



(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)



1-0026419

(51)⁷ B22F 3/03; B30B 15/02; B30B 11/00

(13) B

(21) 1-2016-00812

(22) 04/03/2016

(30) 2015-043326 05/03/2015 JP

(45) 25/11/2020 392

(43) 26/09/2016 342A

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

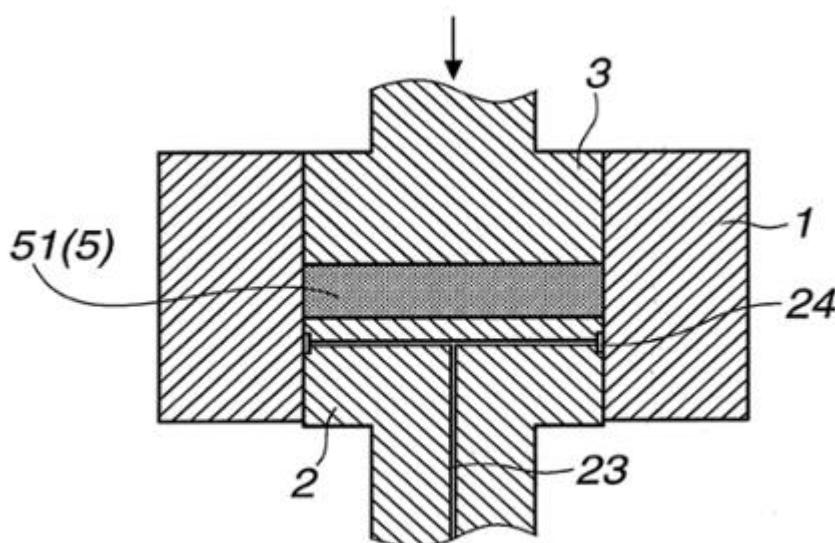
6-1, Ohtemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

(72) Osamu KOHNO (JP); Yoshihiro UMEBAYASHI (JP); Ryuji NAKAMURA (JP);
Takahiro HASHIMOTO (JP).

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

(54) THIẾT BỊ ĐÚC BỘT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NAM CHÂM THIÊU KẾT
BẰNG ĐẤT HIẾM NHỜ SỬ DỤNG THIẾT BỊ NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị đúc bột và phương pháp sản xuất nam châm thiêu kết bằng đất hiếm nhờ sử dụng thiết bị này. Khi nguyên liệu bột (5) được đúc bằng cách nạp nguyên liệu vào trong hốc (11) giữa chày dập dưới (2) và khuôn dập (1), đúc ép nguyên liệu giữa các chày dập trên (3) và dưới (2) thành bánh ép (51) có hình dạng mong muốn, và di chuyển chày dập dưới (2) lên trên để đẩy bánh ép (51) ra, chất bôi trơn được phết vào bề mặt bên trong của khuôn dập (1) bằng cách lắp đệm (24) quanh chày dập dưới (2) và tẩm chất bôi trơn vào đệm. Do chất bôi trơn được phết theo mỗi hoạt động đúc, hoạt động đúc có thể được thực hiện một cách liên tục.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị đúc bột và phương pháp sản xuất nam châm thiêu kết bằng đất hiếm nhờ sử dụng thiết bị này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhờ các tính chất từ tuyệt vời, ngày nay các nam châm thiêu kết bằng đất hiếm như tiêu biểu bởi các nam châm Nd (neodim) được dùng rộng rãi trong các động cơ, cảm biến và các bộ phận khác dùng trong các ổ đĩa cứng, máy điều hòa không khí, xe dùng nhiên liệu hỗn hợp và các phương tiện tương tự.

Nói chung, các nam châm thiêu kết bằng đất hiếm được sản xuất bởi ngành luyện kim bột qua các bước sau. Trước tiên, các nguyên liệu thô được trộn theo thành phần định trước, được nấu chảy trong lò nấu chảy bằng cảm ứng hoặc các lò tương tự, và được đúc thành thỏi hợp kim. Thỏi hợp kim này được nghiền thô bằng máy nghiền như máy nghiền nhai, máy nghiền quặng sắt nâu hoặc máy nghiền có vấu, hoặc bằng quá trình rang nổ bằng hydro, và sau đó được nghiền mịn bởi máy nghiền kiểu phun hoặc các loại máy tương tự thành bột mịn có cỡ hạt trung bình nằm trong khoảng từ 1 đến 10 μ m. Bột này được ép thành bánh ép có hình dạng mong muốn trong từ trường để tạo ra tính dị hướng từ, sau đó thực hiện việc thiêu kết và nhiệt luyện.

Quy trình ép trong từ trường được sử dụng trong quá trình sản xuất các nam châm thiêu kết bằng đất hiếm bởi ngành luyện kim bột nói chung là quy trình ép bằng khuôn dập bao gồm các bước: dùng khuôn có khuôn dập, chày dập trên và chày dập dưới, nạp đầy bột mịn vào hốc được tạo ra giữa khuôn dập và chày dập dưới, và ép theo một trục bột giữa các chày dập trên và dưới. Đó là cách áp dụng thực tế phổ biến để phết chất bôi trơn vào bề mặt bên trong của khuôn dập nhằm làm giảm lực ma sát giữa các chày dập trên và dưới và bề mặt bên trong khuôn dập và tạo điều kiện thuận lợi cho bánh ép thoát ra.

