiếm được hấp thụ và được khuếch tán trong thân nam châm đã được thiêu kết (Tài liệu sáng chế 1: JP-A 2007-053351, Tài liệu sáng chế 2: WO 2006/043348). Phương pháp này là một phương pháp thành công trong việc làm tăng độ kháng từ trong khi ngăn chặn được sự giảm bất kỳ về độ từ dư.

Trong các giải pháp kỹ thuật đã biết, để phủ hợp chất đất hiếm, người ta thường sử dụng các phương pháp đưa huyền phù đặc này thu được bằng cách phân tán bột của hợp chất đất hiếm trong nước hoặc dung môi hữu cơ lên thân nam châm đã được thiêu kết bằng cách nhúng thân nam châm này trong huyền phù đặc, hoặc phun huyền phù đặc lên thân nam châm, để phủ thân nam châm này bằng huyền phù đặc, và sau đó làm khô. Trong trường hợp phủ nhúng, vì năng suất mà thường sử dụng hệ thống băng chuyền dạng lưới, trong đó các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển và được phủ một cách liên tục bằng băng chuyền dạng lưới.

Hệ thống băng chuyền dạng lưới là hệ thống băng chuyền dạng lưới bao gồm băng chuyền dạng lưới c như được thể hiện trên Fig.4. Các thân nam châm đã được thiêu kết 1 được bố trí nằm trên băng chuyền dạng lưới c trong khi chúng được đặt cách nhau với khoảng cách định trước. Các thân nam châm 1 được vận chuyển một cách liên tục, được cho đi qua bể phủ t nạp đầy huyền phù đặc 2 trong quá trình vận chuyển, nơi mà chúng được nhúng vào và được phủ bằng huyền phù đặc này, được lấy ra khỏi huyền phù đặc 2, được vận chuyển tiếp trong khi được bố trí nằm trên băng chuyền dạng lưới c, và được cho đi qua vùng làm khô 3 được trang bị bộ phận phân lớp, nơi mà chúng được làm khô, tức là dung môi trong huyền phù đặc được loại bỏ. Bằng cách này, bột của hợp chất đất hiếm được phủ.

Tuy nhiên, hệ thống băng chuyền dạng lưới thường gây ra nhiều vấn đề vì bước phủ bao gồm việc đưa vào và nhúng các thân nam châm đã được thiêu kết 1 trong huyền phù đặc 2, và lấy các thân nam châm đã được thiêu kết 1 ra khỏi huyền phù đặc 2, nên các thân nam châm đã được thiêu kết 1 di chuyển trên băng chuyền sẽ tiếp xúc với nhau, tạo ra các khuyết tật phủ trên các bề mặt việc tiếp xúc, huyền phù đặc thường lắng phủ hoặc bám vào hệ thống băng chuyền dẫn đến các lỗi cơ học, và huyền phù đặc 2 bị băng chuyền đưa đi ra bên ngoài bể phủ t, khiến cho hợp chất đất hiếm quý hiếm bị thải bỏ. Ngoài ra, còn có vấn đề ở chỗ hệ thống này thường chiếm một diện tích lớn vì các bước kể từ bước phủ huyền phù đặc cho đến bước làm khô được thực hiện trong khi các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển theo phương nằm ngang bằng băng chuyền dạng lưới.

Các tài liệu tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A 2007-053351

Tài liệu sáng chế 2: WO 2006/043348

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được sáng chế giải quyết

Nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm bao gồm bước phủ huyền phù đặc này thu được bằng

cách phân tán bột trong dung môi lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (trong đó R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm), bột này chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (trong đó R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm), làm khô huyền phù đặc này để phủ thân nam châm này bằng bột này, và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này, phương pháp này có khả năng phủ đều huyền phù đặc và có hiệu quả để phủ đều bột và có hiệu quả, trong khi ngăn chặn được một cách có hiệu quả mức độ tổn hao của hợp chất đất hiếm, và giảm được diện tích của hệ thống để thực hiện bước phủ; và giảm kích thước của thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm thích hợp để sử dụng trong phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm.

Cách thức để giải quyết vấn đề

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được xác định dưới đây trong các mục từ [1] đến [8].

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

bố trí trống của băng chuyền có các hốc giữ được bố trí vòng quanh trên chu vi của nó,

trống quay của băng chuyền trong khi một phần của trống này được nhúng trong huyền phù đặc,

đặt thân nam châm đã được thiêu kết trong một hốc giữ ở vị trí định trước của trống này trước khi đi vào huyền phù đặc, sao cho thân nam châm đã được thiêu kết này được giữ trong hốc giữ, thân nam châm đã được thiêu kết này được vận chuyển dọc theo đường quay của trống của băng chuyền, được nhúng trong huyền phù đặc, sau đó

được lấy ra khỏi huyền phù đặc này, và được vận chuyển tiếp, nhờ đó huyền phù đặc này được làm khô và thân nam châm đã được thiêu kết được phủ bằng bột này,

thu hồi thân nam châm đã được thiêu kết từ hốc ở vị trí định trước sau khi xử lý làm khô và trước khi lại đi vào huyền phù đặc, và

cho thân nam châm đã được thiêu kết xử lý nhiệt sau đó.

[2] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục [1] nêu trên, trong đó hốc giữ là hốc có hình dạng khoan tròn kéo dài theo trục khắp trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ được đặt vào hốc từ bề mặt của một phía của trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết đã được phủ, mà nằm trong hốc này, được thay bằng thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ cho bề mặt phía còn lại của trống của băng chuyền, để nhờ đó thu hồi thân đã được phủ của nam châm thiêu kết từ hốc này nhờ đó việc cung cấp và thu hồi các thân nam châm đã được thiêu kết được thực hiện một cách đồng thời.

[3] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục [2] nêu trên, trong đó các trống của băng chuyền được bố trí cạnh nhau với các bề mặt bên của chúng đối diện gần nhau, quy trình phủ bột này được tiến hành trên mỗi trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết này được đặt vào hốc giữ trong một trống, và đồng thời, thân nam châm đã được thiêu kết nằm trong hốc này, được di chuyển vào hốc trong trống khác và nằm trong đó nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

[4] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] nêu trên, trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được cấp vào hốc giữ được thu hồi sau khi trống của băng chuyền được quay nhiều vòng, nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

[5] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4] nêu trên, trong đó trống của băng chuyền có thân chính bao gồm khung và tấm lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ.

[6] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5] nêu trên, trong đó bước làm khô thân nam châm đã được thiêu kết mà được lấy ra khỏi huyền phù đặc và được vận chuyển còn bao gồm việc thổi không khí vào.

[7] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục [6] nêu trên, trong đó bước làm khô bao gồm việc phun không khí ở nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ sôi (T_B) của dung môi trong huyền phù đặc $\pm 50^\circ\text{C}$ vào thân nam châm đã được thiêu kết.

[8] Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm như được nêu ở mục [6] hoặc [7] nêu trên, trong đó bước làm khô bao gồm việc phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết mà được lấy ra khỏi huyền phù đặc, để nhờ đó loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại bất kỳ, và sau đó phun không khí nóng vào.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế cũng đề xuất thiết bị phủ huyền phù đặc như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [9] đến [14] dưới đây.

[9] Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm khi nam châm vĩnh cửu đất hiếm được sản xuất bằng cách đưa huyền phù đặc này thu được bằng cách phân tán bột trong dung môi lên các thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần $R^1\text{-Fe-B}$ (trong đó R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm), bột này chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (trong đó R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm), làm khô huyền phù đặc này để phủ các thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và xử lý nhiệt các thân đã được phủ này để khiến cho R^2 được hấp thụ trong các thân nam châm đã được thiêu kết,

thiết bị bao gồm:

bể chuyên dụng để chứa huyền phù đặc,

trống của băng chuyền quay trong khi một phần của trống này được nhúng trong huyền phù đặc,

các hốc giữ được bố trí vòng quanh theo chu vi của trống của băng chuyền, và

phương tiện làm khô để thổi không khí vào hốc giữ này nhằm làm khô thân nam châm đã được thiêu kết đặt trong hốc,

trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được cấp vào một hốc giữ ở vị trí định trước của trống này trước khi đi vào huyền phù đặc, thân nam châm đã được thiêu kết này được giữ trong hốc được vận chuyển dọc theo đường quay của trống của băng chuyền, được nhúng trong huyền phù đặc, sau đó được lấy ra khỏi huyền phù đặc này, và được làm khô bằng phương tiện làm khô, và thân nam châm đã được thiêu kết này

được thu hồi từ hốc ở vị trí định trước sau khi xử lý làm khô và trước khi lại đi vào huyền phù đặc.

