



(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)



1-0027161

(51)⁸ H01F 41/02; C21D 6/00; H01F 1/057; (13) B
B22F 3/24; C22C 33/02

(21) 1-2017-04758

(22) 18/04/2016

(86) PCT/JP2016/062215 18/04/2016

(87) WO2016/175069 03/11/2016

(30) 2015-092061 28/04/2015 JP

(45) 25/01/2021 394

(43) 25/05/2018 362A

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

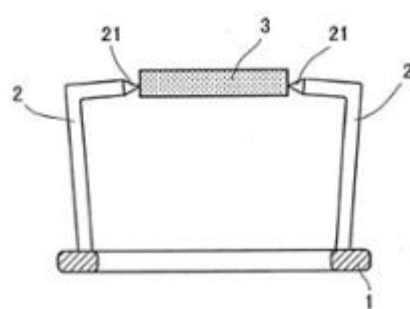
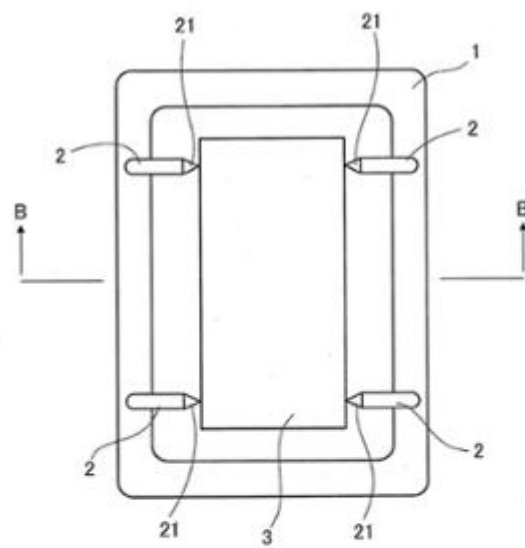
6-1, Ohtemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

(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

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm, trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được giữ trong gá kẹp được nối đất có độ dẫn điện mỹ mãn, bột của hợp chất đất hiếm được nạp và được phun trên thân nam châm đã được thiêu kết để phủ theo cách tĩnh điện thân nam châm đã được thiêu kết bằng bột này, và do vậy phủ bột lên thân nam châm đã được thiêu kết. Thân nam châm đã được thiêu kết này có bột được phủ lên được xử lý nhiệt để tạo ra nam châm đất hiếm. Do đó, bột của hợp chất đất hiếm có thể được phủ đều lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết, và việc vận hành phủ này có thể được thực hiện một cách cực kỳ có hiệu quả.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu 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 được hấp thụ trong thân nam châm, trong đó bột của hợp chất đất hiếm này được phủ đều và có hiệu quả và nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính mỹ mãn được sản xuất một cách có hiệu quả.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nam châm vĩnh cửu đất hiếm bao gồm nam châm trên cơ sở Nd-Fe-B có nhiều ứng dụng do các tính chất từ tính mỹ mãn của chúng. 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 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.

Tuy nhiên, phương pháp này vẫn cần phải cải thiện thêm. Tức là, trong các giải pháp kỹ thuật đã biết, thân nam châm đã được thiêu kết thường được phủ bằng hợp chất đất hiếm bằng cách nhúng thân nam châm trong huyền phù đặc chứa bột của hợp chất đất hiếm phân tán trong nước hoặc dung môi hữu cơ, hoặc phun huyền phù đặc lên thân nam châm, và sau đó làm khô. Do các phương pháp ngâm và phun là khó kiểm soát trọng lượng của lớp phủ bột, nên các phương pháp có thể không đáp ứng được việc hấp thụ đủ nguyên tố đất hiếm, hoặc ngược lại, cần lượng bột nhiều hơn để có thể phủ, dẫn đến việc tiêu hao nguyên tố đất hiếm quý hiếm. Ngoài ra, do độ dày của lớp phủ bột có thể thay đổi và tỷ trọng của lớp phủ là không quá cao, trọng lượng lớp phủ quá cao là cần thiết để làm cho độ kháng từ tăng đến mức bão

hòa. Do việc bám dính của lớp phủ bột là yếu, nên quy trình kể từ bước phủ đến khi hoàn thành bước xử lý nhiệt là không nhất thiết có hiệu quả.

Do vậy, mong muốn phát triển phương pháp phủ có khả năng phủ đều và có hiệu quả bột của hợp chất đất hiếm, kiểm soát trọng lượng của lớp phủ, và tạo ra lớp phủ bột chắc với sự bám chắc.