Đối với việc phết chất bôi trơn, phương pháp phun chất bôi trơn vào bề mặt bên trong của khuôn dập thường được dùng. Với phương pháp này, hoạt động đúc bị gián đoạn ở mỗi bước đúc hoặc sau một số chu trình đúc định trước, do mất thời gian cho hoạt động phết chất bôi trơn. Điều này có nghĩa là hoạt động phết chất bôi trơn dẫn đến làm giảm năng suất. Biện pháp mà có khả năng phết có hiệu quả chất bôi trơn để nhờ đó nâng cao khả năng sản xuất các nam châm thiêu kết bằng đất hiếm là điều mong muốn.

Danh mục các tài liệu được trích dẫn

Tài liệu sáng chế 1: JP-A H04-214803

Tài liệu sáng chế 2: JP-A H09-104902

Tài liệu sáng chế 3: JP-A 2000-197997

Tài liệu sáng chế 4: JP-A 2003-025099

Tài liệu sáng chế 5: JP-A 2006-187775

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị đúc bột bao gồm khuôn dập, chày dập trên, và chày dập dưới được làm thích ứng để di chuyển tương đối lên trên và xuống dưới, thiết bị này được tạo kết cấu để phết có hiệu quả chất bôi trơn vào phần cần thiết trong quá trình đúc ép nguyên liệu bột, mà không làm giảm năng suất, và phương pháp sản xuất nam châm thiêu kết bằng đất hiếm nhờ sử dụng thiết bị.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị đúc bột bao gồm khuôn dập, chày dập trên, và chày dập dưới được làm thích ứng để di chuyển tương đối lên trên và xuống dưới, khuôn dập có lỗ xuyên được bao quanh bởi bề mặt bên trong và kéo dài giữa các đầu trên và đầu dưới, chày dập trên có bề mặt dưới, chày dập dưới có bề mặt trên, thiết bị được vận hành bằng cách di chuyển chày dập dưới vào trong khuôn dập từ bên dưới để tạo ra hốc giữa bề mặt trên của chày dập dưới và bề mặt bên trong của khuôn dập, nạp nguyên liệu bột vào trong hốc, di chuyển chày dập trên vào trong khuôn dập từ bên trên để ép nguyên liệu bột giữa các chày dập trên và dưới dưới áp lực, để nhờ đó đúc nguyên liệu bột thành bánh ép có hình dạng mong muốn, di chuyển chày dập trên tương đối lên trên cho đến khi khuôn dập được mở ở đầu trên, di chuyển chày dập dưới tương đối lên trên để đẩy bánh ép ra, và tháo bánh ép ra

khỏi đầu trên của khuôn dập. Theo sáng chế, chày dập dưới có rãnh dạng vành đai quanh toàn bộ chu vi của nó, bộ phận phết hoặc đệm làm bằng vật liệu đàn hồi, bộ phận này có thể được tẩm chất bôi trơn, được lắp trong rãnh, chày dập dưới có ống dẫn chất bôi trơn để cấp chất bôi trơn vào đệm. Với kết cấu này, chất bôi trơn để cấp vào đệm qua ống dẫn chất bôi trơn để tẩm chất bôi trơn vào đệm, chất bôi trơn được phết từ đệm vào bề mặt bên trong khuôn dập khi chày dập dưới được di chuyển tương đối lên trên và xuống dưới trong khuôn dập trong quá trình hoạt động đúc, và hoạt động phết chất bôi trơn được lặp lại mỗi khi hoạt động đúc được lặp lại.

Theo phương án thực hiện ưu tiên, đệm được làm bằng ni, vải không dệt hoặc xốp, bộ phận này có thể được tẩm ít nhất $0,01\text{g/cm}^2$ chất bôi trơn.

Tốt hơn là, thiết bị đúc bột còn bao gồm phương tiện để tác động từ trường ngang qua hốc giữa bề mặt trên của chày dập dưới và bề mặt bên trong của khuôn dập. Theo phương án thực hiện ưu tiên, nguyên liệu bột là bột hợp kim đất hiếm, từ trường được tác động vào bột hợp kim đất hiếm để làm nhiễm từ, phân tán và định hướng, và ở trạng thái này, việc đúc ép được thực hiện để tạo ra bánh ép bằng hợp kim đất hiếm.

Theo phương án thực hiện ưu tiên, trong khi bánh ép được kẹp giữa các chày dập trên và dưới dưới áp lực định trước bằng cách ép bánh ép bởi chày dập trên và/hoặc chày dập dưới, thì bánh ép được đẩy ra khỏi khuôn dập bằng cách di chuyển lên trên các chày dập trên và dưới tương đối với khuôn dập. Tốt hơn nữa là, bánh ép được đẩy ra khỏi khuôn dập bằng cách di chuyển lên trên các chày dập trên và dưới tương đối với khuôn dập trong khi bánh ép được kẹp giữa các chày dập trên và dưới dưới áp lực định trước, và áp lực kẹp được tăng hoặc giảm trong quá trình di chuyển của các chày dập trên và dưới.