[10] Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm như được nêu ở mục [9] nêu trên, trong đó trống của băng chuyền có thân chính bao gồm khung và tấm lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ.

[11] Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm như được nêu ở mục [9] hoặc [10] nêu trên, trong đó phương tiện làm khô được làm thích ứng để thổi không khí nóng vào hốc giữ nhằm làm khô thân nam châm đã được thiêu kết ở đó, thiết bị này còn bao gồm phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ nhằm phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết đặt trong hốc để nhờ đó loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại bất kỳ, trước khi xử lý làm khô.

[12] Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [9] đến [11] nêu trên, trong đó hốc giữ là hốc có hình dạng khoan tròn kéo dài theo trục khắp trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ được đặt vào hốc từ bề mặt của một phía của trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết đã được phủ, mà nằm trong hốc này, được thay bằng thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ cho bề mặt phía còn lại của trống của băng chuyền, để nhờ đó thu hồi thân đã được phủ của nam châm thiêu kết từ hốc này.

[13] Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm như được nêu ở mục [12] nêu trên, trong đó các trống của băng chuyền được bố trí cạnh nhau với các bề mặt bên của chúng đối diện gần nhau, quy trình phủ bột này được tiến hành trên mỗi trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết này được đặt vào hốc giữ trong một trống, và đồng thời, thân nam châm đã được thiêu kết nằm trong hốc này, được di chuyển vào hốc trong trống khác và nằm trong đó nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

[14] Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [9] đến [13] nêu trên, trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được cấp vào hốc giữ được thu hồi sau khi trống của băng chuyền được quay nhiều vòng, nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

Tức là, theo phương pháp sản xuất và thiết bị phủ của sáng chế, khi trống của băng chuyền quay trong khi một phần được nhúng trong huyền phù đặc, các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển bằng trống của băng chuyền trong khi nằm

trong các hốc giữ được bố trí theo chu vi của trống của băng chuyền, và trong quá trình vận chuyển, các thân nam châm được cho đi qua huyền phù đặc này, được phủ bằng nó, và được làm khô, nhờ đó các thân nam châm đã được thiêu kết được phủ bề mặt bằng bột này.

Lợi ích đạt được của sáng chế

Như nêu trên, các thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển bằng trống của băng chuyền trong khi nằm trong các hốc giữ của trống, được phủ bằng huyền phù đặc và được làm khô. Thậm chí khi bước phủ được tiến hành liên tục trên các thân nam châm đã được thiêu kết, điều này tránh được việc các thân nam châm đã được thiêu kết tiếp xúc với nhau khiến cho các khuyết tật phủ xảy ra trên vùng tiếp xúc. Huyền phù đặc này được phủ đều và chính xác, và các thân nam châm đã được thiêu kết được phủ đều và có hiệu quả bằng bột này. Do trống của băng chuyền quay trong khi một phần của chúng được nhúng trong huyền phù đặc trong bể phủ, huyền phù đặc này được đem đi bởi trống của băng chuyền được đưa trở lại bể phủ do sự quay của trống, khiến cho một ít huyền phù đặc được đi ra khỏi bể phủ. So với hệ thống băng chuyền dạng lưới, mức độ tổn hao của hợp chất đất hiếm được giảm đến mức tối thiểu một cách có hiệu quả. Hơn nữa nữa, do đường vận chuyển của các thân nam châm đã được thiêu kết bởi trống của băng chuyền là đường luân chuyển trên bề phủ bởi sự quay của trống của băng chuyền, hệ thống này được làm nhỏ gọn để về cơ bản là giảm được kích thước của nó, so với hệ thống băng chuyền dạng lưới cần đường vận chuyển theo phương nằm ngang.

Ngoài ra, theo phương pháp sản xuất và thiết bị phủ của sáng chế, các thân nam châm đã được thiêu kết được phủ đều trên toàn bộ bề mặt bằng bột của hợp chất đất hiếm và bước phủ được tiến hành khá hiệu quả. Có thể sản xuất một cách có hiệu quả nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính cải thiện kể cả độ kháng từ tăng hoàn toàn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thiết bị phủ theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ phối cảnh thể hiện trống của băng chuyền trong thiết bị phủ.

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một phần của thiết bị phủ theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống phủ hợp chất đất hiếm của các giải pháp kỹ thuật đã biết.

Mô tả chi tiết sáng chế

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

Thân nam châm đã được thiêu kết $R^1\text{-Fe-B}$ được sử dụng ở đây có thể thu được bằng phương pháp đã biết bất kỳ. Ví dụ, thân nam châm đã được thiêu kết có thể thu được bằng cách nghiền thô hợp kim gốc chứa R^1 , Fe và B, nghiền mịn, nén ép và thiêu kết theo phương pháp chuẩn. Cần lưu ý rằng R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm, đặc biệt là Y, Sc, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, và Lu.

Theo sáng chế, thân nam châm đã được thiêu kết $R^1\text{-Fe-B}$ được tạo hình để có hình dạng định trước như bằng cách nghiền, nếu cần, được phủ lên bề mặt của nó bằng bột chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 , và được xử lý nhiệt để làm cho hấp thụ và khuếch tán (khuếch tán biên hạt) R^2 vào thân nam châm đã được thiêu kết, nhờ đó thu được nam châm đất hiếm mong muốn.

Cần lưu ý rằng R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm, đặc biệt là Y, Sc, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, và Lu, như R^1 nêu trên. Tốt hơn là, nhưng không chỉ giới hạn, nếu R^2 chứa ít nhất 10%at, tốt hơn nếu ít nhất là 20%at, và thậm chí tốt hơn nếu ít nhất là 40%at trong tổng số Dy và/hoặc Tb. Nhằm mục đích của sáng chế, tốt hơn nữa nếu R^2 chứa ít nhất 10%at của Dy và/hoặc Tb và tổng nồng độ của Nd và Pr trong R^2 là thấp hơn tổng nồng độ của Nd và Pr trong R^1 .

Theo sáng chế, bột được phủ bằng cách phân tán bột trong dung môi để điều chế huyền phù đặc, phủ huyền phù đặc lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết, và làm khô. Trong khi cỡ hạt của bột là không bị giới hạn một cách cụ thể, cỡ hạt thường được sử dụng dưới dạng bột của hợp chất đất hiếm được sử dụng để khuếch tán hấp thụ (khuếch tán biên hạt) có thể được chọn, và đặc biệt là, cỡ hạt trung bình tốt hơn là tối đa 100 μm , tốt hơn là tối đa 10 μm . Giới hạn dưới của cỡ hạt tốt hơn nếu ít nhất là 1 nm, nhưng không chỉ giới hạn ở đó. Cỡ hạt trung bình có thể được xác định theo giá trị trung bình trọng lượng D_{50} (tức là, cỡ hạt tương ứng với trọng lượng tích tụ 50% hoặc đường kính trung bình) sử dụng hệ đo mức phân bố cỡ hạt trên cơ sở phương pháp nhiễu xạ laser hoặc phương pháp tương tự. Dung môi, trong đó bột được phân tán có thể là nước hoặc dung môi hữu cơ. Ví dụ về dung môi hữu cơ bao gồm etanol, axeton, metanol, và isopropyl rượu, nhưng không chỉ giới hạn ở đó. Không kể những dung môi khác, tốt hơn là etanol được sử dụng.

Mặc dù lượng bột được phân tán trong huyền phù đặc là không bị giới hạn một cách cụ thể, huyền phù đặc chứa bột được phân tán với lượng tốt hơn nếu ít nhất là 1%, tốt hơn nếu ít nhất là 10%, thậm chí tốt hơn nếu ít nhất là 20% tính theo phần khối lượng được sử dụng để phủ đều bột và có hiệu quả. Do lượng phân tán quá nhiều dẫn đến sự bất tiện như không tạo ra được sự phân tán đồng đều, tốt hơn là giới hạn trên tối đa 70%, tốt hơn là tối đa 60%, thậm chí tốt hơn là tối đa 50% tính theo phần khối lượng.