Các tài liệu kỹ thuật đã biết

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 vĩnh cửu đất hiếm bao gồm các bước phủ 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) trên bề mặt của nó bằng bột 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), và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này, phương pháp này có khả năng phủ bột đều và có hiệu quả, kiểm soát trọng lượng của lớp phủ, tạo ra lớp phủ bột chắc với sự bám chắc, và tạo ra nam châm đất hiếm các tính chất từ tính tốt hơn một cách có hiệu quả.

Cách thức để giải quyết vấn đề

Để đạt được mục đích nêu trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng trong phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bằng các bước phủ 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) trên bề mặt của nó bằng bột 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), và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này, nếu bột này

được tích điện và được phun vào thân nam châm được nối đất để lắng phủ bột theo kiểu tĩnh điện lên thân nam châm này, sau đó thân nam châm được phủ đều và có hiệu quả bằng bột này, trọng lượng của lớp phủ được kiểm soát, lớp phủ bột chắc được tạo ra với sự bám chắc, và nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính tốt hơn được sản xuất một cách có hiệu quả. Sáng chế được tạo ra trên cơ sở phát hiện này.

Do đó, sáng chế đề xuất:

[1] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bao gồm các bước phủ 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) bằng bột 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), và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này để khiến cho R^2 được hấp thụ trong thân nam châm này,

trong đó bước phủ thân nam châm bằng bột bao gồm việc giữ thân nam châm đã được thiêu kết bằng gá kẹp dẫn điện được nối đất, và phun bột này khi được tích điện vào thân nam châm đã được thiêu kết để lắng phủ bột theo kiểu tĩnh điện lên thân nam châm này.

Tiếp tục nghiên cứu, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc nạp bằng cách phóng điện hoa là được ưu tiên để nạp bột; độ kháng từ được cải thiện hơn bằng cách phủ chất lỏng lên lớp phủ bột để làm ướt ngay lớp phủ này, làm khô lớp phủ ướt, và sau đó thực hiện xử lý nhiệt; dạng được ưu tiên của gá kẹp, điện áp được ưu tiên cần được tác động khi bột này được tích điện bằng cách sử dụng súng điện hoa, và trọng lượng của lớp phủ bột được ưu tiên.

Do đó, sáng chế đề xuất phương pháp từ [2] đến [8] sau đây để làm các phương án được ưu tiên.

[2] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm như được nêu ở mục [1] nêu trên, trong đó bột này được tích điện bằng cách phóng điện hoa trước khi thực hiện việc lắng phủ tĩnh điện.

[3] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm như được nêu ở mục [2] nêu trên, trong đó sử dụng súng điện hoa, bột này được tích điện hoa và được phun

để thực hiện việc lắng phủ tĩnh điện, điện áp ít nhất là -60 kV được tác động lên đầu của súng điện hoa, và lượng phủ bột lên thân nam châm ít nhất là 850 mg/dm^2 .

[4] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] nêu trên, trong đó chất lỏng được phun lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết trước khi lắng phủ tĩnh điện, việc lắng phủ tĩnh điện được thực hiện với sự có mặt của chất lỏng trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết để tạo ra lớp phủ bột, và lớp phủ này được làm khô trước khi xử lý nhiệt.

[5] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] nêu trên, trong đó sau khi lắng phủ tĩnh điện, chất lỏng được phun lên lớp phủ bột đã được lắng phủ trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết để làm ướt lớp phủ này, và lớp phủ này được làm khô trước khi xử lý nhiệt.

[6] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm như được nêu ở mục [4] hoặc [5] nêu trên, trong đó chất lỏng được phun với lượng ít nhất là 1 ml/dm^2 .

[7] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo bất kỳ một trong số [4] đến [6] nêu trên, trong đó chất lỏng là nước tinh khiết.

[8] Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm như được nêu ở mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7] nêu trên, trong đó gá kẹp được làm bằng chất liệu được chọn từ đồng, hợp kim đồng, nhôm, sắt, hợp kim sắt, và titan, và bao gồm các phần giữ có đầu nhọn sao cho thân nam châm được giữ bằng cách kẹp thân nam châm giữa các phần giữ, và các bộ phận không phải là các mối tiếp xúc của các phần giữ với thân nam châm và tiếp xúc điện để nối đất mà được phủ bằng sơn dẻo.