Theo phương án thực hiện ưu tiên, chất bôi trơn ít nhất là một chất được chọn từ nhóm bao gồm axit stearic, kẽm stearat, canxi stearat, metyl oleat, axit capric, axit lauric, axit myristic, axit palmitic, axit arachidic, axit behenic, và axit lignoceric, hòa tan trong dung môi dễ bay hơi.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất nam châm thiêu kết bằng đất hiếm bao gồm các bước đúc ép bột hợp kim đất hiếm thành bánh

ép, và nhiệt luyện bánh ép này để thiêu kết, bước đúc ép nhờ sử dụng thiết bị đúc bột được tạo ra trên đây.

Cụ thể là, trong thiết bị đúc bột theo sáng chế, việc đúc ép nguyên liệu bột được thực hiện trong khi đệm dạng vành đai được lắp quanh toàn bộ chu vi của chày đập dưới được tẩm chất bôi trơn. Sau đó, chất bôi trơn được phết từ đệm vào bề mặt bên trong của khuôn đập theo mỗi hoạt động đúc hoặc mỗi khi chày đập dưới được di chuyển lên trên và xuống dưới trong khuôn đập. Do hoạt động để tạo ra bên trong khuôn đập mà hốc được nạp đầy nguyên liệu bột và hoạt động để đẩy bánh ép ra khiến cho chày đập dưới di chuyển trên một phần của bề mặt bên trong khuôn đập phải chịu ép và một phần của bề mặt bên trong khuôn đập, mà các chày đập trên và dưới trượt dọc theo đó, nên chất bôi trơn có thể được phết vào toàn bộ phần cần thiết của bề mặt bên trong khuôn đập. Ngoài ra, do đệm bằng vật liệu đàn hồi được lắp quanh chu vi của chày đập dưới trượt liên tục và tiếp xúc chặt với bề mặt bên trong khuôn đập do độ đàn hồi của nó, nên chất bôi trơn được phết đồng đều và có hiệu quả từ đệm vào bề mặt bên trong khuôn đập. Điều này làm giảm lực ma sát giữa các chày đập trên và dưới và khuôn đập và tạo điều kiện thuận lợi cho bánh ép thoát ra. Có thể thu được việc ép bột có hiệu quả.

Các hiệu quả có lợi của sáng chế

Thiết bị đúc bột theo sáng chế cho phép đúc liên tục nguyên liệu bột trong khi phết chất bôi trơn đồng thời với hoạt động đúc, mà không làm gián đoạn hoạt động đúc. Việc đúc ép bánh ép bằng hợp kim đất hiếm hoặc các công việc tương tự có thể có hiệu suất cao. Nhờ sử dụng thiết bị đúc bột, các nam châm thiêu kết bằng đất hiếm có thể được sản xuất có hiệu quả.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột bao gồm khuôn đập, chày đập trên và chày đập dưới theo một phương án thực hiện của sáng chế.

FIG.2 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột, mà trong đó hốc được tạo ra bởi bề mặt trên của chày đập dưới và bề mặt bên trong của khuôn đập được nạp đầy nguyên liệu bột.

FIG.3 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột, mà trong đó chày dập dưới được di chuyển tương đối xuống dưới để tạo ra hốc tạm thời để cho phép chày dập trên tỳ lên nguyên liệu bột.

FIG.4 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột, mà trong đó chày dập trên được lồng vào trong khuôn dập từ bên trên cho đến khi chày dập trên tỳ vào nguyên liệu bột này.

FIG.5 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột, mà trong đó nguyên liệu bột trong khuôn dập được ép giữa các chày dập trên và dưới thành bánh ép có hình dạng mong muốn.

FIG.6 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột, mà trong đó chày dập trên được di chuyển tương đối lên trên cho đến khi đầu trên của khuôn dập được mở.

FIG.7 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị đúc bột, mà trong đó chày dập dưới được di chuyển tương đối lên trên để đẩy bánh ép ra khiến cho bánh ép có thể được tháo ra khỏi đầu trên mở của khuôn dập.

FIG.8 là hình vẽ phối cảnh của chày dập dưới.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả dưới đây, các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các chi tiết giống nhau hoặc tương ứng trên các hình vẽ. Ngoài ra, cũng cần hiểu rằng các thuật ngữ như "bên trên," "bên dưới," "trên," "dưới," và các thuật ngữ tương tự là các từ để thuận tiện cho việc mô tả và không được hiểu chỉ giới hạn ở các thuật ngữ. Thuật ngữ "tương đối" hoặc "tương đối" được dùng theo nghĩa là chày dập hoặc khuôn dập hoặc cả hai có thể được di chuyển về phía nhau và ra xa khỏi nhau.