Theo sáng chế, phương pháp phủ huyền phù đặc lên thân nam châm đã được thiêu kết và làm khô để phủ bề mặt của thân nam châm bằng bột này, là phương pháp sử dụng trống của băng chuyền, vận chuyển thân nam châm đã được thiêu kết nhờ đó, cho thân nam châm đi qua huyền phù đặc, nhờ đó ngâm thân nam châm này trong huyền phù đặc và phủ thân nam châm bằng huyền phù đặc, và làm khô trong khi vận chuyển tiếp thân nam châm bởi trống của băng chuyền được sử dụng. Đặc biệt, bước phủ bột có thể được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị phủ được thể hiện trong các hình vẽ Fig.1 và Fig.2.

Các hình vẽ Fig.1 và Fig.2 là các hình vẽ dạng sơ đồ minh họa thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm theo một phương án của sáng chế. Thiết bị phủ bao gồm trống của băng chuyền 4 được làm thích ứng để quay quanh trục hoành 41 bằng cơ cấu dẫn động quay (không được thể hiện trên hình vẽ). Trống của băng chuyền 4 có vị trí sao

cho một phần của chúng được nhúng trong huyền phù đặc 2 được chứa trong bể phủ (không được thể hiện trên hình vẽ). Trên Fig.1, một phần của trống tương ứng với vị trí 4 đến 8 giờ trên mặt đồng hồ được nhúng trong huyền phù đặc 2. Mặc dù việc nhúng trong huyền phù đặc 2 không bị giới hạn ở khoảng được thể hiện trên Fig.1, việc thiết lập có thể là sao cho ít nhất một hốc giữ 42 (được mô tả dưới đây) ở điểm thấp nhất được nhúng hoàn toàn trong huyền phù đặc 2 và trục hoành 41 nằm trên bề mặt của huyền phù đặc 2. Cần lưu ý rằng mặc dù trống của băng chuyền 4 được làm thích ứng để quay quanh trục hoành 41 theo phương án được minh họa, nhưng trục quay của trống của băng chuyền không nhất thiết là trục hoành, miễn là trống của băng chuyền quay trong khi một phần của trống nhất thiết phải được nhúng trong huyền phù đặc, và thân nam châm đã được thiêu kết được giữ bởi trống của băng chuyền khi được nhúng hoàn toàn trong huyền phù đặc và được lấy ra khỏi huyền phù đặc theo sự quay của trống.

Trống của băng chuyền 4 được bố trí các (trên hình vẽ là 12) hốc giữ 42 được bố trí vòng quanh theo hàng và với khoảng cách bằng nhau. Khi trống 4 quay cùng với các thân nam châm đã được thiêu kết 1 nằm và được giữ trong các hốc giữ 42, các thân nam châm đã được thiêu kết 1 được vận chuyển dọc theo đường luân chuyển. Các hốc giữ 41 là các hốc có hình dạng khoan tròn kéo dài theo trục khắp trống và hở ở cả hai bề mặt bên của trống.

Kích thước của hốc giữ 42 có thể được bố trí nếu thích hợp tùy thuộc vào kích thước và hình dạng của thân nam châm đã được thiêu kết 1 nằm trong đó. Mặc dù kích thước này là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng tốt hơn là đường kính của hốc giữ 42 là bằng đường kính tối đa theo mặt cắt ngang của thân nam châm đã được thiêu kết 1 (đường chéo lớn nhất trong trường hợp có hình dạng là hình chữ nhật) cộng với khoảng 1 đến 2 mm. Việc bố trí này bảo đảm rằng thân nam châm đã được thiêu kết 1 được lồng vào và lấy ra một cách dễ dàng và thân nam châm đã được thiêu kết 1 được đặt trong hốc giữ 42 được vận chuyển theo cách ổn định mà không bị xô dịch đáng kể trong hốc 42. Chiều sâu của hốc giữ 42 có thể được bố trí nếu thích hợp tùy thuộc vào kích thước của thân nam châm đã được thiêu kết 1 và nói chung ít nhất là 50%, tốt hơn là khoảng 70 đến 90% độ dài của thân nam châm đã được thiêu kết 1. Hơn nữa nữa, khoảng cách giữa các hốc giữ 42 tốt hơn nếu ít nhất là 10%, tốt hơn nếu ít nhất là 30%

đường kính của hốc này. Do khoảng cách quá lớn có thể làm giảm năng suất, nên tốt hơn là khoảng cách tối đa là 100% đường kính của hốc.

Khi trống của băng chuyền 4 quay, mỗi hốc giữ 42 đi vào huyền phù đặc 2 sau đó huyền phù đặc 2 chảy vào hốc giữ 42 từ các lỗ ở cả hai đầu, nhờ đó thân nam châm đã được thiêu kết 1 được đặt trong hốc giữ 42 được nhúng trong huyền phù đặc. Ít nhất là thân chính của trống của băng chuyền 4 được bố trí các hốc giữ 42 tốt hơn là bao gồm khung (không được thể hiện trên hình vẽ) và lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ để huyền phù đặc 2 chảy vào hốc 42 và thân nam châm đã được thiêu kết 1 được đặt trong hốc 42 được nhúng trong huyền phù đặc.

Khi thân chính của trống của băng chuyền 4 được tạo ra bằng cách sử dụng lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ, thân nam châm đã được thiêu kết 1 được nhúng một cách có hiệu quả trong huyền phù đặc 2, và lượng huyền phù đặc được đem đi bởi sự quay của trống của băng chuyền 4 được giảm. Điều này cho phép làm ổn định lớp phủ huyền phù đặc. Hiệu quả của làm khô được tăng lên trong bước làm khô sau đó. Lỗ của lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ tốt hơn nếu ít nhất là 1 mm sao cho huyền phù đặc 2 và không khí làm khô thổi qua đó một cách có hiệu quả. Giới hạn trên là tùy ý miễn là thân nam châm đã được thiêu kết 1 được giữ một cách ổn định.

Khi trống của băng chuyền 4 có các thân nam châm đã được thiêu kết 1 được đặt trong các hốc giữ 42 quay theo chiều kim đồng hồ như được thể hiện trên hình vẽ, các thân nam châm đã được thiêu kết 1 được vận chuyển. Mặc dù tốc độ quay của trống của băng chuyền 4 là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng tốc độ quay được bố trí phụ thuộc vào đường kính của trống, tốt hơn là để tạo ra tốc độ chu vi nằm trong khoảng từ 200 đến 2.000 mm/phút, tốt hơn là 400 đến 1.200 mm/phút ở vị trí nơi mà các hốc giữ 42 được tạo ra. Nếu tốc độ chu vi, tức là tốc độ vận chuyển nhỏ hơn 200 mm/phút, khó có thể thu được năng suất được chấp nhận trong công nghiệp. Nếu tốc độ chu vi lớn hơn 2.000 mm/phút, có thể bất lợi vì việc làm khô ngắn thường xảy ra trong khi xử lý trong vùng làm khô 3 được mô tả dưới đây, kích thước của máy thổi khí hoặc số lượng máy thổi khí phải được tăng lên để đảm bảo việc làm khô, và vùng làm khô 3 phải được tăng lên. Cần lưu ý rằng mặc dù sự quay của trống của băng chuyền 4 có thể là liên tục hoặc gián đoạn, sự quay gián đoạn là được ưu tiên khi hiệu quả của vận hành thay thế của các thân nam châm đã được thiêu kết 1 được mô tả dưới đây được tính đến

Như được thể hiện trên Fig.1, khoảng của trống của băng chuyển tương ứng với vị trí 9 đến 2 trên mặt đồng hồ (khoảng được thể hiện bằng mũi tên 3 trên Fig.1) là vùng làm khô 3. Phương tiện làm khô để thổi không khí vào các hốc giữ 42 được bố trí trong khoảng này. Việc thổi không khí bằng phương tiện làm khô có thể là việc thổi không khí nóng hoặc thổi không khí có nhiệt độ bình thường. Nhiệt độ của không khí thổi có thể được điều chỉnh nếu thích hợp tùy thuộc vào thời gian làm khô (tốc độ vận chuyển và độ dài của vùng làm khô), kích thước và hình dạng các thân nam châm đã được thiêu kết, nồng độ và mức độ phủ của huyền phù đặc, và các yếu tố tương tự. Mặc dù nhiệt độ của không khí thổi là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng tốt hơn là nằm trong khoảng từ nhiệt độ sôi (T_B) của dung môi trong huyền phù đặc $\pm 50^\circ\text{C}$. Khi nước được sử dụng làm dung môi, ví dụ, nhiệt độ của việc thổi không khí 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 .