Lợi ích đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, bột của hợp chất đất hiếm có thể được phủ mà không cần đến các công việc hoặc các bước phức tạp như điều chế huyền phù đặc bằng cách phân tán bột trong dung môi. Lớp phủ bột chắc với sự bám chắc có thể được tạo ra trong khi trọng lượng của lớp phủ bột được kiểm soát một cách dễ dàng và chính xác bằng cách điều chỉnh điện áp nạp và lượng bột phun. Ngoài ra, phân bột không được phủ có thể được thu hồi một cách dễ dàng và một cách có hiệu quả so với lớp phủ huyền phù đặc.

Theo sáng chế, thân nam châm đã được thiêu kết được phủ đều lên bề mặt của nó bằng bột của hợp chất đất hiếm, và bước phủ được tiến hành một cách khá có hiệu quả. Nam châm đất hiếm có các tính chất từ tính cải thiện bao gồm độ kháng từ tăng đầy đủ có thể được sản xuất một cách có hiệu quả.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình chiếu bằng thể hiện gá kẹp được lấy làm ví dụ được sử dụng trong phương pháp sản xuất của sáng chế.

Fig.1B là hình vẽ mặt cắt riêng phần theo đường B-B trên Fig.1A.

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một hệ lắng phủ tĩnh điện được lấy làm ví dụ để tiến hành bước phủ bột theo phương pháp sản xuất của sáng chế.

Fig.3 minh họa các vị trí mà ở đó độ kháng từ được đo trong các ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như nêu trên, phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo sáng chế bao gồm các bước phủ thân nam châm đã được thiêu kết có thành phần R^1 -Fe-B (trong đó R^1 là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Y, Sc và các nguyên tố đất hiếm) bằng bột chứa oxit, florua, oxyflorua, hydroxit hoặc 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), và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này để khiến cho R^2 được hấp thụ trong thân nam châm.

Thân nam châm đã được thiêu kết R^1 -Fe-B được sử dụng trong sáng chế 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 -Fe-B được tạo hình để có hình dạng định trước như bằng cách mài, 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) của R^2 vào thân nam châm, 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 bị giới hạn, nếu R^2 chứa ít nhất 10% nguyên tử, tốt hơn nếu ít nhất là 20% nguyên tử, và thậm chí tốt hơn nếu ít nhất là 40% nguyên tử trong tổng số Dy và/hoặc Tb. Nhằm mục đích của sáng chế, tốt hơn nữa nếu R^2 chứa ít nhất 10% nguyên tử của Dy và/hoặc Tb và tổng hàm lượng của Nd và Pr trong R^2 là thấp hơn tổng hàm lượng của Nd và Pr trong R^1 .

Mặc dù cỡ hạt của bột này chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ oxit, florua, oxyflorua, hydroxit và hydrua của R^2 là không bị giới hạn một cách cụ thể, cỡ hạt thường được sử dụng làm 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 nếu tối đa là 100 μm , tốt hơn nếu tối đa là 10 μm . Giới hạn dưới của cỡ hạt tốt hơn nếu ít nhất là 1 nm, nhưng không bị giới hạn ở đó. Cỡ hạt trung bình có thể được xác định làm trị số 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 laze hoặc phương pháp tương tự.

Theo sáng chế, thân nam châm đã được thiêu kết được phủ bằng bột này bằng cách giữ thân nam châm tại chỗ, và phun bột này khi được tích điện lên thân nam châm được nối đất để lắng phủ bột theo kiểu tĩnh điện lên thân nam châm này.

Chế độ nạp bột bằng điện có thể là chế độ nạp bột kiểu điện ma sát bằng ma sát hoặc chế độ nạp bột kiểu điện hoa bằng cách phóng điện hoa. Tốt hơn là, chế độ nạp điện hoa được sử dụng vì bột này có thể được nạp độc lập với độ đồng nhất của nó sao cho các điều kiện phủ tối ưu có thể được xác định một cách dễ dàng so với chế độ điện ma sát. Ở chế độ nào, bột cũng có thể được tích điện và được phun bằng cách sử dụng súng lắng phủ tĩnh điện thương mại, ví dụ, súng phủ bột tự động X-3a, sản phẩm của Asahi Sunac Corp. đối với chế độ nạp điện hoa và súng phủ bột tự động T-3a, sản phẩm của Asahi Sunac Corp. đối với chế độ điện ma sát.