Nói chung, thiết bị đúc bột bao gồm khuôn dập, chày dập trên, và chày dập dưới được làm thích ứng để di chuyển tương đối lên trên và xuống dưới. Mẻ liệu bột được đúc ép trong khuôn dập giữa các chày dập trên và dưới thành bánh ép có hình dạng mong muốn. Phương pháp bao gồm các bước đúc ép bột hợp kim đất hiếm thành bánh ép nhờ sử dụng thiết bị đúc bột, và nhiệt luyện bánh ép này để thiêu kết, nhờ vậy tạo ra nam châm thiêu kết bằng đất hiếm. Một thiết bị đúc bột làm ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.7.

Các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.7 thể hiện toàn bộ quy trình từ bước đúc ép nguyên liệu bột nhờ sử dụng thiết bị đúc bột theo một phương án thực hiện đến bước tháo bánh ép bằng nguyên liệu bột đã được đúc ra. Thiết bị đúc bột được thể hiện trên FIG.1 bao gồm khuôn dập 1 có dạng trụ hình chữ nhật, chày dập dưới 2 có dạng khối hình chữ nhật được làm thích ứng để di chuyển vào trong khuôn dập 1 từ bên dưới, và chày dập trên 3 có dạng khối hình chữ nhật được làm thích ứng để di chuyển vào trong khuôn dập 1 từ bên trên. Đối với các bề mặt làm việc, khuôn dập 1 có lỗ xuyên được bao quanh bởi bề mặt bên trong và kéo dài dọc trục giữa các đầu trên và đầu dưới, chày dập trên 3 có bề mặt dưới, và chày dập dưới 2 có bề mặt trên. Chúng được bố trí sao cho bề mặt dưới của chày dập trên 3 và bề mặt trên của chày dập dưới 2 được đối nhau dọc trục qua lỗ xuyên của khuôn dập 1.

Khuôn dập 1, chày dập dưới 2 và chày dập trên 3 được làm thích ứng để di chuyển lên trên và xuống dưới tương đối dọc theo trục chung 4. Ví dụ, khi chày dập dưới 2 di chuyển lên trên và/hoặc khuôn dập 1 di chuyển xuống dưới, chày dập dưới 2 đi vào lỗ xuyên của khuôn dập 1 từ bên dưới và di chuyển đến đầu trên của khuôn dập 1. Bằng di chuyển tương đối của chày dập dưới 2 và khuôn dập 1, chày dập dưới 2 di chuyển lên trên và xuống dưới bên trong khuôn dập 1. Tương tự, khi chày dập trên 3 di chuyển xuống dưới và/hoặc khuôn dập 1 di chuyển lên trên, chày dập trên 3 đi vào lỗ xuyên của khuôn dập 1 từ bên trên. Bằng di chuyển tương đối của chày dập trên 3 và khuôn dập 1, chày dập trên 3 di chuyển lên trên và xuống dưới bên trong khuôn dập 1.

Trên FIG.8, chày dập dưới 2 ở phía trên của nó được tạo ra theo bề mặt theo chu vi có rãnh dạng vành đai hình chữ nhật (hoặc dạng vòng) 21. Rãnh 21 được đục lỗ với số lượng định trước (3 lỗ trên mỗi cạnh, tổng số gồm 12 lỗ trên bốn cạnh) cho các lỗ xả nằm cách đều 22 nối thông chất lưu với ống dẫn chất bôi trơn 23 (được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.7), được khoan trong chày dập dưới 2. Nguồn cấp chất bôi trơn (không được thể hiện trên hình vẽ) được khởi động để bơm chất bôi trơn qua ống dẫn 23 và xả chất bôi trơn ra qua các lỗ 22 khi cần.

Đệm bộ phận phết 24 được lắp trong rãnh 21. Đệm 24 này được làm bằng vật liệu đàn hồi, bộ phận này có thể được tẩm chất bôi trơn. Tức là, đệm 24 được tẩm chất bôi trơn cần được xả ra qua các lỗ 22. Đệm 24 nhô ra một khoảng cách từ 10

đến 1,000µm từ chu vi của chày đập dưới 2 sao cho đệm 24 được giữ tiếp xúc chặt với bề mặt bên trong của khuôn đập 1 dưới áp lực thích hợp khi chày đập dưới 2 di chuyển vào trong lỗ xuyên của khuôn đập 1. Khi chày đập dưới 2 di chuyển lên trên và xuống dưới tương đối bên trong khuôn đập 1, thì chất bôi trơn được xả một cách tự động ra khỏi đệm 24 và được phết vào bề mặt bên trong của khuôn đập 1.

Đệm 24 có thể được làm bằng vật liệu đàn hồi bất kỳ với điều kiện là nó có thể được tẩm chất bôi trơn. Nó có thể được chọn từ các vật liệu đã biết, ví dụ, các vật liệu nỉ, vải không dệt và xốp. Tốt hơn là, vật liệu đàn hồi có thể được tẩm ít nhất 0,01g/cm², tốt hơn nữa, nếu ít nhất 0,04g/cm², và thậm chí tốt hơn nữa, nếu ít nhất 0,1g/cm² chất bôi trơn mặc dù lượng tẩm không bị giới hạn một cách cụ thể. Lượng tẩm thích hợp có thể đạt được bằng cách điều chỉnh chiều dày của vật liệu đàn hồi hoặc các vật liệu tương tự. Nếu lượng tẩm ít hơn 0,01g/cm², thì sẽ có không thu được lượng phủ đủ để tạo ra hiệu quả bôi trơn thỏa đáng tùy thuộc vào loại chất bôi trơn.