Trong phần phân nửa thứ nhất của vùng làm khô 3, ví dụ, từ trống của băng chuyển 4 tương ứng với vị trí 9 đến 10:30 trên mặt đồng hồ, phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại (không được thể hiện trên hình vẽ) để phun không khí có thể được bố trí làm bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại. Sau đó, bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại tác động để phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết 1 để loại bỏ huyền phù đặc còn sót lại bất kỳ trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết 1 trước khi việc làm khô được tiến hành bằng cách việc thổi không khí nóng như nêu trên. Bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại (phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại) là không quan trọng lắm. Nếu bỏ qua bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại, việc loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại có thể được tiến hành đồng thời khi làm khô bằng phương tiện làm khô. Nếu làm khô được tiến hành với các giọt nhỏ còn sót lại vẫn trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết, rất có thể là việc phủ bột sẽ không đều. Tốt hơn là trong trường hợp này các giọt nhỏ còn sót lại được loại bỏ hoàn toàn bằng bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại (phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại) trước khi việc làm khô được tiến hành. Trong một số trường hợp, để tăng cường việc làm khô, không khí thổi được phun bằng phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại cũng có thể là không khí nóng được thổi giống như phương tiện làm khô.

Phương tiện làm khô và phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại có thể được cấu trúc bằng cách bố trí các vòi phun không khí (không được thể hiện trên hình

vẽ) phía bên ngoài trống của băng chuyển 4 và dọc theo chu vi của trống. Không khí hoặc không khí nóng được phun từ các vòi phun không khí để tiến hành việc làm khô hoặc loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại. Ở đây, hình dạng, kích thước và góc (góc phun) của mỗi vòi phun có thể được bố trí nếu thích hợp tùy thuộc vào kích thước và hình dạng các thân nam châm đã được thiêu kết 1, chất liệu (lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ) của trống của băng chuyển 4, và các yếu tố tương tự, và được điều chỉnh sao cho không khí hoặc không khí nóng có thể dễ dàng chảy qua các hốc giữ 42 để tiến hành việc làm khô và loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại một cách có hiệu quả.

Cần lưu ý rằng lưu lượng dòng của không khí hoặc không khí nóng được phun từ vòi phun của phương tiện làm khô và phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại có thể được điều chỉnh nếu thích hợp tùy thuộc vào tốc độ vận chuyển của các thân nam châm đã được thiêu kết 1, độ dài của vùng làm khô 3 (độ dài của bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại), kích thước và hình dạng các thân nam châm đã được thiêu kết 1, nồng độ và mức độ phủ của huyền phù đặc 2 và tương tự. Mặc dù lưu lượng dòng là không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng thông thường được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 300 đến 2500 L/phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 500 đến 1800 L/phút.

Mặc dù không thể hiện trên hình vẽ, nhưng sẽ tốt hơn nếu vùng làm khô 3 bao gồm bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại được trang bị bộ phận thu gom bụi để thu hồi bột của hợp chất đất hiếm được loại ra khỏi bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết 1 trong khi loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại và làm khô, bằng cách bố trí vùng làm khô 3 trong buồng thích hợp và lắp đặt bộ gom bụi trong buồng này để thu gom bụi. Điều này cho phép việc phủ bột của hợp chất đất hiếm mà không làm tổn hao hợp chất đất hiếm chứa nguyên tố đất hiếm quý hiếm. Ngoài ra, việc cung cấp bộ phận thu gom bụi làm rút ngắn thời gian làm khô, ngăn ngừa việc thổi không khí nóng không bị trệch khỏi bộ phận phủ huyền phù đặc bao gồm bề phủ và bộ phận khuấy huyền phù đặc nhiều nhất có thể, và ngăn chặn một cách có hiệu quả dung môi trong huyền phù đặc khỏi bị bay hơi bởi việc thổi không khí nóng. Mặc dù bộ gom bụi (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể là loại ướt hoặc khô, nhưng tốt hơn là chọn bộ gom bụi có khả năng hút lớn hơn so với lưu lượng dòng của không khí được phun từ vòi phun trong phương tiện để loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại và phương tiện làm khô.

Như được thể hiện trên Fig.1, khoảng của trống của băng chuyển 4 tương ứng với vị trí 2 đến 3 trên mặt đồng hồ (khoảng được thể hiện bằng mũi tên 5 trên Fig.1) là

vùng nạp/xả. Trong vùng nạp/xả 5, thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ 1 được đặt vào một hốc giữ 42 và nằm trong đó và thân nam châm đã được thiêu kết đã được phủ 1 đã được trải qua các bước ngâm và làm khô được lấy ra khỏi hốc giữ 42 và được thu hồi. Tức là, trong vùng nạp/xả 5, thân đã được phủ của nam châm thiêu kết được lấy ra hoặc được thay thế bằng thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ.

Đối với việc thay các thân nam châm đã được thiêu kết 1, theo một phương pháp, thân đã được phủ của nam châm thiêu kết được lấy ra khỏi hốc giữ 42 và sau đó thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ được đặt vào hốc giữ 42. Theo phương pháp khác, thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ được đặt vào hốc giữ 42 từ bề mặt của một phía của trống của băng chuyền 4, và thân đã được phủ của nam châm thiêu kết được đặt trong hốc giữ 42 được thay bằng thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ này cho bề mặt phía còn lại của trống của băng chuyền 4 và được thu hồi, nhờ đó việc cung cấp và thu hồi các thân nam châm đã được thiêu kết 1 được tiến hành đồng thời.

Việc cung cấp và thu hồi các thân nam châm đã được thiêu kết 1 có thể được thực hiện bằng tay hoặc một cách tự động bằng cách bố trí cơ cấu cấp và cơ cấu thu hồi thích hợp. Trong cả hai trường hợp, bộ phận đỡ (không được thể hiện trên hình vẽ) như dàn treo tốt hơn là được bố trí sao cho thân nam châm đã được thiêu kết 1 ở trạng thái ổn định có thể được dẫn đến hốc giữ 42 hoặc thân nam châm đã được thiêu kết 1 ở trạng thái ổn định được lấy ra khỏi hốc giữ 42.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, nhưng huyền phù đặc 2 được chứa trong bể phủ dạng hộp được để hở ở đầu trên, và một phần của trống của băng chuyền 4 được nhúng trong huyền phù đặc 2 như nêu trên. Bể phủ này được trang bị các phương tiện khuấy (không được thể hiện trên hình vẽ) bao gồm bơm và ống cách điện. Các phương tiện khuấy dùng để ngăn ngừa sự kết tủa của hợp chất đất hiếm trong huyền phù đặc 2 và để giữ cho bột được phân tán một cách đồng đều trong dung môi. Ngoài ra, nhiệt độ của huyền phù đặc 2 có thể được điều chỉnh nếu thích hợp nằm trong khoảng từ 10 đến 40°C, và bộ phận đo nhiệt độ như nhiệt kế và thiết bị gia nhiệt có thể được bố trí nếu cần.

Khi thân nam châm đã được thiêu kết 1 được phủ lên bề mặt của nó bằng bột (bột của hợp chất đất hiếm) chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 (trong đó R^2 là một hoặc nhiều nguyên tố được

chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm) bằng cách sử dụng thiết bị phủ nêu trên, trước tiên huyền phù đặc 2 chứa bột phân tán trong dung môi được chứa trong bể phủ (không được thể hiện trên hình vẽ), và huyền phù đặc 2 được khuấy thích hợp bằng các phương tiện khuấy (không được thể hiện trên hình vẽ) để duy trì bột trong huyền phù đặc 2 được phân tán một cách đồng đều trong dung môi. Như được thể hiện trên Fig.1, ở tình trạng này, các thân nam châm đã được thiêu kết 1 để xử lý được vận chuyển trong khi chúng được đặt trong các hốc giữ 42 trong trống của băng chuyền 4 quay với một phần của chúng được nhúng trong huyền phù đặc 2.

Như nêu trên, thân nam châm đã được thiêu kết 1 được đặt trong hốc giữ 42 trong vùng nạp/xả 5 được vận chuyển bởi sự quay của trống của băng chuyền 4 trong khi nó được giữ trong hốc 42, được đưa vào huyền phù đặc 2, nơi thân nam châm được nhúng trong huyền phù đặc 2, được cho đi qua huyền phù đặc này 2 trong thời gian định trước, và được lấy ra khỏi huyền phù đặc 2. Trong quá trình này, các thân nam châm đã được thiêu kết 1 lần lượt được phủ bằng huyền phù đặc 2.

