



(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)



1-0030498

(51)^{2018.01} H01F 1/113; H01F 1/11; C01G 49/00; (13) B
C08K 3/01

(21) 1-2017-01161

(22) 29/09/2015

(86) PCT/JP2015/077461 29/09/2015

(87) WO/2016/052483 07/04/2016

(30) JP 2014-203497 01/10/2014 JP

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/07/2017 352A

(73) TODA KOGYO CORP. (JP)

1-23, Kyobashi-cho, Minami-ku, Hiroshima-shi, Hiroshima 7320828, Japan

(72) NISHIO, Yasushi (JP); NOMURA, Satoshi (JP); FUJII, Yasuhiko (JP); SAKURAI, Hiromitsu (JP).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) HẠT FERIT DÙNG CHO NAM CHÂM LIÊN KẾT, HỖN HỢP NHỰA DÙNG CHO NAM CHÂM LIÊN KẾT VÀ SẢN PHẨM ĐÚC SỬ DỤNG CHÚNG

(57) Sáng chế đề cập đến hạt ferit dùng cho nam châm liên kết và hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết có thể tạo ra sản phẩm đúc nam châm liên kết có lực từ cao và dạng sóng từ cũng như iHc và Hk cao bằng cách đúc phun. Sáng chế cũng đề cập đến sản phẩm đúc nam châm liên kết sử dụng hạt ferit và hỗn hợp nhựa này. Cụ thể, sáng chế đề cập đến hạt ferit dùng cho nam châm liên kết có độ biến dạng tinh thể không lớn hơn 0,14 được xác định bằng phương pháp XRD, và đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1,30µm được xác định bằng phương pháp Fisher; hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết; và sản phẩm đúc thu được bằng cách đúc phun hỗn hợp nhựa này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hạt ferit dùng cho nam châm liên kết và hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết có thể tạo ra sản phẩm đúc nam châm liên kết có lực từ cao và dạng sóng từ tốt bằng cách đúc phun, cũng như sản phẩm đúc nam châm liên kết sử dụng hạt ferit và hỗn hợp nhựa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như đã biết rõ trong lĩnh vực này, nam châm liên kết có nhiều ưu điểm như trọng lượng nhẹ, độ chính xác kích thước cao, và tạo thuận lợi để sản xuất hàng loạt sản phẩm đúc ngay cả khi có hình dạng phức tạp so với nam châm thiêu kết, và do đó đã được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng khác nhau như đồ chơi, thiết bị văn phòng, thiết bị âm thanh và động cơ.

Để làm hạt từ tính có thể dùng trong nam châm liên kết, đã biết đến các hạt từ tính chứa nguyên tố đất hiếm như hạt hợp kim trên cơ sở Nd-Fe-B, hoặc hạt ferit. Các hạt từ tính chứa nguyên tố đất hiếm này có đặc tính từ cao, nhưng đắt tiền nên chúng có ứng dụng hạn chế. Mặt khác, hạt ferit có đặc tính từ hơi kém hơn so với các hạt từ tính chứa nguyên tố đất hiếm, nhưng rẻ tiền và ổn định về mặt hóa học và do đó được sử dụng trong các ứng dụng rộng rãi hơn.

Nói chung, nam châm liên kết được sản xuất bằng cách ngào trộn cao su hoặc chất dẻo với các hạt từ tính và sau đó đúc chất đã ngào trộn này trong từ trường hoặc bằng cách sử dụng phương tiện cơ học.

Trong những năm gần đây, cùng với việc nâng cao tính năng của các vật liệu hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm cải thiện độ tin cậy, còn có yêu cầu ngày càng tăng đối với tính năng cao của nam châm liên kết sử dụng trong đó bao gồm nâng cao độ bền và đặc tính từ của nam châm liên kết.

Cụ thể hơn, sản phẩm đúc nam châm liên kết thu được bằng cách đúc phun v.v.. cũng cần có thể từ vốn có của hạt ferit loại plumbit có từ tính chứa trong đó ở mức cực

đại. Tức là, do hạt ferit có đặc điểm là chúng được định hướng ở mức cao đối với từ trường ngoài, sản phẩm đúc nam châm liên kết có thể có lực từ cao và dạng sóng đa cực phức tạp.

Ví dụ, trong các ứng dụng như động cơ, rôto và bộ cảm biến, nam châm liên kết thường có xu hướng từ hóa đa cực khi được gia công thành kích thước khác nhau và hình dạng phức tạp bằng cách đúc phun. Do đó, để có dạng sóng từ trường đa cực và lực từ mong muốn, hạt ferit rất cần có mức độ định hướng cao trong quá trình chảy của hỗn hợp nhựa.

Trong các động cơ và rôto, khi cấp một dòng điện lớn qua cuộn dây kích thích, trường nghịch từ lớn được đặt vào nam châm nên mật độ từ thông dư B_r của nam châm này giảm từ vài % đến vài chục % do sự khử từ của nó. Do đó, trong nam châm liên kết sử dụng trong các động cơ và rôto, cần tính đến sự khử từ do trường nghịch từ, và nam châm liên kết cần có lực kháng từ cao cũng như hệ số khử từ giảm. Trong trường hợp này, trường nghịch từ trong đó mật độ từ thông dư B_r của nam châm liên kết giảm tới 0 mT do sự khử từ của nó được thể hiện bằng lực kháng từ iH_c , trong khi trường nghịch từ trong đó mật độ từ thông dư B_r của nam châm liên kết giảm 10% do sự khử từ của nó được thể hiện bằng H_k . Khi H_k của nam châm liên kết tăng lên, mức độ khử từ của nó khi sử dụng trong các động cơ và rôto giảm đi. Do đó, cần tăng H_k như là một chỉ số chống lại sự khử từ của nam châm liên kết trong các động cơ và rôto. Tức là, cần cải thiện tính vuông của nam châm liên kết.

Do đó, hạt ferit sử dụng trong nam châm liên kết cũng như hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa hạt ferit và chất kết dính hữu cơ cũng cần thỏa mãn các yêu cầu trên.

Thông thường, hạt ferit dùng cho nam châm liên kết và hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa hạt ferit và chất kết dính hữu cơ đã được cải tiến theo cách khác nhau. Ví dụ, đã biết phương pháp tạo ra hạt ferit bằng cách sử dụng hợp chất kim loại kiềm hoặc hợp chất kim loại kiềm thổ làm chất trợ dung (tài liệu sáng chế 1); phương pháp sử dụng hạt ferit không đẳng hướng và sản phẩm nghiền là chất vô cơ (tài liệu sáng chế 2); phương pháp tạo ra nam châm liên kết bằng cách sử dụng các hạt từ tính ferit chứa kim loại kiềm thổ làm thành phần cấu tạo và có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn $1,50\mu\text{m}$ và tốc độ dòng nóng chảy không nhỏ hơn 91 g/10 phút (tài

liệu sáng chế 3); phương pháp kiểm soát đặc tính của hạt nung ép thu được bằng cách tạo ra các hạt có đường kính hạt trung bình không lớn hơn $2,5\mu\text{m}$ và diện tích bề mặt riêng không nhỏ hơn $1,25\text{ m}^2/\text{g}$ và sau đó ủ hạt thu được và ép tiếp để tạo ra hạt thỏa mãn điều kiện $R_a < 2,5\mu\text{m}$ và $R_a - D_a < 0,5\mu\text{m}$ trong đó R_a (μm) là đường kính hạt trung bình của hạt được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ laze phân tán không khí khô, và D_a (μm) là đường kính diện tích bề mặt riêng của hạt được xác định bằng phương pháp thấm không khí (tài liệu sáng chế 4); phương pháp nung ferit ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1050 đến 1300°C dưới áp suất hơi bão hòa của clorua của nó, trộn ferit đã nung với hạt ferit mịn có đường kính hạt nhỏ, và sau đó ủ hỗn hợp tạo ra ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 1100°C để thu được ferit có đường kính hạt lớn, cấu trúc tinh thể rõ ràng, lực kháng từ hầu như không giảm ngay cả khi được ép, và tích năng lượng không nhỏ hơn $2,0\text{ MGOe}$ (tài liệu sáng chế 5); hoặc phương pháp khác.