Chất bôi trơn dùng ở đây không bị giới hạn một cách cụ thể. Các chất bôi trơn đã biết bất kỳ dùng trong việc đúc ép bột có thể được sử dụng. Các chất bôi trơn thích hợp bao gồm axit stearic, kẽm stearat, canxi stearat, metyl oleat, axit capric, axit lauric, axit myristic, axit palmitic, axit arachidic, axit behenic, và axit lignoceric. Tốt hơn là, một hoặc nhiều chất bôi trơn được hòa tan trong dung môi dễ bay hơi để phết chất bôi trơn mỏng và đồng đều. Dung môi dễ bay hơi thích hợp bất kỳ có thể được chọn tùy thuộc vào loại chất bôi trơn. Tốt hơn là, việc chọn dung môi trong số các dung môi này cần bay hơi ở hoặc thấp hơn nhiệt độ khoảng 150°C sao cho chúng có thể bay hơi hết trước khi phản ứng với nguyên tố đất hiếm trong quá trình thiêu kết bánh ép, ví dụ, các flocacbon và rượu có điểm sôi nằm trong khoảng từ 50 đến 150°C.

Nhờ sử dụng thiết bị đúc bột, nguyên liệu bột như bột hợp kim đất hiếm được đúc ép như sau. Trước tiên, chày đập dưới 2 được di chuyển tương đối lên trên từ trạng thái được thể hiện trên FIG.1. Chày đập dưới 2 được lồng vào trong khuôn đập 1 từ bên dưới để tạo ra hốc 11 có thể tích định trước giữa bề mặt trên của chày đập dưới 2 và bề mặt bên trong của khuôn đập 1 như được thể hiện trên FIG.2. Nguyên liệu bột 5 được đưa vào trong hốc 11. Lúc này, chày đập dưới 2 được đặt ở

vị trí thích hợp để điều chỉnh thể tích của hốc 11, và hốc 11 được nạp đầy nguyên liệu bột 5 cho đến khi nguyên liệu bằng với đầu trên của khuôn dập 1. Không cần phải định lượng, điều này bảo đảm rằng mẻ liệu của nguyên liệu bột 5 luôn có thể tích không đổi định trước.

Trình tự từ trạng thái này được thể hiện trên FIG.3 và FIG.4. Chày dập dưới 2 được di chuyển tương đối xuống dưới để tạo ra trên đây mẻ liệu bột 5 hốc tạm thời 12 để cho phép chày dập trên 3 đi vào lỗ xuyên của khuôn dập 1 (FIG.3). Chày dập trên 3 được di chuyển tương đối xuống dưới vào trong hốc tạm thời 12 để thiết lập trạng thái được thể hiện trên FIG.4, mà chày dập trên 3 tỳ vào phía trên mẻ liệu bột 5. Trình tự tạo ra hốc tạm thời 12 chỉ một lần và sau đó di chuyển chày dập trên 3 vào trong khuôn dập sẽ ngăn không cho một phần mẻ liệu bột 5 tràn vượt quá đầu trên của khuôn dập 1 dưới tác động của áp suất không khí gây ra bởi di chuyển tiến của chày dập trên 3 hoặc các thứ tương tự.

Mặc dù không được thể hiện trên hình vẽ, song tốt hơn là, phương tiện tạo ra từ trường được bố trí bên trong hoặc quanh khuôn dập 1, sao cho từ trường có thể được tác động ngang qua mẻ liệu bột 5 trong khuôn dập 1. Cách bố trí này bảo đảm rằng khi nam châm thiêu kết bằng đất hiếm được sản xuất nhờ sử dụng bột hợp kim đất hiếm làm nguyên liệu bột 5, thì từ trường được tác động ngang qua bột hợp kim đất hiếm 5 trong hốc 11 để làm nhiễm từ, phân tán và định hướng. Sau đó, bột hợp kim đất hiếm, vốn đã được làm nhiễm từ, được phân tán và định hướng dưới từ trường tác động được tạo hình dạng bằng cách đúc ép. Do vậy, nam châm thiêu kết bằng đất hiếm tạo thành có các tính chất từ được cải thiện.

Tiếp theo, như được thể hiện trên FIG.5, chày dập trên 3 được di chuyển xuống dưới để ép mẻ liệu bột 5 dưới áp lực định trước, để tạo ra bánh ép 51 có hình dạng định trước (thường là khối hình chữ nhật) bên trong khuôn dập 1 và giữa các chày dập trên 3 và dưới 2. Lúc này, mặc dù chày dập trên 3 được di chuyển về phía chày dập dưới cố định 2 để ép mẻ liệu bột 5 trên FIG.5, song có thể có trường hợp mà chày dập dưới 2 cũng được di chuyển lên trên để tạo ra áp lực, nhờ đó nguyên liệu bột 5 được ép bởi các áp lực của cả chày dập trên 3 và dưới 2.