Khi bột được nạp vào và được phun bằng cách sử dụng súng điện hoa (súng phủ bột tĩnh điện kiểu phóng điện hoa), thì trọng lượng của lớp phủ bột được điều

chính tương đối dễ dàng bằng cách điều chỉnh điện áp được phủ lên đầu của súng điện hoa và tốc độ cấp của bột. Trong thực tế sáng chế, tốt hơn là, nhưng không bị giới hạn, nếu trọng lượng của lớp phủ bột được điều chỉnh đến ít nhất 850 mg/dm^2 bằng cách bố trí điện áp được phủ lên đầu của súng điện hoa đến ít nhất -60 kV (bằng hoặc âm hơn -60 kV), nhất là nằm trong khoảng từ -70 kV đến -80 kV , và việc cấp lượng bột định trước ở tốc độ không đổi bằng máy cấp liệu hoặc thiết bị tương tự.

Mặt khác, thân nam châm đã được thiêu kết được giữ bằng gá kẹp dẫn điện ở mức cao và được lắng phủ tĩnh điện ở trạng thái được nối đất bằng cách gá kẹp. Ví dụ được ưu tiên về vật liệu dẫn điện tốt làm gá kẹp bao gồm đồng, hợp kim đồng, nhôm, sắt, hợp kim sắt, và titan, nhưng không bị giới hạn ở các chất liệu này. Hình dạng gá kẹp là không bị giới hạn một cách cụ thể, và hình dạng mong muốn bất kỳ có thể được chọn tùy thuộc vào hình dạng và kích thước của thân nam châm đã được thiêu kết. Ví dụ, tốt hơn là gá kẹp có cấu tạo để bao gồm các phần giữ có đầu nhọn sao cho thân nam châm được giữ bằng cách kẹp thân nam châm giữa các phần giữ.

Gá kẹp được lấy làm ví dụ là gá kẹp được minh họa trên Fig.1A, Fig.1B. Được minh họa trên Fig.1A, Fig.1B là đế 1 có khung hình chữ nhật và bốn tay kẹp 2 được giữ chặt thẳng đứng với đế 1. Phần rìa của mỗi tay kẹp 2 được uốn cong như lưỡi câu và có phần giữ 21 có dạng hình nón nhọn ở đỉnh. Hai cặp tay kẹp 2 được giữ chặt thẳng đứng sao cho các phần giữ của mỗi cặp đối diện với nhau. Thân nam châm đã được thiêu kết 3 được giữ bằng cách kẹp nó giữa các phần giữ 21 của các tay kẹp 2. Trong khi gá kẹp được làm bằng vật liệu dẫn điện tốt, thì các phần đó của gá kẹp mà không phải là các phần tiếp xúc của các phần giữ 21 với thân nam châm 3 và tiếp xúc điện để nối đất (không được thể hiện trên hình vẽ) tốt hơn là được phủ bằng sơn dẻo để tránh sự lắng phủ của bột.

Thân nam châm đã được thiêu kết có lớp phủ bột được tạo ra bằng cách phủ bột theo cách này, sau đó được xử lý nhiệt để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ của nguyên tố đất hiếm vào thân nam châm. Bột được lắng phủ lên bề mặt thân nam châm bằng cách lắng phủ tĩnh điện như xu hướng tán xạ. Nếu các hạt bột tán xạ đến khi xử lý nhiệt, thậm chí với lượng nhỏ, thì tác dụng làm tăng độ kháng từ và độ đồng đều của lớp phủ có thể bị giảm một chút. Do vậy, tốt hơn là, nhưng không bị giới hạn, nếu chất lỏng được phủ lên lớp phủ bột để làm ướt ngay lớp phủ và lớp phủ

uớt được làm khô, trước khi việc xử lý nhiệt được tiến hành. Ví dụ về chất lỏng cần được phủ bao gồm rượu như rượu etylic và nước tinh khiết. Không kể những chất lỏng khác, nước tinh khiết là được ưu tiên từ khía cạnh về chi phí.

Việc phủ chất lỏng có thể được thực hiện bằng cách phun. Theo một phương pháp, chất lỏng như nước tinh khiết được phun lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết trước khi lắng phủ tĩnh điện và thân nam châm đã được thiêu kết với sự có mặt của nước tinh khiết hoặc chất lỏng trên bề mặt của nó được lắng phủ tĩnh điện. Theo phương pháp khác, sau khi việc lắng phủ tĩnh điện được thực hiện, nước tinh khiết hoặc chất lỏng được phun vào lớp phủ bột. Mặc dù có tác dụng đủ từ việc phủ chất lỏng trước khi hoặc sau khi lắng phủ tĩnh điện, nhưng có tác dụng tốt hơn là từ việc phun nước tinh khiết hoặc chất lỏng vào bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết trước khi lắng phủ tĩnh điện. Cần lưu ý rằng, mặc dù lượng nước tinh khiết hoặc chất lỏng được phun được xác định thích hợp tùy thuộc vào kích thước và hình dạng của thân nam châm đã được thiêu kết, cỡ hạt bột, và độ dày của lớp phủ, và không bị giới hạn một cách cụ thể, tốt hơn nếu lượng này ít nhất là 1ml/dm^2 , tốt nhất nếu nằm trong khoảng từ 2 đến 3 ml/dm^2 .