Danh mục tài liệu tham khảo

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật bản (KOKAI) số 55-145303

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật bản (KOKAI) số 3-218606

Tài liệu sáng chế 3: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật bản (KOKAI) số 2005-268729

Tài liệu sáng chế 4: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật bản (KOKAI) số 2007-214510

Tài liệu sáng chế 5: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật bản (KOKAI) số 2010-263201.

Hiện nay rất cần hạt ferit dùng cho nam châm liên kết và/hoặc hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết có thể thỏa mãn các yêu cầu nêu trên. Tuy nhiên, vẫn chưa thu được hạt ferit và/hoặc hỗn hợp nhựa có thể thỏa mãn các yêu cầu nêu trên ở mức độ đủ.

Sản phẩm đúc nam châm liên kết được tạo ra bằng cách sử dụng hạt ferit hoặc hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết như được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 đến 5 không tạo ra sản phẩm có cả đặc tính định hướng cao, khả năng chống khử từ cao

và độ bền cơ học tốt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hạt ferit dùng cho nam châm liên kết và hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết có thể tạo ra nam châm liên kết có đặc tính định hướng cao, khả năng chống khử từ cao và độ bền cơ học tốt.

Mục đích nêu trên có thể đạt được bằng các khía cạnh sau đây của sáng chế.

Sáng chế đề xuất hạt ferit dùng cho nam châm liên kết có độ biến dạng tinh thể không lớn hơn 0,14 được xác định bằng phương pháp XRD, và đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1,30 μ m được xác định bằng phương pháp Fisher (phương án 1).

Ngoài ra, sáng chế đề xuất hạt ferit dùng cho nam châm liên kết như được mô tả trong phương án 1, trong đó hạt ferit là hạt ferit loại plumbit có từ tính (phương án 2).

Ngoài ra, sáng chế đề xuất hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết, chứa 83 đến 93% trọng lượng hạt ferit dùng cho nam châm liên kết như được mô tả trong phương án 1 hoặc 2 nêu trên, và 7 đến 17% trọng lượng thành phần kết dính hữu cơ (phương án 3).

Ngoài ra, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc chứa hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết như được mô tả trong phương án 3 nêu trên (phương án 4).

Ngoài ra, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc như được mô tả trong phương án 4, trong đó sản phẩm đúc là sản phẩm đúc phun (phương án 5).

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Hạt ferit dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có đặc trưng là độ biến dạng tinh thể của nó được kiểm soát không lớn hơn 0,14 được xác định bằng phương pháp XRD, và đường kính hạt trung bình của nó được kiểm soát không nhỏ hơn 1,30 μ m được xác định bằng phương pháp Fisher. Do đó, khi đúc phun hỗn hợp đã ngào trộn chứa các hạt nêu trên, hạt từ tính có thể có đặc tính định hướng rất cao và khả năng chống khử từ rất tốt, và do đó thích hợp để làm hạt từ tính dùng cho nam châm liên kết.

Theo sáng chế, "đặc tính định hướng cao (hoặc rất tốt)" như được sử dụng ở đây để chỉ rằng trong các hạt từ tính có lượng ferit giống nhau, không chỉ mật độ từ thông bão hòa ($4\pi I_s$) mà cả mật độ từ thông dư (Br) của các hạt từ tính đều cao, nhưng không có nghĩa là chỉ có tỷ lệ định hướng ($Br/4\pi I_s$) của các hạt từ tính là cao. Ngay cả khi tỷ

lệ định hướng của các hạt từ tính là như nhau, nếu chính mật độ từ thông bão hòa ($4\pi I_s$) của các hạt từ tính là thấp, mật độ từ thông dư (B_r) của các hạt từ tính cũng thấp, nên các hạt từ tính thu được có thể không có đặc tính định hướng cao.

Theo sáng chế, "khả năng chống khử từ rất tốt" như được sử dụng ở đây để chỉ rằng trong các hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết có hàm lượng hạt ferit giống nhau, không chỉ chỉ số iH_c mà cả chỉ số H_k của hỗn hợp nhựa đều cao, nhưng không có nghĩa là chỉ có chỉ số iH_c của hỗn hợp nhựa là cao. Chỉ số iH_c cho thấy trường nghịch từ để làm giảm mật độ từ thông dư B_r của hỗn hợp nhựa tới 0 mT do sự khử từ của nó. Mặt khác, chỉ số H_k cho thấy trường nghịch từ để làm giảm 10% mật độ từ thông dư B_r của hỗn hợp nhựa do sự khử từ của nó, tức là, trường nghịch từ có tính vuông. Ngay cả khi hỗn hợp nhựa có chỉ số iH_c giống nhau, hỗn hợp nhựa có chỉ số H_k cao hơn có thể ức chế sự khử từ hiệu quả hơn trong các động cơ và rôto.

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có thể tạo ra sản phẩm đúc có độ bền cơ học và đặc tính từ rất tốt và do đó có thể được sử dụng thích hợp làm hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây.

Trước hết, hạt ferit dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế (sau đây được gọi đơn giản là "hạt ferit") được giải thích.

Thành phần của hạt ferit theo sáng chế là không bị giới hạn cụ thể, miễn là chúng ở dạng ferit loại plumbit có từ tính, và có thể là hạt ferit trên cơ sở Sr hoặc hạt ferit trên cơ sở Ba. Ngoài ra, hạt ferit cũng có thể chứa các loại nguyên tố khác như La, Nd, Pr, Co và Zn.

Hình dạng của hạt ferit theo sáng chế là dạng dẹt, và tốt hơn là hạt dạng dẹt có sáu cạnh.

Độ biến dạng của tinh thể (độ biến dạng của mạng tinh thể) của hạt ferit theo sáng chế là không lớn hơn 0,14. Nếu độ biến dạng tinh thể của hạt ferit lớn hơn 0,14, độ kết tinh của hạt ferit là thấp, nên đặc tính từ iH_c và H_k của sản phẩm đúc thu được bằng cách đúc phun hỗn hợp nhựa sử dụng hạt ferit có xu hướng giảm không mong muốn. Tốt hơn nếu độ biến dạng tinh thể của hạt ferit theo sáng chế không lớn hơn 0,13, và

còn tốt hơn nữa nếu độ biến dạng này không lớn hơn 0,12. Giới hạn dưới theo lý thuyết của độ biến dạng tinh thể của hạt ferit là 0. Độ biến dạng tinh thể bằng 0 thu được khi đo hạt ferit ở trạng thái không được định hướng. Ngoài ra, tốt hơn nếu kích thước tinh thể của hạt ferit theo sáng chế không nhỏ hơn 130nm, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 150 đến 300nm.