Khi trống của băng chuyền 4 quay, thân nam châm đã được thiêu kết 1 có huyền phù đặc 2 được phủ lên được vận chuyển và được đưa vào vùng làm khô 3 mà làm khô vận hành được thực hiện để loại bỏ dung môi ra khỏi huyền phù đặc 2, bột của hợp chất đất hiếm được lắng phủ chặt trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết 10, để tạo ra lớp phủ của bột của hợp chất đất hiếm trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết 10. Ở điểm này, nếu vùng làm khô 3 được bố trí bộ phận loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại, các giọt nhỏ còn sót lại được loại ra khỏi thân nam châm đã được thiêu kết 1 khi được lấy ra khỏi huyền phù đặc 2, trước khi xử lý làm khô được thực hiện trên thân nam châm đã được thiêu kết.

Thân nam châm đã được thiêu kết 1 mà được phủ bằng bột này chứa hợp chất đất hiếm như nêu trên được vận chuyển tiếp đến vùng nạp/xả 5. Trong vùng nạp/xả 5, thân nam châm đã được thiêu kết 1 được phủ bằng bột này chứa hợp chất đất hiếm được lấy ra khỏi hốc giữ 42 và được thu hồi, và hốc giữ 42 được nạp thân nam châm đã được thiêu kết 1 mới trong vùng nạp/xả 5. Khi thu hồi và cung cấp các thân nam châm đã được thiêu kết 1, thân nam châm chưa được phủ mới được cung cấp được đặt vào hốc giữ 42 từ bề mặt của một phía của trống của băng chuyền 4, và thân nam châm đã được phủ này mà được đặt trong hốc giữ 42 được thay bằng thân nam châm chưa được phủ này và được thu hồi, nhờ đó đồng thời thực hiện việc thu hồi và cung cấp các thân

nam châm đã được thiêu kết 1. Bằng cách lặp lại một loạt sự vận hành liên tục, rất nhiều thân nam châm đã được thiêu kết lần lượt được phủ bằng hợp chất đất hiếm.

Tại điểm này, bước phủ hợp chất đất hiếm bằng sử dụng thiết bị phủ được lặp lại nhiều lần trên một thân nam châm đã được thiêu kết để phủ thân nam châm bằng bột của hợp chất đất hiếm bằng cách phủ, nhờ đó lớp phủ dày hơn có thể thu được và độ đồng đều của lớp phủ được cải thiện. Để lặp lại sự vận hành phủ, thân nam châm có thể được cấp thông qua nhiều đường của một thiết bị để lặp lại sự vận hành phủ. Sự vận hành lặp lại có thể bao gồm việc cấp thân nam châm đã được thiêu kết 1 vào trống của băng chuyền 4, trống quay nhiều vòng chứ không phải là một vòng, và sau đó thu hồi thân nam châm. Trong trường hợp phủ hai lần, ví dụ, thân nam châm đã được thiêu kết 1 được cấp vào trống của băng chuyền 4, trống này được quay hai vòng để lặp lại việc vận hành từ việc nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô hai lần, và sau đó, thân nam châm được thu hồi.

Khi trống của băng chuyền 4 có số hốc giữ 42 chỗ, như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2 được sử dụng, trong trường hợp phủ hai lần, ví dụ, việc cung cấp/thu hồi thân nam châm đã được thiêu kết 1 có thể được thực hiện mỗi vòng khác (mỗi hai vòng quay). Khi trống của băng chuyền 4 có số hốc giữ 42 lỗ được sử dụng, cung cấp/thu hồi thân nam châm đã được thiêu kết 1 có thể được thực hiện mỗi hốc khác (trong các hốc khác).

Theo phương án khác, các trống của băng chuyền 4 được bố trí cạnh nhau với các bề mặt bên của chúng đối diện gần nhau. Quy trình phủ bột được tiến hành trên mỗi trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết này được đặt vào hốc giữ trong một trống, và đồng thời, thân nam châm đã được thiêu kết mà được đặt trong hốc được di chuyển vào hốc trong trống khác và nằm trong đó nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

Trong trường hợp phủ hai lần, ví dụ, như được thể hiện trên Fig.3, hai trống của băng chuyền 4a và 4b tương tự với trống của băng chuyền 4 được đặt kề nhau và được quay đồng bộ với các hốc giữ 42 trong hai trống 4a và 4b được sắp thẳng hàng với nhau. Trên mỗi trống của băng chuyền 4a và 4b, quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được tiến hành. Thân nam châm đã được thiêu kết mà đã được trải qua việc xử lý phủ đầu tiên trên trống của băng chuyền thứ nhất 4a được chuyển đến trống của băng chuyền thứ hai 4b ở đó nó trải qua việc xử lý phủ thứ hai. Đặc biệt, thân

nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ 1a được gài và được cấp vào một hốc giữ 42a trong trống của băng chuyển thứ nhất 4a. Nhờ thân nam châm chưa được phủ 1a này, thân nam châm 1a đã được phủ một lần mà được đặt trong hốc giữ 42a được lấy ra, được chuyển và được đặt vào hốc giữ 42b trong trống của băng chuyển thứ hai 4b. Nhờ thân nam châm đã được thiêu kết được phủ một lần 1a, thân nam châm đã được thiêu kết được phủ hai lần 1c mà được đặt trong hốc giữ 42b được lấy ra và được thu hồi. Trên Fig.3, huyền phù đặc 2 được chứa trong bể phủ t.

Theo phương án tiếp theo, sự kề nhau của nhiều trống của băng chuyển như được thể hiện trên Fig.3 có thể được kết hợp với việc phủ chồng bằng cách trống quay của băng chuyển nhiều vòng. Ví dụ, trong thiết bị được thể hiện trên Fig.3, việc phủ chồng bốn lớp có thể được thực hiện bằng cách cung cấp và thu hồi các thân nam châm đã được thiêu kết trên mỗi hai vòng. Cần lưu ý rằng phương pháp được thể hiện trên Fig.3 sử dụng các trống của băng chuyển có năng suất gấp đôi so với năng suất của phương pháp quay một trống của băng chuyển với thân nam châm đã được thiêu kết nhiều vòng, với điều kiện các điều kiện tiến hành là giống nhau, và có lợi về mặt hiệu quả của quy trình. Mặt khác, phương pháp trống quay của băng chuyển nhiều lần có lợi ở chỗ thiết bị này được chế tạo đơn giản và nhỏ gọn. Bằng cách kết hợp cả hai phương pháp, có thể phủ chồng tự nhiên gồm 4 lớp hoặc nhiều hơn. Việc phủ chồng có hiệu quả có các ưu điểm của cả hai phương pháp này là có thể.

Bằng cách này, quy trình phủ bột từ bước phủ huyền phù đặc đến bước làm khô được lặp lại nhiều lần để đạt được việc phủ chồng các lớp mỏng đến khi đạt được lớp phủ có độ dày mong muốn. Việc phủ chồng các lớp mỏng có hiệu quả để làm giảm thời gian làm khô nhờ đó cải thiện được hiệu quả về thời gian.

Trong phương pháp theo sáng chế để phủ thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột của hợp chất đất hiếm bằng cách sử dụng thiết bị phủ như nêu trên, khi thân nam châm đã được thiêu kết 1 được vận chuyển bằng trống của băng chuyển 4 trong khi nó được đặt trong hốc giữ 42 trong trống 4, nó được phủ huyền phù đặc và được làm khô. Thậm chí khi bước phủ được thực hiện liên tục trên các thân nam châm đã được thiêu kết 1, điều này tránh được việc các thân nam châm đã được thiêu kết tiếp xúc với nhau khiến cho các khuyết tật tạo ra ở vùng tiếp xúc. Huyền phù đặc 2 có thể được phủ đều và chính xác, và bột được phủ đều và có hiệu quả. Do trống của băng chuyển 1 quay trong khi một phần của chúng được nhúng trong huyền phù đặc 2 trong bể phủ, nên

huyền phù đặc 2 được đem đi bởi trống của băng chuyền 1 được đưa trở lại bể phủ do sự quay của trống 1, và một lượng nhỏ huyền phù đặc được đi ra khỏi bể phủ. So với hệ thống băng chuyền dạng lưới, mức độ tổn hao của hợp chất đất hiếm được hạn chế một cách khá có hiệu quả. Hơn nữa, do đường vận chuyển của thân nam châm đã được thiêu kết 1 bởi trống của băng chuyền 4 là đường luân chuyển theo trục hoành kéo dài trên bề phủ, nên thiết bị này được chế tạo nhỏ gọn và kích thước của thiết bị được giảm một cách đáng kể, so với hệ thống băng chuyền dạng lưới cần đường vận chuyển theo phương nằm ngang.