Việc phủ bột bằng cách lắng phủ tĩnh điện có thể được cải biến để sản xuất hàng loạt bằng cách vận chuyển thân nam châm đã được thiêu kết được giữ bằng gá kẹp dọc theo dàn treo vận chuyển, ví dụ, và liên tục tiến hành việc lắng phủ tĩnh điện trên các thân nam châm đã được thiêu kết. Quy trình sản xuất như được thể hiện trên Fig.2 được lấy làm ví dụ.

Quy trình sản xuất được minh họa trên Fig.2 bao gồm dàn treo vận chuyển 4 để vận chuyển thân nam châm đã được thiêu kết được lắp trên gá kẹp ở tốc độ định trước, vùng nạp/xả 5 nơi thân nam châm đã được thiêu kết được lắp trên gá kẹp, vùng xử lý sơ bộ 6, vùng lắng phủ tĩnh điện 7, và vùng làm khô 8, trong đó thân nam châm đã được thiêu kết được vận chuyển dọc theo dàn treo và đi qua các vùng 6, 7 và 8 lần lượt đến khi lớp phủ bột được tạo ra. Thân nam châm đã được thiêu kết có lớp phủ bột được tạo ra trên đó được thu hồi trong vùng nạp/xả 5.

Vùng xử lý sơ bộ 6 bao gồm buồng xử lý bề mặt trước 61 và buồng xử lý bề mặt sau 62, trong đó nước tinh khiết được phun vào các bề mặt trước và sau của thân nam châm đã được thiêu kết bằng các súng phun nước 63. Vùng lắng phủ tĩnh điện 7

bao gồm buồng phủ bề mặt trước 71 và buồng phủ bề mặt sau 72, ở đó bột được nạp vào và được phun vào thân nam châm đã được thiêu kết (được nối đất qua giá kẹp) bằng súng phủ tĩnh điện 73 để lắng phủ theo kiểu tĩnh điện bột lên các bề mặt trước và sau của thân nam châm. Hơn nữa, trong vùng làm khô 8, việc xử lý làm khô được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 70°C trong thời gian từ 5 đến 10 phút.

Thân nam châm thiêu kết được phủ bằng lớp phủ chứa bột của hợp chất đất hiếm theo cách này được xử lý nhiệt để khiến cho việc khuếch tán hấp thụ của nguyên tố đất hiếm R^2 vào thân nam châm nhờ đó nam châm vĩnh cửu đất hiếm được tạo ra.

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 thực hiện của sáng chế được mô tả qua các ví dụ thực hiện sáng chế mặc dù sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ 1

Tấm hợp kim mỏng được tạo ra bằng kỹ thuật đúc dải, cụ thể 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% nguyên tử Nd, 0,2% nguyên tử Cu, 6,2% nguyên tử B, 1,0% nguyên tử Al, 1,0% nguyên tử 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 hydro một phần trong khi hút chân không để tạo môi trường chân không. Nó được làm nguội và được sàng, thu được bột thô có kích thước tối đa qua rây cỡ 50.

Trên máy nghiền siêu mịn bằng khí nén sử dụng khí nitơ cao áp, bột thô được nghiền mịn thành bột đến cỡ hạt trung bình trọng lượng 5 μm . Bột mịn thu được

được nén trong môi trường nito 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 này 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 tất cả các bề mặt, được làm sạch bằng dung dịch kiềm, nước tinh khiết, axit nitric và nước tinh khiết theo trình tự, và được làm khô, thu được thân nam châm có hình dạng khối có kích thước 40 mm x 20 mm x 5 mm (với tính dị hướng từ).