Đường kính hạt trung bình của hạt ferit theo sáng chế được xác định bằng phương pháp Fisher là không nhỏ hơn 1,30 μ m. Nếu đường kính hạt trung bình của hạt ferit nhỏ hơn 1,30 μ m, hỗn hợp nhựa chứa hạt ferit có xu hướng không đảm bảo độ nhót thích hợp để định hướng (có xu hướng giảm khả năng chảy), nên có thể khó tạo ra nam châm liên kết có đặc tính từ cao. Tốt hơn nếu đường kính hạt trung bình của hạt ferit không nhỏ hơn 1,40 μ m và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 1,50 μ m. Giới hạn trên của đường kính hạt trung bình của hạt ferit là khoảng 4,00 μ m. Trong khi đó, như được mô tả ở trên, hình dạng của hạt ferit theo sáng chế không phải là hình cầu mà là hình dẹt, và đường kính hạt trung bình của nó là giá trị bằng số của đường kính hạt được xác định theo phương pháp Fisher.

Tốt hơn nếu diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của hạt ferit theo sáng chế nằm trong khoảng từ 1,5 đến 2,5 m²/g.

Tốt hơn nếu độ dày trung bình của hạt ferit theo sáng chế được xác định bằng cách soi kính hiển vi điện tử quét nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,0 μ m. Nếu độ dày trung bình của hạt ferit nằm ngoài khoảng nêu trên, hạt ferit tạo ra có xu hướng hầu như không nén được, có tỷ trọng cao khi được chế tạo thành nam châm liên kết, nên có thể khó tạo ra nam châm liên kết có đặc tính từ cao. Tốt hơn nữa nếu độ dày trung bình của hạt ferit theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,3 đến 1,0 μ m và còn tốt hơn nữa là từ 0,4 đến 0,7 μ m.

Tốt hơn nếu tỷ lệ kích thước (đường kính/độ dày trung bình của hạt dẹt) của hạt ferit theo sáng chế nằm trong khoảng từ 2,0 đến 7,0 và tốt hơn nữa là 2,0 đến 5,0 được xác định bằng cách soi kính hiển vi điện tử quét. Khi tỷ lệ kích thước của hạt ferit được kiểm soát trong khoảng nêu trên, hỗn hợp nhựa chứa hạt ferit có thể chảy theo hướng song song với bề mặt đã định hướng của các hạt này.

Tốt hơn nếu chỉ số từ hóa bão hòa σ_s của hạt ferit theo sáng chế nằm trong khoảng từ 65,0 đến 73,0 Am²/kg (65,0 đến 73,0 emu/g), và tốt hơn nếu lực kháng từ H_c

của hạt ferit nằm trong khoảng từ 206,9 đến 279 kA/m (2600 đến 3500 Oe). Ngoài ra, tốt hơn nếu Br của hạt ferit nằm trong khoảng từ 160 đến 200 mT (1600 đến 2000 G).

Tiếp theo, phương pháp sản xuất hạt ferit theo sáng chế được mô tả.

Hạt ferit theo sáng chế có thể được tạo ra bằng cách trộn các hạt nguyên liệu ở tỷ lệ trộn định trước; ép trong khuôn hỗn hợp thu được bằng cách sử dụng máy ép trực lăn; nung sản phẩm đã ép này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1250°C trong không khí và sau đó nghiền hạt đã nung bằng cách sử dụng máy nghiền rung và rửa bằng nước; và sau đó xử lý nhiệt bằng cách ủ hạt thu được ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 1100°C trong không khí.

Các hạt nguyên liệu có thể được chọn thích hợp từ hạt oxit, hydroxit, cacbonat, nitrat, sulfat, clorua, v.v. của các kim loại khác nhau có thể tạo ra ferit loại plumbit có từ tính. Trong khi đó, theo quan điểm cải thiện khả năng phản ứng của các hạt nguyên liệu khi nung, tốt hơn nếu đường kính hạt của các hạt nguyên liệu không lớn hơn 2,0µm.

Ngoài ra, theo sáng chế, tốt hơn nếu các hạt nguyên liệu đã trộn được nung bằng cách bổ sung chất trợ dung vào đó. Có thể sử dụng các chất trợ dung khác nhau để làm chất trợ dung. Ví dụ về chất trợ dung bao gồm $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, MgCl_2 , KCl, NaCl, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ và $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, v.v.. Tốt hơn nếu lượng chất trợ dung tương ứng được bổ sung vào nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10 phần trọng lượng và tốt hơn nữa là 0,1 đến 8,0 phần trọng lượng tính theo 100 phần trọng lượng các hạt nguyên liệu đã trộn.

Ngoài ra, theo sáng chế, Bi_2O_3 có thể được bổ sung và trộn vào các hạt nguyên liệu đã trộn hoặc các hạt thu được bằng cách nung và sau đó nghiền các hạt nguyên liệu này.

Trong khi đó, theo sáng chế, theo quan điểm kiểm soát tốt phân bố cỡ hạt, các hạt lớn hơn và các hạt nhỏ hơn có thể được sử dụng ở dạng hỗn hợp của chúng.

Tốt hơn nếu quá trình ép trong khuôn trước khi nung được thực hiện bằng cách sử dụng máy ép trực lăn do điều quan trọng là ép và tạo hạt hỗn hợp nguyên liệu. Hỗn hợp nguyên liệu được ép giữa hai trục lăn nhờ trục vít và được ép và tạo hạt ở đó. Tốt hơn nếu áp lực ép của trục ép không nhỏ hơn 70 kg/cm², và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 80 kg/cm². Khi khoảng cách giữa các nguyên liệu Fe_2O_3 và SrCO_3 nhỏ hơn, phản ứng tạo ferit là phản ứng ở trạng thái rắn có xu hướng có khả năng phản ứng cao hơn,

và cường độ đỉnh nhiễu xạ trong nhiễu xạ đồ XRD có xu hướng tăng lên. Ngoài ra, ngay cả trong điều kiện áp lực ép giống nhau, khi lượng chất trợ dung bổ sung vào tăng lên, chất này tác dụng như chất kết dính, dung trọng của sản phẩm dạng hạt tăng lên, đây là điều mong muốn đối với phản ứng tạo ferit. Mặt khác, nếu lượng chất trợ dung bổ sung vào là quá lớn hoặc khi hỗn hợp các chất trợ dung và tỷ lệ của chúng là không đủ, độ kết tinh của hạt ferit có xu hướng giảm đi. Trong khi đó, khi ép và tạo hạt, nước với lượng rất nhỏ có thể được bổ sung vào để làm thành phần kết dính.

Ngoài ra, theo sáng chế, sau khi quá trình nung được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1250°C, sản phẩm đã nung được nghiền và xử lý nhiệt bằng cách ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 1100°C. Trong trường hợp này, tốt hơn nếu quá trình nghiền được thực hiện bằng cách sử dụng máy nghiền rung. Bằng cách sử dụng máy nghiền rung, có thể thu được hạt ferit có đặc tính mong muốn theo sáng chế.

Trong hạt ferit theo sáng chế, để kiểm soát độ biến dạng tinh thể của hạt ferit không lớn hơn 1,4 được xác định bằng phương pháp XRD như được mô tả ở trên, cần tối ưu hóa điều kiện ép và tạo hạt hỗn hợp nguyên liệu khi ép trong khuôn trước khi nung, loại và lượng chất trợ dung bổ sung vào và điều kiện nghiền sau khi nung, và kết hợp chúng. Các yêu cầu này được kết hợp thích hợp để điều chỉnh độ biến dạng tinh thể hạt ferit nằm trong khoảng của sáng chế.