Do đó, thân nam châm đã được thiêu kết được phủ lên bề mặt của nó bằng bột của hợp chất đất hiếm một cách đồng đều và có hiệu quả. Thân nam châm đã được thiêu kết được phủ đều bằng bột này được việc xử lý nhiệt để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ của nguyên tố đất hiếm R^2 nhờ đó nam châm đất hiếm có độ kháng từ tăng đầy đủ và các tính chất từ tính cải thiện được sản xuất một cách có hiệu quả.

Đáng chú ý là, việc xử lý nhiệt để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ của nguyên tố đất hiếm R^2 có thể được thực hiện bằng phương pháp đã biết. Sau khi xử lý nhiệt, việc xử lý thêm đã biết bất kỳ bao gồm xử lý hóa già trong các điều kiện thích hợp và gia công để thu được hình dạng thực có thể được thực hiện, nếu cần.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả qua các ví dụ viện dẫn dưới đây mặc dù sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ theo sáng chế

Tấm hợp kim mỏng được tạo ra bằng kỹ thuật đúc dải, đặc biệt là bằng cách cân lượng 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 trong môi trường argon. Hợp kim thu được 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. Hợp kim này được cho tiếp xúc với môi trường hydro có áp suất 0,11 MPa ở nhiệt độ trong phòng để hydro hóa, và sau đó được nung nóng ở nhiệt độ 500°C để khử hydroa một phần trong khi hút chân không để tạo môi trường chân không. Nó được làm lạnh và được sàng, thu được bột thô có kích thước lên đến 50 mesh.

Trên máy nghiền siêu mịn bằng khí nén (jet mill) sử dụng khí nitơ cao áp, bột thô được nghiền mịn thành bột đến cỡ hạt trung bình khối lượng là 5 μm . Bột mịn thu được được nén trong môi trường nitơ dưới áp suất khoảng 1 tấn/cm² trong khi được định hướng trong từ trường có lực kháng từ là 15 kOe. Sau đó, viên ép được đặt trong lò thiêu kết trong môi trường argon nơi nó được thiêu kết ở nhiệt độ 1.060°C trong thời gian 2 giờ, thu được khối nam châm. Bằng cách sử dụng máy cắt kim cương, khối nam châm được gia công bằng máy trên toàn bộ các bề mặt, được làm sạch theo trình tự bằng dung dịch kiềm, nước tinh khiết, axit nitric và nước tinh khiết, và được làm khô, thu được thân nam châm có hình dạng khối với kích thước 50 mm x 20 mm x 5 mm (với tính dị hướng từ).

Tiếp theo, bột điprozi florua được trộn với nước ở mức 40% phần khối lượng và được phân tán đều ở đó để tạo ra huyền phù đặc. Bằng cách sử dụng thiết bị phủ được thể hiện trong các hình vẽ Fig.1 và Fig.2, huyền phù đặc được phủ lên thân nam châm và được làm khô, tạo ra lớp phủ bột điprozi florua. Các điều kiện phủ được thể hiện ở dưới đây.

Các điều kiện phủ

Thể tích bể phủ: 10 L

Tốc độ dòng luân chuyển của huyền phù đặc: 60 L/phút

Tốc độ vận chuyển: 700 mm/phút

Lưu lượng dòng của không khí để loại bỏ giọt nhỏ và làm khô: 1.000 L/phút

Nhiệt độ của không khí nóng để làm khô: 80°C

Số lớp phủ: một lớp phủ

Số các thân nam châm có hình dạng khối: 100

Huyền phù đặc tràn ra từ bể phủ trong khi xử lý 100 thân nam châm được thu gom, được làm khô và được cân, giá trị này được ghi nhận là mức cuốn theo của huyền phù đặc từ bể phủ. Ngoài ra, số thân nam châm có hình dạng khối được tiếp xúc bề mặt sau khi phủ được đếm. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Các thân nam châm có lớp phủ bột điprozi florua mỏng tạo ra trên bề mặt của chúng được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 900°C trong thời gian 5 giờ trong môi trường Ar để xử lý hấp thụ, việc hóa già được xử lý ở nhiệt độ 500°C trong thời gian 1 giờ, và được

làm nguội, thu được các mẫu nam châm đất hiếm. Tất cả các mẫu nam châm đều thỏa mãn các tính chất từ tính.

Ví dụ so sánh

Như trong Ví dụ, thân nam châm có hình dạng khối bằng 50 mm x 20 mm x 5 mm (với tính dị hướng từ). Ngoài ra, bột điprozi florua có cỡ hạt trung bình 0,2 μ m được trộn với nước ở mức 40% phần khối lượng và được phân tán đều ở đó để tạo ra huyền phù đặc, được chứa trong bể phủ t của hệ phủ đã biết trong lĩnh vực này được thể hiện trên Fig.4. Thân nam châm được phủ bằng điprozi florua bằng cách sử dụng hệ phủ đã biết trong lĩnh vực này, và điều chỉnh tốc độ vận chuyển của băng chuyển dạng lưới c, loại bỏ giọt nhỏ còn sót lại và các điều kiện làm khô trong vùng làm khô 3, và các yếu tố tương tự để thiết lập các điều kiện phủ tương đương với các điều kiện phủ trong Ví dụ 1. Đặc điểm kỹ thuật của băng chuyển dạng lưới được sử dụng trong băng chuyển dạng lưới c là như sau.

<Đặc điểm kỹ thuật của băng chuyển dạng lưới >

Loại:	băng chuyển
Hình dạng:	xoắn có hình dạng tam giác
Bước xoắn:	8,0 mm
Khoảng cách gậy:	10,2 mm
Cỡ gậy:	1,5 mm
Cỡ xoắn:	1,2 mm

Như trong Ví dụ, mức cuốn theo của huyền phù đặc từ bể phủ này được đo. Ngoài ra, số thân nam châm có hình dạng khối đi ra khỏi vùng làm khô 3 trong tình trạng tiếp xúc bề mặt mật thiết sau khi phủ được đếm. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1. Cần lưu ý rằng mức độ cuốn theo của huyền phù đặc được ghi nhận là chỉ số với điều kiện mức cuốn theo trong Ví dụ 1 là 1.

Như trong Ví dụ, các thân nam châm có lớp phủ bột điprozi florua mỏng tạo ra trên bề mặt của chúng được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 900°C trong thời gian 5 giờ trong môi trường Ar để xử lý hấp thụ, việc hóa già được xử lý ở nhiệt độ 500°C trong thời gian 1 giờ, và được làm nguội, thu được các mẫu nam châm đất hiếm.

[Bảng 1]

	Mức độ cuốn theo của huyền phù đặc từ bề phủ (chỉ số trên cơ sở 1 đối với Ví dụ)	Số thân nam châm không tiếp xúc bề mặt
Ví dụ	1	0
Ví dụ so sánh	9,19	1

Như thấy được từ Bảng 1, việc so sánh mức độ cuốn theo của huyền phù đặc từ bề phủ đã cho thấy rằng mức độ cuốn theo của thiết bị phủ có trống quay là khoảng 89% nhỏ hơn so với mức độ cuốn theo của hệ thống băng chuyền dạng lưới có chuyển động nối tiếp. Như cũng thấy được từ Bảng 1, số thân nam châm có hình dạng khối không tiếp xúc bề mặt thiết bị phủ là không có trong hệ hốc thùng quay của sáng chế (Ví dụ), đã thể hiện việc phủ bột có hiệu quả.