Sau khi bánh ép 51 được đúc bằng cách này, trình tự được thể hiện trên FIG.6 và FIG.7. Chày dập trên 3 được di chuyển tương đối lên trên và được rút ra

khỏi khuôn dập 1, nhờ đó đầu trên của khuôn dập 1 được mở (hoặc được giữ hở) như được thể hiện trên FIG.6. Chày dập dưới 2 được di chuyển tương đối lên trên để đẩy bánh ép 51 ra như được thể hiện trên FIG.7, và bánh ép 51 được đẩy ra khỏi đầu trên mở của khuôn dập 1. Lúc này, mặc dù trình tự di chuyển chày dập trên 3 lên trên làm cho đầu trên của khuôn dập 1 mở, và di chuyển chày dập dưới 2 lên trên để đẩy bánh ép 51 ra từ đầu trên của khuôn dập 1 được thể hiện trên FIG.6 và FIG.7, song có thể có trường hợp mà trong khi chày dập trên 3 và/hoặc chày dập dưới 2 được ép tỳ vào bánh ép 51 dưới áp lực định trước, tức là, bánh ép 51 được kẹp dưới áp lực định trước giữa các chày dập trên 3 và dưới 2, bánh ép 51 được đẩy ra bằng cách di chuyển lên trên cả chày dập trên 3 và dưới 2 tương đối với khuôn dập 1. Bước đẩy bánh ép 51 ra khỏi khuôn dập 1, với bánh ép 51 được giữ dưới áp lực, có hiệu quả ngăn không cho bánh ép bị rạn nứt hoặc vỡ trong quá trình bước đẩy ra.

Lưu ý rằng, tốt hơn nếu áp lực (kẹp), mà bánh ép 51 được kẹp dưới áp lực đó giữa các chày dập trên 3 và dưới 2 khi bánh ép 51 được đẩy ra khỏi khuôn dập 1, được đặt thấp hơn áp lực của bước đúc. Có thể có trường hợp mà áp lực của bước đúc được giải phóng một lần, và việc ép được tiến hành lại để đặt áp lực định trước. Theo cách khác, bước giảm áp lực của bước đúc có thể bị gián đoạn giữa chừng ở áp lực trung gian định trước. Trong khi áp lực trung gian định trước được giữ, bước đẩy ra có thể được thực hiện. Ngoài ra, áp lực kẹp trong quá trình di chuyển của các chày dập trên 3 và dưới 2 để đẩy ra có thể được giữ không đổi, hoặc được tăng hoặc giảm dần trong quá trình di chuyển của các chày dập trên 3 và dưới 2. Việc giảm dần áp lực kẹp trong quá trình bước đẩy ra có hiệu quả ngăn không cho bánh ép bị rạn nứt hoặc vỡ do mức thay đổi đột ngột về áp lực.

Sau khi bánh ép 51 được đẩy ra vượt quá đầu trên của khuôn dập 1 (FIG.7), bánh ép 51 trên chày dập dưới 2 được tháo ra bởi phương tiện bất kỳ. Sau đó, chày dập dưới 2 được di chuyển tương đối xuống dưới, khôi phục lại trạng thái được thể hiện trên FIG.1. Khuôn dập 1, chày dập dưới 2 và chày dập trên 3 được làm sạch nếu cần, và hoạt động nêu trên được lặp lại. Bằng cách này, việc đúc nguyên liệu bột 5 được thực hiện một cách liên tục.

Trong thiết bị đúc bột, nguồn cấp chất bôi trơn (không được thể hiện trên hình vẽ) được khởi động để bơm chất bôi trơn qua ống dẫn chất bôi trơn 23 vào các

lỗ xả 22 trong chày dập dưới 2, nhờ đó lượng chất bôi trơn định trước được xả ra từ các lỗ 22 vào đệm 24, nhờ đó đệm 24 được tắm lượng chất bôi trơn thích hợp. Ở trạng thái này, hoạt động đúc được lặp lại. Cùng với di chuyển lên trên/xuống dưới tương đối của chày dập dưới 2 trong quá trình hoạt động đúc, chất bôi trơn được xả ra khỏi đệm 24 và được phết vào toàn bộ bề mặt bên trong của khuôn dập 1. Hoạt động đúc được lặp lại trong khi bề mặt bên trong khuôn dập luôn được che có hiệu quả bởi lớp phủ bằng chất bôi trơn. Chất bôi trơn lớp phủ có hiệu quả làm giảm lực ma sát giữa các chày dập trên 3 và dưới 2 và bề mặt bên trong của khuôn dập 1 và tạo điều kiện thuận lợi cho bánh ép thoát ra. Do vậy, có thể thu được việc ép bột có hiệu quả.