Tiếp theo, hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết sử dụng hạt ferit theo sáng chế được mô tả.

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có thể được tạo ra bằng cách trộn và ngào trộn hạt ferit với thành phần kết dính hữu cơ và chất kết hợp silan sao cho lượng hạt ferit có mặt trong hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết nằm trong khoảng từ 83 đến 93 phần trọng lượng, và tổng lượng chất kết dính hữu cơ và chất kết hợp silan có mặt trong hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết nằm trong khoảng từ 17 đến 7 phần trọng lượng. Nếu lượng hạt ferit có mặt trong hỗn hợp nhựa nhỏ hơn khoảng nêu trên, không thể thu được nam châm liên kết có đặc tính từ mong muốn. Nếu lượng hạt ferit có mặt trong hỗn hợp nhựa lớn hơn khoảng nêu trên, hỗn hợp nhựa thu được có xu hướng giảm khả năng chảy, nên có thể khó đúc hỗn hợp nhựa để chế tạo nam châm liên kết, và ngoài ra không thể đạt được điều kiện phân tán tốt của hạt ferit trong sản phẩm đúc do sự giảm khả năng đúc của hỗn hợp nhựa. Do đó, nam

châm liên kết thu được có xu hướng giảm đặc tính từ.

Chất kết dính hữu cơ sử dụng theo sáng chế là không bị giới hạn cụ thể, miễn là nó có thể thường được sử dụng trong nam châm liên kết thông thường. Chất kết dính hữu cơ có thể sử dụng theo sáng chế có thể được chọn thích hợp từ cao su, nhựa vinyl clorua, nhựa copolyme etylen-vinyl axetat, nhựa copolyme etylen-etyl acrylat, nhựa PPS, nhựa polyamit (nylon), chất đàn hồi polyamit và polyamit trên cơ sở polyme axit béo tùy thuộc vào ứng dụng của chúng. Trong số các chất kết dính hữu cơ này, trong trường hợp sản phẩm đúc thu được cần ưu tiên đạt được độ bền và độ cứng tốt, nhựa polyamit có thể được sử dụng thích hợp hơn. Ngoài ra, nếu cần, chất trợ tháo khuôn đã biết như muối kim loại của axit béo hoặc amit của axit béo có thể được bổ sung vào chất kết dính hữu cơ.

Theo sáng chế, để làm chất kết hợp silan, có thể sử dụng chất kết hợp silan chứa nhóm chức là nhóm bất kỳ trong số các nhóm vinyl, epoxy, amino, metacryl và mercapto, cũng như nhóm bất kỳ trong số nhóm metoxy và etoxy. Trong số các chất kết hợp silan này, chất được ưu tiên là chất kết hợp silan chứa nhóm amino và nhóm metoxy hoặc chất kết hợp silan chứa nhóm amino và nhóm etoxy.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết bằng cách sử dụng hạt ferit, chất kết dính là nhựa và chất kết hợp silan theo sáng chế được mô tả.

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có thể được tạo ra bằng phương pháp thông thường thích hợp bất kỳ đã biết dùng để tạo ra hỗn hợp nhựa thường dùng cho nam châm liên kết. Ví dụ, chất kết hợp silan, v.v.. có thể được bổ sung và trộn đều với hạt ferit theo sáng chế, và sau đó chất kết dính hữu cơ có thể được trộn đều tiếp với hỗn hợp tạo ra. Sau đó, hỗn hợp thu được được làm nóng chảy và ngào trộn bằng cách sử dụng máy ép đùn ngào trộn, v.v.. và chất đã ngào trộn này được nghiền hoặc cắt thành hạt.

Lượng chất kết hợp silan được bổ sung nằm trong khoảng từ 0,15 đến 3,5 phần trọng lượng và tốt hơn là 0,2 đến 3,0 phần trọng lượng tính theo 100 phần trọng lượng hạt ferit theo sáng chế.

Tốt hơn nếu độ biến dạng tinh thể của hạt ferit theo sáng chế không lớn hơn 0,14, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,13 khi được duy trì ở trạng thái đã định hướng

sau khi được ngào trộn với nhựa. Ngoài ra, tốt hơn nếu kích thước tinh thể của hạt ferit theo sáng chế không nhỏ hơn 500nm, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 700 đến 2000nm khi được duy trì ở trạng thái đã định hướng. Trong khi đó, độ biến dạng tinh thể và kích thước tinh thể của hạt ferit là khác nhau giữa trạng thái không được định hướng của riêng hạt ferit và trạng thái được định hướng của hạt ferit sau khi được ngào trộn với nhựa. Hạt ferit là hạt có đặc tính định hướng và do đó, kết quả đo XRD ở trạng thái không được định hướng không có tính lặp lại. Do đó, theo sáng chế, việc đo hạt ferit được thực hiện ở trạng thái hoàn toàn định hướng trong EVA, nên chỉ có đỉnh XRD trong bề mặt được định hướng có thể được phát hiện với độ lặp lại cao.

Tiếp theo, phương pháp xác định độ biến dạng tinh thể và kích thước tinh thể của hạt ferit bằng phương pháp XRD theo sáng chế được mô tả.

Sau khi trộn 162,5g (100 phần trọng lượng) hạt ferit, 17,7g (10,9 phần trọng lượng) EVA (nhựa copolyme etylen-vinyl axetat) và 0,35g (0,22 phần trọng lượng) kẽm stearat (sản phẩm của Sigma-Aldrich Co., LLC.) với nhau, hỗn hợp tạo ra được ngào trộn ở nhiệt độ 80°C trong 20 phút bằng cách sử dụng máy trộn Plastomill "ME-5HP Model" (sản phẩm của Toyo Seiki Seisakusho Ltd.). Sau khi ngào trộn xong, chất đã ngào trộn này được lấy ra khỏi máy Plastomill và được ép thành dạng tấm có độ dày 1,5 đến 2,0mm bằng máy ép hai trục "No. 88-43" (sản phẩm của Nishimura Koki Co., Ltd.) được gia nhiệt tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 60 đến 63°C. Tấm thu được được dập thành hình trụ và hai tấm hình trụ được đặt vào khuôn kim loại trong đó tấm này được làm nóng chảy ở nhiệt độ 155°C, và từ trường 9 kOe được đặt vào đó 7 lần mỗi lần theo các hướng ngược nhau. Chất nóng chảy này được để yên trong khi đặt từ trường vào đó cho đến khi chất này nguội tới nhiệt độ trong phòng. Mẫu thử nghiệm thu được được khử từ bằng cách sử dụng máy khử từ và được bố trí sao cho tia X là tia tới trên bề mặt đã định hướng của nó để xác định độ biến dạng tinh thể và kích thước tinh thể của hạt ferit trong đó bằng phương pháp XRD.

Tiếp theo, phương pháp xác định đặc tính từ định hướng trong từ trường trong thử nghiệm ngào trộn trong EVA theo sáng chế được mô tả.