Danh mục số chỉ dẫn

- 1 thân nam châm đã được thiêu kết
- 1a thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ
- 1b thân nam châm đã được thiêu kết được phủ một lần
- 1c thân nam châm đã được thiêu kết được phủ hai lần
- 2 huyền phù đặc
- 3 vùng làm khô
- 4 trống của băng chuyền
- 4a trống của băng chuyền thứ nhất
- 4b trống của băng chuyền thứ hai
- 41 trục hoành
- 42 hốc giữ
- 42a hốc giữ trong trống của băng chuyền thứ nhất
- 42b hốc giữ trong trống của băng chuyền thứ hai
- 5 vùng nạp/xả
- c băng chuyền dạng lưới
- t bề phủ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bao gồm các bước:

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

bố trí trống của băng chuyền có các hốc giữ được bố trí vòng quanh trên chu vi của nó,

trống quay của băng chuyền trong khi một phần của trống này được nhúng trong huyền phù đặc,

đặt thân nam châm đã được thiêu kết trong một hốc giữ ở vị trí định trước của trống này trước khi đi vào huyền phù đặc, sao cho thân nam châm đã được thiêu kết được giữ trong hốc giữ, thân nam châm đã được thiêu kết này được vận chuyển dọc theo đường quay của trống của băng chuyền, được nhúng trong huyền phù đặc, sau đó được lấy ra khỏi huyền phù đặc này, và được vận chuyển tiếp, nhờ đó huyền phù đặc này được làm khô và thân nam châm đã được thiêu kết được phủ bằng bột này,

thu hồi thân nam châm đã được thiêu kết từ hốc ở vị trí định trước sau khi xử lý làm khô và trước khi lại đi vào huyền phù đặc, và

cho thân nam châm đã được thiêu kết xử lý nhiệt sau đó.

2. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm 1, trong đó hốc giữ là hốc có hình dạng khoan tròn kéo dài theo trục khắp trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ được đặt vào hốc từ bề mặt của một phía của trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết đã được phủ, mà nằm trong hốc này, được thay bằng thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ cho bề mặt phía còn lại của trống của băng chuyền, để nhờ đó thu hồi thân đã được phủ của nam châm thiêu

kết từ hốc này nhờ đó việc cung cấp và thu hồi các thân nam châm đã được thiêu kết được thực hiện một cách đồng thời.

3. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm 2, trong đó các trống của băng chuyền được bố trí cạnh nhau với các bề mặt bên của chúng đối diện gần nhau, quy trình phủ bột này được tiến hành trên mỗi trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết này được đặt vào hốc giữ trong một trống, và đồng thời, thân nam châm đã được thiêu kết nằm trong hốc này, được di chuyển vào hốc trong trống khác và nằm trong đó nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

4. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được cấp vào hốc giữ được thu hồi sau khi trống của băng chuyền được quay nhiều vòng, nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

5. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó trống của băng chuyền có thân chính bao gồm khung và tấm lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ.

6. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bước làm khô thân nam châm đã được thiêu kết mà được lấy ra khỏi huyền phù đặc và được vận chuyển còn bao gồm việc thổi không khí vào.

7. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm 6, trong đó bước làm khô bao gồm việc phun không khí ở nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ sôi (T_B) của dung môi trong huyền phù đặc $\pm 50^\circ\text{C}$ vào thân nam châm đã được thiêu kết.

8. Phương pháp sản xuất nam châm đất hiếm theo điểm 6 hoặc 7, trong đó bước làm khô bao gồm việc phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết mà được lấy ra khỏi huyền phù đặc, để nhờ đó loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại bất kỳ, và sau đó phun không khí nóng vào.

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

trong đó thiết bị này bao gồm:

bể chuyên dụng để chứa huyền phù đặc,

trống của băng chuyên quay trong khi một phần của trống này được nhúng trong huyền phù đặc,

các hốc giữ được bố trí vòng quanh theo chu vi của trống của băng chuyên, và phương tiện làm khô để thổi không khí vào hốc giữ này nhằm làm khô thân nam châm đã được thiêu kết đặt trong hốc,

trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được cấp vào một hốc giữ ở vị trí định trước của trống này trước khi đi vào huyền phù đặc, thân nam châm đã được thiêu kết này được giữ trong hốc được vận chuyển dọc theo đường quay của trống của băng chuyên, được nhúng trong huyền phù đặc, sau đó được lấy ra khỏi huyền phù đặc này, và được làm khô bằng phương tiện làm khô, và thân nam châm đã được thiêu kết này được thu hồi từ hốc ở vị trí định trước sau khi xử lý làm khô và trước khi lại đi vào huyền phù đặc.

10. Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm theo điểm 9, trong đó trống của băng chuyên có thân chính bao gồm khung và tấm lưới kim loại hoặc tấm kim loại đục lỗ.

11. Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm theo điểm 9 hoặc 10, trong đó phương tiện làm khô được làm thích ứng để thổi không khí nóng vào hốc giữ nhằm làm khô thân nam châm đã được thiêu kết ở đó, thiết bị này còn bao gồm phương tiện để loại bỏ các

giọt nhỏ nhằm phun không khí vào thân nam châm đã được thiêu kết đặt trong hốc để nhờ đó loại bỏ các giọt nhỏ còn sót lại bất kỳ, trước khi xử lý làm khô.

12. Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 11, trong đó hốc giữ là hốc có hình dạng khoan tròn kéo dài theo trục khắp trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ được đặt vào hốc từ bề mặt của một phía của trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết đã được phủ, mà nằm trong hốc này, được thay bằng thân nam châm đã được thiêu kết chưa được phủ cho bề mặt phía còn lại của trống của băng chuyền, để nhờ đó thu hồi thân đã được phủ của nam châm thiêu kết từ hốc này.

13. Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm theo điểm 12, trong đó các trống của băng chuyền được bố trí cạnh nhau với các bề mặt bên của chúng đối diện gần nhau, quy trình phủ bột này được tiến hành trên mỗi trống của băng chuyền, thân nam châm đã được thiêu kết này được đặt vào hốc giữ trong một trống, và đồng thời, thân nam châm đã được thiêu kết nằm trong hốc này, được di chuyển vào hốc trong trống khác và nằm trong đó nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

14. Thiết bị dùng để phủ hợp chất đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 13, trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được cấp vào hốc giữ được thu hồi sau khi trống của băng chuyền được quay nhiều vòng, nhờ đó quá trình phủ kể từ khi nhúng vào huyền phù đặc đến khi làm khô được lặp lại nhiều lần.