Khi muốn sản xuất nam châm thiêu kết bằng đất hiếm nhờ sử dụng bột hợp kim đất hiếm làm nguyên liệu bột 5, bánh ép 51 bằng bột hợp kim đất hiếm được đúc như vậy phải chịu nhiệt luyện thiêu kết bằng phương pháp và việc xử lý tiếp đã biết bất kỳ, nhờ đó nam châm thiêu kết bằng đất hiếm thu được.

Thiết bị đúc bột theo sáng chế vận hành để đúc ép nguyên liệu bột trong khi đệm dạng vành đai 24 được lắp quanh chu vi ngoài của chày dập dưới 2 luôn được tắm chất bôi trơn. Khi chày dập dưới 2 được di chuyển lên trên và xuống dưới bên trong khuôn dập 1 theo mỗi hoạt động đúc, chất bôi trơn trong đệm 24 được phết vào bề mặt bên trong của khuôn dập 1. Ở đây, trong quá trình hoạt động được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3 để tạo ra hốc 11 được nạp đầy nguyên liệu bột 5 bên trong khuôn dập 1 và hoạt động được thể hiện trên FIG.6 và 7 để đẩy bánh ép 51 ra, chày dập dưới 2 di chuyển trên một phần của bề mặt bên trong khuôn dập phải chịu đúc và một phần của bề mặt bên trong khuôn dập, mà chày dập trên 3 trượt trên đó, bảo đảm rằng chất bôi trơn được phết vào tất cả phần cần thiết của bề mặt bên trong khuôn dập. Ngoài ra, do độ đàn hồi của nó, đệm 24 trượt dọc theo bề mặt bên trong khuôn dập với tiếp xúc chặt vào đó, trong quá trình đó chất bôi trơn trong đệm 24 được phết đồng đều vào bề mặt bên trong khuôn dập.

Do đó, thiết bị đúc bột bảo đảm rằng hoạt động đúc được trợ giúp bởi lớp phủ bằng chất bôi trơn đồng đều thích hợp có thể được thực hiện một cách liên tục mà không cần phải làm gián đoạn hoạt động đúc. Bánh ép bằng hợp kim đất hiếm có

thể được đúc ép theo cách có hiệu quả cao. Tức là, nhờ sử dụng thiết bị đúc bột, nam châm thiêu kết bằng đất hiếm có thể được sản xuất có hiệu quả.

Các ví dụ thực hiện sáng chế

Thử nghiệm 1

Hợp kim từ tính trên cơ sở Nd bao gồm 25,0% theo khối lượng Nd, 7,0% theo khối lượng Pr, 1,0% theo khối lượng Co, 1,0% theo khối lượng B, 0,2% theo khối lượng Al, 0,1% theo khối lượng Zr, 0,2% theo khối lượng Cu, và lượng còn lại là Fe được nghiền thô bằng cách rang nổ bằng hydro, và được nghiền mịn bởi máy nghiền kiểu phun, thu được bột mịn (bột hợp kim tạo ra nam châm thiêu kết bằng đất hiếm) có cỡ hạt trung bình khoảng từ $3,2\mu\text{m}$. Nhờ sử dụng thiết bị đúc được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.8, bột mịn được ép thành bánh ép, bánh ép này được thiêu kết thành nam châm thiêu kết bằng đất hiếm. Chất bôi trơn dùng ở đây là dung dịch gồm 0,03% axit stearic trong hydrofloete dung môi (AE3000 được sản xuất bởi Asahi Glass Co., Ltd.). Đệm 24 dùng ở đây là vải không dệt 3D có chiều dày khoảng 1,2mm (Ecsained được sản xuất bởi Toray Industries, Inc., lượng thấm chất bôi trơn tối đa $\sim 0,11\text{g/cm}^2$). Hoạt động đúc như sau.

Từ trạng thái trên FIG.1, chày đập dưới 2 được di chuyển tương đối lên trên và được đưa vào trong khuôn dập 1 từ bên dưới để tạo ra hốc 11 giữa bề mặt trên của chày đập dưới 2 và bề mặt bên trong của khuôn dập 1 như được thể hiện trên FIG.2. Hốc 11 được nạp đầy nguyên liệu bột 5. Lượng nguyên liệu bột 5 được điều chỉnh sao cho mẻ liệu bột trong hốc 11 có thể có tỷ trọng khoảng $1,9\text{g/cm}^3$.

Từ trạng thái này, như được thể hiện trên FIG.3, chày đập dưới 2 được di chuyển tương đối xuống dưới để tạo ra trên đây mẻ liệu bột 5 hốc tạm thời 12 để cho phép chày đập trên 3 di chuyển vào trong khuôn dập 1. Chày đập trên 3 được di chuyển tương đối xuống dưới, được lồng vào trong hốc tạm thời 12 và đặt ở vị trí nơi chày đập trên 3 được tiếp xúc tỷ vào phía trên mẻ liệu bột 5 (FIG.4). Lúc này, phương tiện tạo ra từ trường (không được thể hiện trên hình vẽ) bố trí quanh khuôn dập 1 được khởi động để tác động từ trường khoảng 0,1T ngang qua mẻ liệu bột để nhiễu từ và định hướng các hạt bột. Với từ trường tác động được giữ để ngăn không cho sự định hướng bị rối loạn, chày đập trên 3 được di chuyển xuống dưới để ép mẻ