Sau khi trộn 162,5g (100 phần trọng lượng) hạt ferit, 17,7g (10,9 phần trọng lượng) EVA (nhựa copolyme etylen-vinyl axetat) và 0,35g (0,22 phần trọng lượng) kẽm stearat (sản phẩm của Sigma-Aldrich Co., LLC.) với nhau, hỗn hợp tạo ra được ngào

trộn ở nhiệt độ 80°C trong 20 phút bằng cách sử dụng máy trộn Plastomill "ME-5HP Model" (sản phẩm của Toyo Seiki Seisakusho Ltd.). Sau khi ngào trộn xong, chất đã ngào trộn này được lấy ra khỏi máy trộn Plastomill và được đúc thành dạng tấm có độ dày 1,5 đến 2,0mm bằng máy ép hai trục "No. 88-43" (sản phẩm của Nishimura Koki Co., Ltd.) được gia nhiệt tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 60 đến 63°C. Sản phẩm dạng tấm này được dập thành hình trụ, và sáu tấm hình trụ được đặt vào khuôn kim loại trong đó chúng được làm nóng chảy ở nhiệt độ 155°C, và từ trường 9 kOe được đặt vào đó 7 lần mỗi lần theo các hướng ngược nhau. Chất nóng chảy này được để yên trong khi đặt từ trường vào đó cho đến khi nó nguội tới nhiệt độ trong phòng. Mẫu thử nghiệm thu được được đo đặc tính từ của nó bằng cách sử dụng máy đo BH.

Tiếp theo, sản phẩm đúc là mẫu thử nghiệm để đánh giá đặc tính từ khi phun theo sáng chế được mô tả.

Sản phẩm đúc là mẫu thử nghiệm có thể được tạo ra bằng phương pháp sau. Các hạt từ tính ferit dùng cho nam châm liên kết, chất kết dính hữu cơ, v.v.. được trộn đều trước với nhau, và/hoặc được làm nóng chảy và ngào trộn sau khi trộn với nhau, và sau đó nghiền hoặc cắt thành hạt để thu được hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết. Hỗn hợp nhựa thu được được xử lý bằng phương pháp như được mô tả dưới đây, nhờ đó thu được mẫu thử nghiệm có đường kính ϕ 25mm và độ dày 10,5mm.

Khi xác định đặc tính từ bằng các phương pháp được mô tả ở trên và trong các ví dụ nêu dưới đây, tốt hơn nếu mật độ từ thông dư Br của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó theo sáng chế không nhỏ hơn 230 mT (2300 G), và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 235 mT (2350 G); tốt hơn nếu lực kháng từ iHc của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó theo sáng chế nằm trong khoảng từ 206,9 đến 278,5 kA/m (2600 đến 3500 Oe), và tốt hơn nữa là 214,9 đến 258,6 kA/m (2700 đến 3250 Oe); tốt hơn nếu tích năng lượng từ cực đại $BH_{\max}$ của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó theo sáng chế không nhỏ hơn 10,3 kJ/m³ (1,30 MGOe), và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 10,7 kJ/m³ (1,35 MGOe); tốt hơn nếu mật độ từ thông bão hòa $4\pi Is$ của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó theo sáng chế không nhỏ hơn 230 mT (2300 G), và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 240 mT (2400 G); tốt hơn nếu chỉ số $Br/4\pi Is$ của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó

theo sáng chế không nhỏ hơn 0,95, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 0,96; tốt hơn nếu chỉ số Hk của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó theo sáng chế không nhỏ hơn 198,9 kA/m (2500 Oe), và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 202,9 kA/m (2550 Oe); và tốt hơn nếu chỉ số bHc của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết và vật đúc thu được từ đó theo sáng chế không nhỏ hơn 198,9 kA/m (2500 Oe), và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 202,9 kA/m (2550 Oe).

Tốt hơn nếu độ bền kéo của sản phẩm đúc chứa hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế không nhỏ hơn 60 (MPa), tốt hơn nếu độ bền uốn của sản phẩm đúc không nhỏ hơn 110 (MPa), và tốt hơn nếu độ bền va đập Izod của sản phẩm đúc không nhỏ hơn 16 KJ/m², hoặc sản phẩm đúc không bị vỡ khi được xác định bằng phương pháp như được mô tả trong các ví dụ dưới đây.

Chức năng

Bằng cách kiểm soát độ biến dạng tinh thể hạt ferit không lớn hơn 0,14 như được xác định bằng phương pháp XRD và kiểm soát đường kính hạt trung bình của hạt ferit không nhỏ hơn 1,30µm được xác định bằng phương pháp Fisher, không chỉ hạt ferit theo sáng chế có thể được cải thiện về lực kháng từ và hỗn hợp nhựa chứa hạt ferit theo sáng chế có thể đảm bảo độ nhót tốt thích hợp để định hướng hạt ferit, mà sản phẩm đúc chứa hạt ferit và/hoặc hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có thể có đặc tính định hướng và Hk rất tốt, điều này được tác giả sáng chế cho là do nguyên nhân sau mặc dù vẫn chưa được xác định rõ ràng.

Bằng cách kiểm soát độ biến dạng tinh thể hạt ferit theo sáng chế không lớn hơn 0,14 như được xác định bằng phương pháp XRD và kiểm soát đường kính hạt trung bình của hạt ferit không nhỏ hơn 1,30µm được xác định bằng phương pháp Fisher, hạt ferit được cho là có độ kết tinh tăng lên và lực kháng từ cao. Ngoài ra, hạt ferit có hình dạng hạt sao cho khi phun hỗn hợp nhựa vào khoang của khuôn trong từ trường, hạt ferit trong đó có thể chảy theo hướng song song với bề mặt đã định hướng của nó, và hạt ferit cũng có độ kết tinh tốt nên sự định hướng của hạt ferit đối với từ trường ngoài có thể được tạo thuận lợi.

Do hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế chứa 83 đến 93% trọng lượng hạt ferit dùng cho nam châm liên kết và 7 đến 17% trọng lượng chất kết dính hữu cơ, hạt ferit và chất kết dính hữu cơ được cho là có thể được duy trì trong hỗn

hợp nhựa trong điều kiện phân tán đồng nhất và lý tưởng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ điển hình theo sáng chế được mô tả dưới đây.

Đường kính hạt trung bình của hạt ferit theo sáng chế được xác định bằng cách sử dụng máy phân cỡ "Model 95" sản phẩm của Fisher Scientific K.K.

Độ biến dạng tinh thể và kích thước tinh thể (trạng thái không được định hướng) của hạt ferit theo sáng chế được xác định bằng phương pháp XRD trong đó hạt ferit được nạp vào bộ phận chứa mẫu để đo XRD và đo XRD bằng cách sử dụng chương trình phần mềm TOPAS là sản phẩm của Bruker AXS K.K.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp BET của hạt ferit theo sáng chế được xác định bằng cách sử dụng thiết bị phân tích diện tích bề mặt riêng hoàn toàn tự động "Macrosorb model-1201" là sản phẩm của Mountech Co., Ltd.

Tỷ trọng nén của hạt ferit theo sáng chế được xác định là tỷ trọng của hạt được xác định bằng cách nén hạt này dưới áp lực 1 t/cm^2 .

Mật độ từ thông dư Br và lực kháng từ iHc của hạt ferit được xác định như sau. Hạt được ép bằng cách đặt lực ép 1 t/cm^2 vào đó để thu được mẫu hạt ép, và sau đó đặc tính từ của mẫu hạt ép thu được được xác định trong từ trường 14 kOe bằng cách sử dụng máy ghi đặc tính từ hóa tự động D.C. 3257 là sản phẩm của Yokogawa Hokushin Denki Co., Ltd.