Như được thể hiện trên Fig.1A, Fig.1B, quy trình sản xuất bao gồm một loạt gá kẹp và các thân nam châm đã được thiêu kết được lắp trên các gá kẹp này và được nối đất. Bằng cách sử dụng hệ thống phủ bột tĩnh điện XR4-100PS mua từ nhà sản xuất Asahi Sunac Corp., bột điprozi florua được phóng điện hoa và được phun với mức độ phủ ít nhất 850 mg/dm² để tạo ra lớp phủ bột điprozi florua trên bề mặt của các thân nam châm đã được thiêu kết. Đáng chú ý là, việc bố trí điện áp ở đầu của súng điện hoa là 75 kV x 80 µA.

Các thân nam châm có lớp phủ bột điprozi florua được tạo ra trên đó 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. Từ mỗi trong ba mẫu nam châm, các chi tiết nam châm có kích thước 2 mm x 2 mm x 5 mm được cắt ra ở 9 vị trí tương ứng với tâm và các mặt bên của mẫu nam châm được thể hiện trên Fig.3, chúng được đo độ kháng từ. Đối với mỗi mẫu nam châm, trung bình của độ kháng từ ở 9 vị trí được báo cáo trong bảng 1.

Ví dụ 2

Thân nam châm đã được thiêu kết thu được như trong Ví dụ 1 được giữ bằng gá kẹp. Nước tinh khiết được phun để đưa 3 ml/dm² nước tinh khiết lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết để làm ướt bề mặt thân nam châm. Như trong Ví dụ 1, thân nam châm đã được thiêu kết được phủ bằng bột điprozi florua để tạo ra lớp phủ bột điprozi florua. Thân nam châm đã được phủ này được làm khô ở nhiệt độ 60°C trong 5 phút và sau đó được xử lý nhiệt như trong Ví dụ 1, thu được nam châm đất hiếm. Tương tự, độ kháng từ được đo, với các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Ví dụ 3

Thân nam châm đã được thiêu kết thu được như trong Ví dụ 1 được phủ bằng bột điprozi florua như trong Ví dụ 1 để tạo ra lớp phủ bột điprozi florua. Nước tinh khiết được phun vào thân nam châm đã được thiêu kết với mức độ 3 ml/dm^2 nước tinh khiết để làm ướt lớp phủ này. Thân nam châm đã được phủ này được làm khô ở nhiệt độ 60°C trong 5 phút và sau đó được xử lý nhiệt như trong Ví dụ 1, thu được nam châm đất hiếm. Tương tự, độ kháng từ được đo, với các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

	Nước tinh khiết phun	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3
Ví dụ 1	không được xử lý	7,9	8,1	8,1
Ví dụ 2	trước khi phủ bột	10,8	11,0	10,9
Ví dụ 3	sau khi phủ bột	9,4	9,3	9,5

Đơn vị: kOe

Danh mục số chỉ dẫn

- 1 đế
- 2 tay kẹp
- 21 phần giữ
- 3 thân nam châm đã được thiêu kết
- 4 dàn treo vận chuyển
- 5 vùng nạp/xả
- 6 vùng xử lý sơ bộ
- 61 buồng xử lý bề mặt trước
- 62 buồng xử lý bề mặt sau
- 63 súng phun nước tinh khiết
- 7 vùng lắng phủ tĩnh điện
- 71 buồng phủ bề mặt trước
- 72 buồng phủ bề mặt sau
- 73 súng lắng phủ tĩnh điện
- 8 vùng làm khô

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bao gồm các bước phủ 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) bằng bột 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), và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này để khiến cho R^2 được hấp thụ trong thân nam châm này,

trong đó bước phủ thân nam châm bằng bột bao gồm việc giữ thân nam châm đã được thiêu kết bằng gá kẹp dẫn điện được nối đất, phun chất lỏng lên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết, phun bột này khi được tích điện vào thân nam châm đã được thiêu kết với sự có mặt của chất lỏng trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết này để lắng phủ bột theo kiểu tĩnh điện lên thân nam châm để tạo ra lớp phủ bột, và làm khô lớp phủ này.

2. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm bao gồm các bước phủ 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) bằng bột 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), và xử lý nhiệt thân nam châm đã được phủ này để khiến cho R^2 được hấp thụ trong thân nam châm này,

trong đó bước phủ thân nam châm bằng bột bao gồm việc giữ thân nam châm đã được thiêu kết bằng gá kẹp dẫn điện được nối đất, phun bột này khi được tích điện vào thân nam châm đã được thiêu kết để lắng phủ tĩnh điện bột lên thân nam châm, phun chất lỏng lên lớp phủ bột được lắng phủ trên bề mặt của thân nam châm đã được thiêu kết, để làm ướt lớp phủ này, và làm khô lớp phủ này.

3. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bột được tích điện bằng cách phóng điện hoa trước khi thực hiện việc lắng phủ tĩnh điện.

4. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo điểm 3, trong đó phương pháp này sử dụng súng điện hoa, bột được tích điện hoa và được phun để thực hiện việc lắng phủ tĩnh điện, điện áp ít nhất là -60 kV được tác động lên đầu của súng điện hoa, và lượng phủ bột lên thân nam châm ít nhất là 850 mg/dm².

5. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó chất lỏng được phun với lượng ít nhất là 1 ml/dm².

6. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó chất lỏng là nước tinh khiết.

7. Phương pháp sản xuất nam châm vĩnh cửu đất hiếm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó gá kẹp được làm bằng chất liệu được chọn từ đồng, hợp kim đồng, nhôm, sắt, hợp kim sắt, và titan, và bao gồm các phần giữ có đầu nhọn sao cho thân nam châm được giữ bằng cách kẹp thân nam châm giữa các phần giữ, và các bộ phận không phải là các mối tiếp xúc của các phần giữ với thân nam châm và tiếp xúc điện để nối đất mà được phủ bằng sơn dẻo.

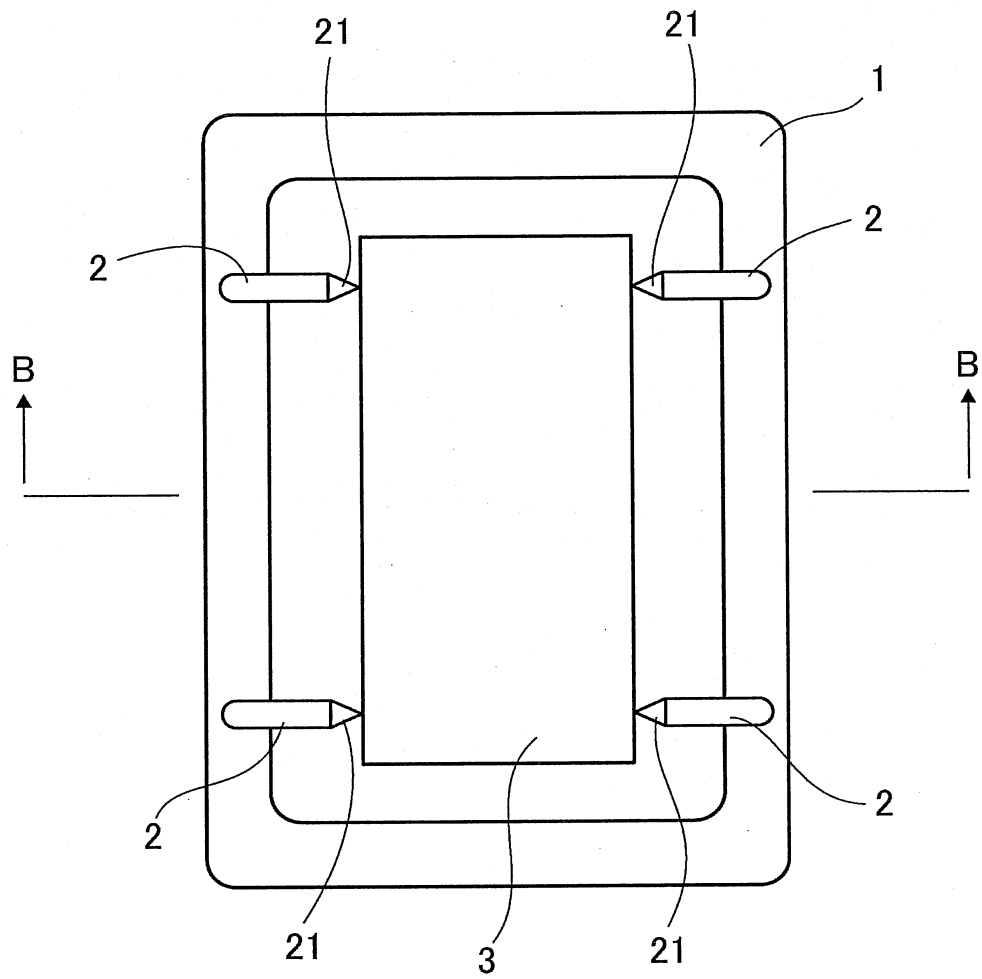
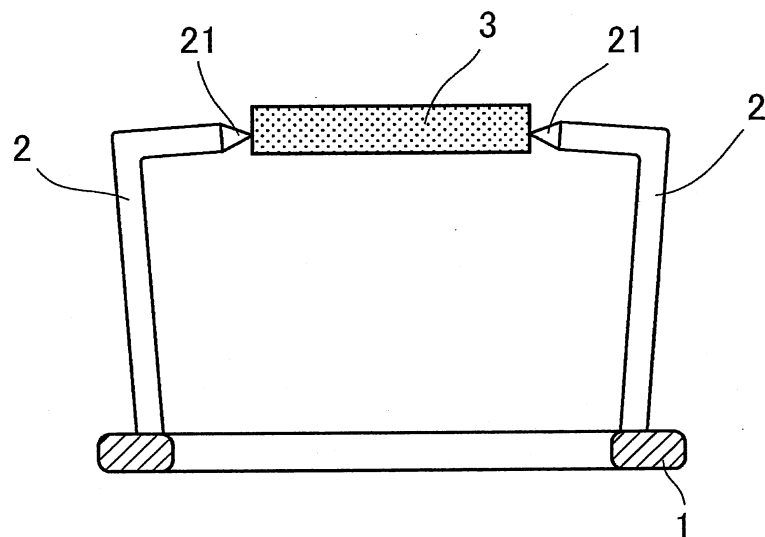
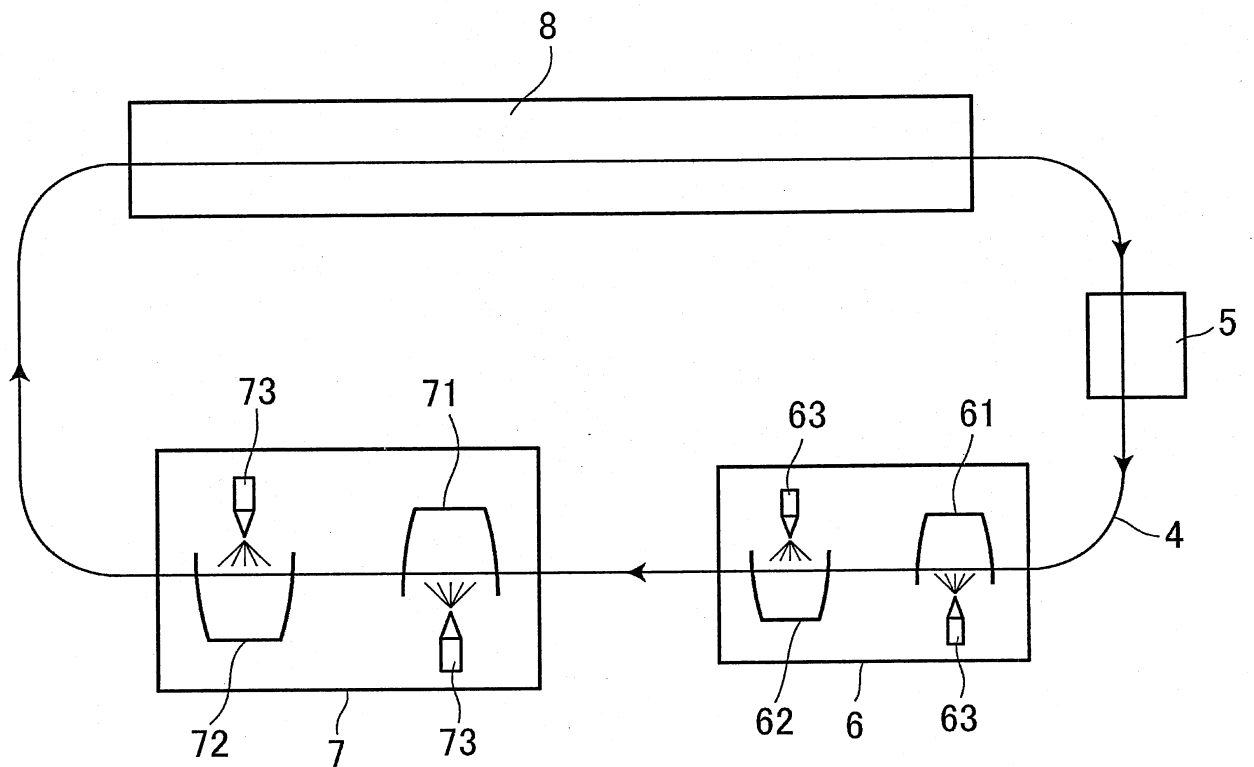
FIG.1A**FIG.1B**

FIG.2**FIG.3**