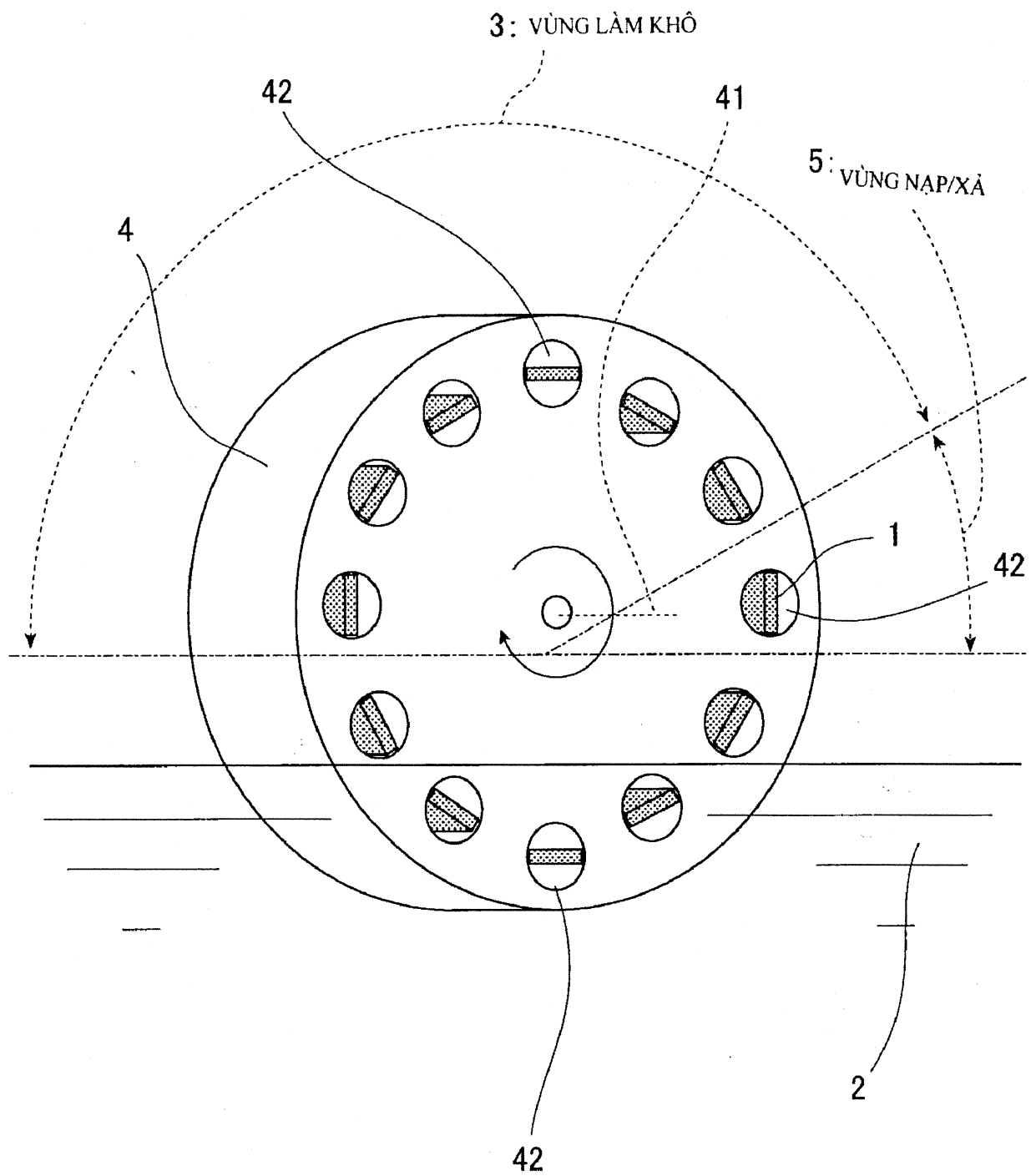
FIG.1

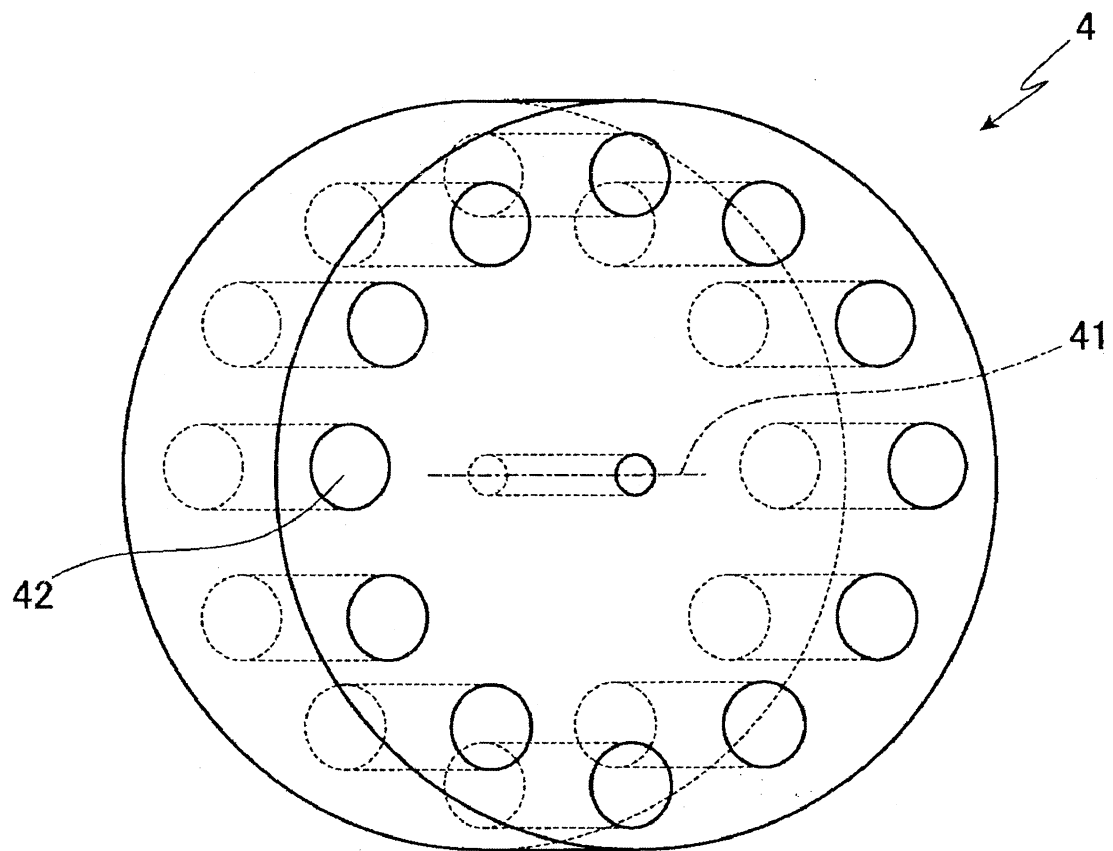
FIG.2

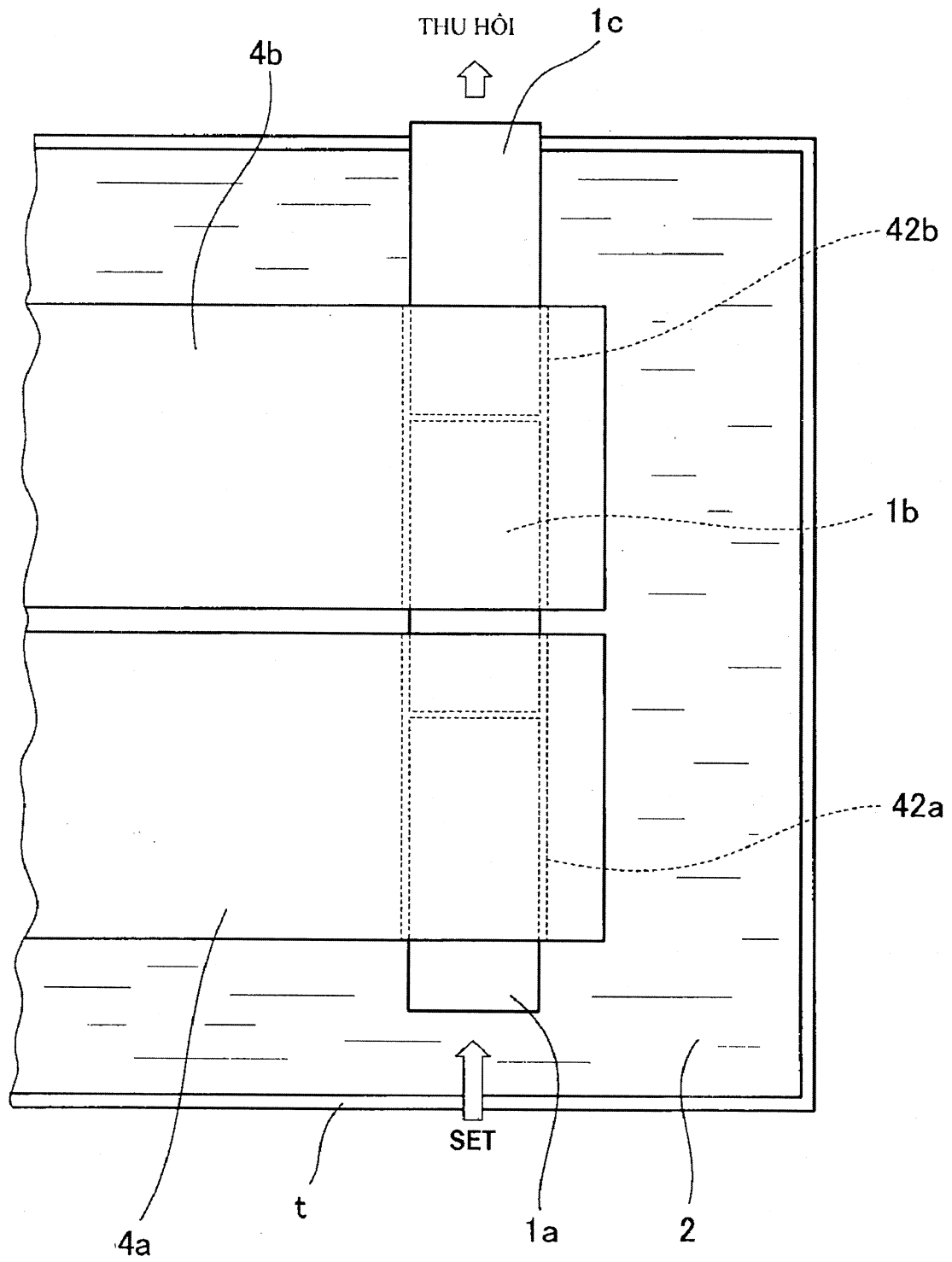
FIG.3

FIG.4