Tốc độ dòng khối lượng nóng chảy (melt flow rate: MFR) của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết được xác định bằng cách làm nóng chảy hỗn hợp nhựa ở nhiệt độ 270°C và xác định MFR của hỗn hợp nhựa nóng chảy này dưới tải trọng 10kg, theo phương pháp JIS K7210.

Tỷ trọng khi ép trong khuôn của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết được xác định như sau. Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết được làm nóng chảy trong khoang của khuôn kim loại có đường kính $\phi 25\text{mm}$ và chiều cao 10,5mm để thu được mẫu đúc, và tỷ trọng của mẫu đúc thu được này được xác định bằng cách sử dụng máy đo tỷ trọng điện tử "EW-120SG" là sản phẩm của Yasuda Seiki Seisakusho Co., Ltd.

Mẫu thử nghiệm dùng để đo đặc tính từ được tạo ra như sau. Bằng cách sử dụng

máy đúc phun "J20MII Model" là sản phẩm của Nippon Seikosho Co., Ltd., các hạt hỗn hợp nhựa được làm nóng chảy ở nhiệt độ trong xy lanh bằng 260°C , và nhựa nóng chảy thu được được bơm vào ở nhiệt độ khuôn kim loại bằng 80°C trong khi đặt từ trường 4,0 kOe vào đó để thu được mẫu thử nghiệm có đường kính 25,0mm và độ dày 10,5mm. Áp lực bơm khi đúc phun mẫu thử nghiệm được ghi lại để đánh giá khả năng đúc phun của hỗn hợp nhựa. Đặc tính từ khác nhau (Hk, mật độ từ thông dư Br, lực kháng từ iHc, lực kháng từ bHc, tích năng lượng từ cực đại BH_{max} và mật độ từ thông bão hòa $4\pi\text{Is}$) của mẫu thử nghiệm thu được được xác định bằng cách sử dụng máy phân tích đặc trưng từ hóa DC "BH-5501" là sản phẩm của Electronic Magnetic Industry Co., Ltd.

Mẫu thử nghiệm dùng để xác định độ bền được tạo ra như sau. Bằng cách sử dụng máy đúc phun "J20MII Model" là sản phẩm của Nippon Seikosho Co., Ltd., thu được sản phẩm đúc là mẫu thử nghiệm có tổng chiều dài 175mm, tổng chiều rộng 12,5mm và độ dày 3,2mm. Áp lực bơm khi đúc phun mẫu thử nghiệm được ghi lại để đánh giá khả năng đúc phun của hỗn hợp nhựa.

Độ bền kéo được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D638. Cụ thể, mẫu thử nghiệm được chuẩn bị bằng cách sử dụng máy đúc phun "J20MII Model" là sản phẩm của Nippon Seikosho Co., Ltd., và sau đó độ bền kéo của mẫu thử nghiệm được xác định bằng cách sử dụng máy thử nghiệm đa năng chính xác sử dụng hệ thống kiểm soát đo có máy tính hỗ trợ "AG-1" là sản phẩm của Shimadzu Corp.

Độ bền uốn được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D790. Cụ thể, mẫu thử nghiệm được chuẩn bị bằng cách sử dụng máy đúc phun "J20MII Model" là sản phẩm của Nippon Seikosho Co., Ltd., và sau đó độ bền uốn của mẫu thử nghiệm được xác định bằng cách sử dụng máy thử nghiệm đa năng chính xác sử dụng hệ thống kiểm soát đo có máy tính hỗ trợ "AG-1" là sản phẩm của Shimadzu Corp.

Độ bền va đập Izod được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D256. Cụ thể, mẫu thử nghiệm được chuẩn bị bằng cách sử dụng máy đúc phun " Model J20MII" là sản phẩm của Nippon Seikosho Co., Ltd., và sau đó độ bền va đập Izod của mẫu thử nghiệm được xác định bằng cách sử dụng máy thử độ bền va đập Izod "No. 158" là sản phẩm của Yasuda Seiki Seisakusho Co., Ltd.

Ví dụ 1

Sản xuất hạt ferit

100000g bột $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ và 15900g SrCO_3 được cân (tỷ lệ mol của Fe và Sr là $2\text{Fe}:\text{Sr} = 5,95:1$), trộn với nhau trong máy nghiền ướt trong 30 phút, và sau đó được lọc và sấy. Dung dịch nước của SrCl_2 và dung dịch nước của $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ lần lượt được bổ sung và trộn kỹ trong hạt hỗn hợp thu được, và hỗn hợp tạo ra được ép và tạo hạt dưới áp lực 90 kg/cm^2 bằng cách sử dụng máy ép trục lăn. Lúc này, lượng SrCl_2 và $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ lần lượt là 2,5% trọng lượng và 0,25% trọng lượng tính theo trọng lượng của các hạt nguyên liệu nêu trên. Sản phẩm dạng hạt thu được được nung trong không khí ở nhiệt độ 1150°C trong 2 giờ. Sản phẩm đã nung được nghiền thô, và sau đó nghiền bằng máy nghiền ướt trong 30 phút, sau đó hạt tạo ra được rửa bằng nước, lọc và sấy. Sau đó, dung dịch hỗn hợp của rượu isopropylic và trietanol amin được bổ sung vào hạt thu được, và hạt này được nghiền tiếp bằng cách sử dụng máy nghiền rung khô trong 30 phút. Lúc này, dung dịch hỗn hợp được bổ sung với lượng sao cho lượng rượu isopropylic và trietanol amin bổ sung lần lượt là 0,2% trọng lượng và 0,1% trọng lượng tính theo sản phẩm khô đã nghiền ướt nêu trên. Tiếp đó, sản phẩm nghiền được xử lý nhiệt trong không khí ở nhiệt độ 970°C trong 1,5 giờ.

Điều kiện sản xuất sử dụng ở trên được thể hiện trong bảng 1, và các đặc tính khác nhau của hạt ferit thu được được thể hiện trong bảng 2.

Ví dụ 2

Quy trình tương tự như trong Ví dụ 1 được thực hiện chỉ khác là thành phần, lượng các nguyên liệu tương ứng được bổ sung và nhiệt độ nung/xử lý nhiệt v.v.. được thay đổi khác nhau, nhờ đó thu được hạt ferit.

Điều kiện sản xuất sử dụng ở trên được thể hiện trong bảng 1, và các đặc tính khác nhau của hạt ferit thu được được thể hiện trong bảng 2.

Ví dụ so sánh 1 và 2

Thành phần, loại và lượng chất phụ gia được bổ sung vào, áp lực ép khi tạo hạt, v.v.. được thay đổi khác nhau, và máy nghiền khô được sử dụng thay cho máy nghiền rung khô, nhờ đó thu được hạt ferit nêu trong Ví dụ so sánh 1 và 2. Điện sản xuất này được thể hiện trong bảng 1, và các đặc tính khác nhau của hạt ferit thu được để dùng cho nam châm liên kết được thể hiện trong bảng 2.

Trong khi đó, trong bảng 2, để dễ so sánh, bảng này cũng thể hiện điều kiện định

hướng liên quan đến độ biến dạng tinh thể và kích thước tinh thể (kết quả đo của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết trong các ví dụ 3 đến 5 và Ví dụ so sánh 3 đến 6 như được mô tả dưới đây).

Ví dụ 3

Sản xuất hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết

Hạt ferit thu được trong ví dụ 1 được cân với lượng 25000g và nạp vào máy trộn Henschel, và chất kết hợp silan trên cơ sở aminoalkyl được bổ sung vào với lượng 0,5 phần trọng lượng tính theo 100 phần trọng lượng hạt ferit nêu trên và trộn với nhau trong 20 phút cho đến khi thu được hỗn hợp đồng nhất. Ngoài ra, 11,98 phần trọng lượng nhựa nylon 12 có độ nhớt tương đối bằng 1,60 và 0,2 phần trọng lượng amit axit béo được bổ sung vào hỗn hợp tạo ra và trộn tiếp chúng với nhau trong 30 phút, nhờ đó thu được hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết.

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết này được nạp ở tốc độ không đổi vào máy ngào trộn hai trục vít và ngào trộn trong đó ở nhiệt độ có thể làm nóng chảy nhựa nylon 12. Hỗn hợp đã ngào trộn được lấy ra khỏi máy ngào trộn ở dạng sợi, và được cắt thành hạt, mỗi hạt có kích thước ϕ 2mm x 3mm, nhờ đó thu được hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết dạng hạt.

Điều kiện sản xuất sử dụng ở trên và các đặc tính khác nhau của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được theo cách này được thể hiện trong bảng 3.

Ví dụ 4

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa hạt ferit thu được trong ví dụ 2, nhựa nylon 12 và chất kết hợp silan được tạo ra theo cách giống như trong ví dụ 3.

Các đặc tính khác nhau của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được được thể hiện trong bảng 3.

Ví dụ 5

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa hạt ferit thu được trong ví dụ 1, nhựa nylon 12 và chất kết hợp silan được tạo ra theo cách giống như trong ví dụ 3 chỉ khác là thay đổi lượng nhựa nylon 12 và chất kết hợp silan cũng như chất trợ tháo khuôn được bổ sung vào đó.

Các đặc tính khác nhau của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được được thể hiện trong bảng 3.

Ví dụ so sánh 3 và 4 (để so sánh với ví dụ 3):

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa các hạt ferit khác nhau, nhựa nylon 12 và chất kết hợp silan được tạo ra theo cách giống như trong ví dụ 3.

Các đặc tính khác nhau của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được được thể hiện trong bảng 3.

Ví dụ so sánh 5 và 6 (để so sánh với ví dụ 5):

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa các hạt ferit khác nhau, nhựa nylon 12 và chất kết hợp silan được tạo ra theo cách giống như trong ví dụ 5.

Các đặc tính khác nhau của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được được thể hiện trong bảng 3.

Ví dụ 6

Đúc phun sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm

Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được trong ví dụ 3 được sấy ở 100°C trong 3 giờ, làm nóng chảy ở nhiệt độ 280°C trong máy đúc phun, và đúc phun trong bộ khuôn kim loại ở nhiệt độ 80°C trong thời gian phun 0,3 giây, nhờ đó thu được sản phẩm đúc là mẫu thử nghiệm có tổng chiều dài 175 mm, tổng chiều rộng 12,5 mm và độ dày 3,2mm. Khả năng đúc phun và các đặc tính khác nhau của sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm thu được được thể hiện trong bảng 4.

Ví dụ 7

Quy trình tương tự như trong Ví dụ 6 được thực hiện, chỉ khác là hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được trong ví dụ 4 được sử dụng, nhờ đó thu được sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm. Khả năng đúc phun và các đặc tính khác nhau của sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm thu được được thể hiện trong bảng 4.

Ví dụ 8

Quy trình tương tự như trong Ví dụ 6 được thực hiện, chỉ khác là hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết thu được trong ví dụ 5 được sử dụng, nhờ đó thu được sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm. Khả năng đúc phun và các đặc tính khác nhau của sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm thu được được thể hiện trong bảng 4.

Ví dụ so sánh 7 và 8

Quy trình tương tự như trong Ví dụ 6 được thực hiện, chỉ khác là các hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết khác nhau được sử dụng, nhờ đó thu được sản phẩm

đúc mẫu thử nghiệm. Khả năng đúc phun và các đặc tính khác nhau của sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm này được thể hiện trong bảng 4.

Ví dụ so sánh 9 và 10

Quy trình tương tự như trong Ví dụ 8 được thực hiện, chỉ khác là các hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết khác nhau được sử dụng, nhờ đó thu được sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm. Khả năng đúc phun và các đặc tính khác nhau của sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm này được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 1

Ví dụ và ví dụ so sánh	Sản xuất hạt ferit			
	Nguyên liệu chứa Fe		Nguyên liệu chứa Sr	
	Loại	Lượng (g)	Loại	Lượng (g)
Ví dụ 1	α -Fe ₂ O ₃	100000	SrCO ₃	15900
Ví dụ 2	α -Fe ₂ O ₃	100000	SrCO ₃	15900
Ví dụ so sánh 1	α -Fe ₂ O ₃	100000	SrCO ₃	15900
Ví dụ so sánh 2	α -Fe ₂ O ₃	100000	SrCO ₃	16020

Bảng 1 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Sản xuất hạt ferit				
	2Fe/Sr	SrCl ₂		Na ₂ B ₄ O ₇	
	Tỷ lệ mol (-)	Lượng (g)	Tỷ lệ bổ sung (% trọng lượng)	Lượng bổ sung (g)	Tỷ lệ bổ sung (% trọng lượng)
Ví dụ 1	5,95	2898	2,5	290	0,25
Ví dụ 2	5,95	2318	2,0	232	0,20
Ví dụ so sánh 1	5,95	3477	3,0	348	0,30
Ví dụ so sánh 2	5,90	4061	3,5	580	0,50

Bảng 1 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Sản xuất hạt ferit			
	Tạo hạt	Nung	Nghiền	Xử lý nhiệt
	Áp suất (kg/cm ²)	Nhiệt độ nung (°C)	Thiết bị nghiền	Nhiệt độ xử lý (°C)
Ví dụ 1	90	1150	Máy nghiền rung khô	970
Ví dụ 2	90	1160	Máy nghiền rung khô	980
Ví dụ so sánh 1	70	1170	Máy nghiền khô	970
Ví dụ so sánh 2	50	1180	Máy nghiền khô	970

Bảng 2

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính XRD			
	Kích thước tinh thể		Độ biến dạng	
	Trạng thái được định hướng (nm)	Trạng thái không được định hướng (nm)	Trạng thái được định hướng (-)	Trạng thái không được định hướng (-)
Ví dụ 1	910	215	0,0871	0,1018
Ví dụ 2	1110	186,8	0,0669	0,0675
Ví dụ so sánh 1	322	171	0,1993	0,1600
Ví dụ so sánh 2	310	186	0,2158	0,1787

Bảng 2 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính của hạt		
	Đường kính hạt trung bình	Tỷ trọng khi ép	Diện tích bề mặt riêng
	Ps-f	CD	BET
	(μm)	(g/cm ³)	(m ² /g)
Ví dụ 1	1,57	3,21	1,87
Ví dụ 2	1,72	3,24	1,60

Ví dụ so sánh 1	1,65	3,25	1,65
Ví dụ so sánh 2	1,62	3,33	1,70

Bảng 2 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính của hạt		
	Hình dạng hạt	Đặc tính từ khi ép	
	Đường kính/độ dày hạt dẹt	iHc	Br
	(-)	(Oe)	(G)
Ví dụ 1	2-4	2950	1810
Ví dụ 2	2-4	3070	1790
Ví dụ so sánh 1	2-3	2950	1750
Ví dụ so sánh 2	1-3	2790	1790

Bảng 2 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính từ khi ngào trộn trong EVA		
	Định hướng trong từ trường (9kOe)		
	Br	$4\pi I_s$	$Br/4\pi I_s$
	(G)	(G)	(-)
Ví dụ 1	2810	2890	0,972
Ví dụ 2	2800	2880	0,972
Ví dụ so sánh 1	2800	2880	0,972
Ví dụ so sánh 2	2800	2860	0,979

Bảng 3

Ví dụ và ví dụ so sánh	Loại ferit	Đặc tính của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết	
		MFR (g/10 phút)	Tỷ trọng khi ép (g/cm ³)
Ví dụ 3	Ví dụ 1	68	3,53

Ví dụ 4	Ví dụ 2	66	3,52
Ví dụ 5	Ví dụ 1	62	3,68
Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 1	65	3,52
Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 2	70	3,52
Ví dụ so sánh 5	Ví dụ so sánh 1	50	3,68
Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 2	76	3,71

Bảng 3 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết			
	Đánh giá đặc tính từ khi đúc phun			
	Hk		bHc	
	(kA/m)	(Oe)	(kA/m)	(Oe)
Ví dụ 3	210,9	2650	204,5	2570
Ví dụ 4	217,6	2735	207,7	2610
Ví dụ 5	205,3	2580	206,9	2600
Ví dụ so sánh 3	195,0	2450	192,6	2420
Ví dụ so sánh 4	182,2	2290	188,6	2370
Ví dụ so sánh 5	192,6	2420	198,1	2490
Ví dụ so sánh 6	187,8	2360	191,8	2410

Bảng 3 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết			
	Đánh giá đặc tính từ khi đúc phun			
	iHc		(BH) _{max}	
	(kA/m)	(Oe)	(kJ/m ³)	(MGOe)
Ví dụ 3	260,2	3270	15,44	1,94
Ví dụ 4	270,6	3400	15,44	1,94
Ví dụ 5	244,3	3070	16,71	2,10
Ví dụ so sánh 3	238,7	3000	14,72	1,85
Ví dụ so sánh 4	240,3	3020	14,33	1,80

Ví dụ so sánh 5	234,8	2950	16,39	2,06
Ví dụ so sánh 6	231,6	2910	15,12	1,90

Bảng 3 (tiếp theo)

Ví dụ và ví dụ so sánh	Đặc tính của hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết				
	Đánh giá đặc tính từ khi đúc phun				
	Br		4 π Is		Br/4 π Is
	(mT)	(G)	(mT)	(G)	(-)
Ví dụ 3	281	2810	290	2900	0,969
Ví dụ 4	280	2800	289	2890	0,969
Ví dụ 5	292	2920	304	3040	0,961
Ví dụ so sánh 3	274	2740	287	2870	0,955
Ví dụ so sánh 4	271	2710	284	2840	0,954
Ví dụ so sánh 5	287	2870	303	3030	0,947
Ví dụ so sánh 6	278	2780	297	2970	0,936

Bảng 4

Ví dụ và ví dụ so sánh	Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết	Đặc tính của sản phẩm đúc mẫu thử nghiệm được cắt bằng máy cắt Dumbbell		
		Độ bền uốn (MPa)	Độ bền kéo (Mpa)	Độ bền va đập Izod (kJ/m ²)
Ví dụ 6	Ví dụ 3	127,0	64,0	NB
Ví dụ 7	Ví dụ 4	125,0	64,0	23,94
Ví dụ 8	Ví dụ 5	118,0	61,5	17,0
Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 3	126,0	61,5	không bị vỡ
Ví dụ so sánh 8	Ví dụ so sánh 4	130,0	63,0	không bị vỡ
Ví dụ so sánh 9	Ví dụ so sánh 5	116,0	62,0	16,8

Ví dụ so sánh 10	Ví dụ so sánh 6	120,0	60,6	19,6
------------------	--------------------	-------	------	------

Như được thể hiện trong bảng 3, sản phẩm đúc thu được bằng cách đúc phun hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có mật độ từ thông dư không nhỏ hơn 230 mT (2300 G), $4\pi Is$ không nhỏ hơn 230 mT (2300 G), $Br/4\pi Is$ không nhỏ hơn 0,96, lực kháng từ iH_c nằm trong khoảng từ 206,9 đến 278,5 kA/m (2600 đến 3500 Oe), và tích năng lượng từ cực đại BH_{max} không nhỏ hơn 10,3 kJ/m³ (1,30 MGOe).

Ngoài ra, khi so sánh các sản phẩm đúc từ hỗn hợp nhựa có tỷ trọng khi đúc gần giống nhau, tức là, so sánh giữa các ví dụ 3 và 4 và Ví dụ so sánh 3 và 4 và giữa Ví dụ 5 và các Ví dụ so sánh 5 và 6, đã khẳng định được rằng sản phẩm đúc thu được trong các ví dụ của sáng chế có đặc tính từ rất tốt, tức là xét về H_k , bH_c , iH_c , $BH_{(max)}$, Br , $4\pi Is$ và $Br/4\pi Is$, so với sản phẩm đúc thu được trong các ví dụ so sánh.

Ngoài ra, như được thể hiện trong bảng 4, đã khẳng định được rằng sản phẩm đúc thu được trong các ví dụ 6 và 7 có đặc tính từ và độ bền cơ học rất tốt so với sản phẩm đúc thu được trong ví dụ so sánh 7 và 8, và sản phẩm đúc thu được trong ví dụ 8 cũng có đặc tính từ và độ bền cơ học rất tốt so với sản phẩm thu được trong ví dụ so sánh 9 và 10.

Do vậy, đã khẳng định được rằng sản phẩm đúc phun thu được theo sáng chế có đặc tính định hướng rất tốt so với các sản phẩm thu được trong ví dụ so sánh.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Nam châm liên kết thu được bằng cách sử dụng hạt ferit và/hoặc hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo sáng chế có đặc tính định hướng cao, lực từ cao, lực kháng từ cao, và H_k cao, và có cả độ bền uốn và đặc tính từ rất tốt, và do đó hạt ferit và/hoặc hỗn hợp nhựa theo sáng chế có thể được sử dụng thích hợp làm hạt ferit và/hoặc hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết, cụ thể là nam châm dùng cho động cơ và rôto.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hạt ferit dùng cho nam châm liên kết có độ biến dạng tinh thể không lớn hơn 0,14 được xác định bằng phương pháp XRD, và đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1,30 μ m được xác định bằng phương pháp Fisher, và mật độ từ thông dư Br của hạt ferit nằm trong khoảng từ 160 đến 200 mT (1600 đến 2000 G).
2. Hạt ferit dùng cho nam châm liên kết theo điểm 1, trong đó hạt ferit này là hạt ferit loại plumbit có từ tính.
3. Hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết chứa 83 đến 93% trọng lượng hạt ferit dùng cho nam châm liên kết theo điểm 1 hoặc 2, và 7 đến 17% trọng lượng chất kết dính hữu cơ.
4. Sản phẩm đúc chứa hỗn hợp nhựa dùng cho nam châm liên kết theo điểm 3.
5. Sản phẩm đúc theo điểm 4, trong đó sản phẩm đúc này là sản phẩm đúc phun.