liệu bột 5 dưới áp lực định trước cho đến khi mẻ liệu bột đạt đến tỷ trọng khoảng $3,8\text{g/cm}^3$, tạo ra bánh ép 51 như được thể hiện trên FIG.5. Lúc này, do bánh ép nằm ở trạng thái được làm nhiễm từ, lưu ý rằng bánh ép dễ vỡ dưới tác động của lực hút từ trường trong quá trình xử lý sau đó, nên từ trường yếu theo hướng ngược lại được tác động để xử lý khử từ. Sau đó, theo trình tự như được thể hiện trên FIG.6 và FIG.7, chày dập trên 3 được di chuyển tương đối lên trên và được rút ra khỏi khuôn dập 1 để mở đầu trên của khuôn dập 1 (FIG.6). Chày dập dưới 2 được di chuyển tương đối lên trên để đẩy bánh ép 51 ra. Sau đó, bánh ép 51 được tháo ra từ đầu trên mở của khuôn dập 1. Bánh ép 51 được thu hồi như vậy được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1050°C và được nhiệt luyện ở nhiệt độ khoảng 500°C theo cách tiêu chuẩn, thu được nam châm thiêu kết bằng đất hiếm.

Trong quá trình thực hiện trình tự hoạt động đúc nêu trên, nguồn cấp chất bôi trơn (không được thể hiện trên hình vẽ) được khởi động để bơm chất bôi trơn qua ống dẫn 23 vào các lỗ 22 trong chày dập dưới 2, do vậy xả lượng chất bôi trơn định trước ra khỏi các lỗ 22 vào đệm 24, nhờ đó đệm 24 được tẩm lượng chất bôi trơn thích hợp. Sau đó, khi chày dập dưới 2 được di chuyển lên trên và xuống dưới, chất bôi trơn được phết từ đệm 24 vào bề mặt bên trong của khuôn dập 1. Cụ thể là, khi chày dập dưới 2 được di chuyển lên trên từ FIG.6 đến FIG.7, chất bôi trơn được phết vào toàn bộ phần của bề mặt bên trong khuôn dập phải chịu đúc. Hoạt động đúc có thể được lặp lại mà không cần phải có bước riêng biệt để phết chất bôi trơn. Thiết bị đúc được vận hành cả ngày dài trừ thời gian nghỉ kiểm tra cần thiết để xác nhận an toàn và điều chỉnh hệ thống. Hoạt động đúc được lặp lại hơn 30 ngày. Thời gian chu trình, số lượng chi tiết thành phẩm, số lượng chi tiết phế phẩm, và số lần điều chỉnh khuôn được kiểm tra. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1. Các bánh ép tạo thành 51 được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1050°C và được nhiệt luyện ở nhiệt độ khoảng 500°C theo cách tiêu chuẩn, thu được các nam châm thiêu kết bằng đất hiếm.

Thử nghiệm 2

Bánh ép được đúc dưới các điều kiện tương tự như trong thử nghiệm 1 ngoại trừ rằng đệm 24 là đệm bằng nỉ có chiều dày khoảng 0,49mm có lượng tẩm chất bôi trơn tối đa $\sim 0,04\text{g/cm}^2$. Bánh ép được thiêu kết và nhiệt luyện theo cách tương tự, thu được nam châm thiêu kết bằng đất hiếm. Như trong thử nghiệm 1, thời gian chu

trình, số lượng chi tiết thành phẩm, số lượng chi tiết phế phẩm, và số lần điều chỉnh khuôn được kiểm tra trong quá trình khoảng 30 ngày hoạt động đúc. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Thử nghiệm 3

Đệm 24 được bỏ qua, và chất bôi trơn không được cấp từ chày đập dưới. Thay vào đó, chất bôi trơn được phun qua vòi phun vào bề mặt bên trong của khuôn dập 1 ở trạng thái trên FIG.1. Vòi phun được lắp vào rôbot sao cho vị trí phun có thể được điều chỉnh. Bước phun chất bôi trơn mất khoảng 15 giây. Mặt khác, dưới các điều kiện tương tự như trong thử nghiệm 1, bánh ép bằng bột hợp kim được đúc, thiêu kết và nhiệt luyện, thu được nam châm thiêu kết bằng đất hiếm. Như trong thử nghiệm 1, thời gian chu trình, số lượng chi tiết thành phẩm, số lượng chi tiết phế phẩm, và số lần điều chỉnh khuôn được ghi lại trong quá trình 30 ngày hoạt động đúc. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

	Thời gian chu trình (giây/chi tiết)	Số lượng chi tiết thành phẩm (/30 ngày)	Số lượng chi tiết phế phẩm (/30 ngày)	Số lần điều chỉnh khuôn	Nhận xét
Thử nghiệm 1	52	47,340	14	0	trạng thái đúc thỏa mãn liên tục trên 30 ngày
Thử nghiệm 2	52	46,315	42	1	do bị phá hỏng, nỉ (như đệm 24) được thay thế một lần
Thử nghiệm 3	67	32,588	296	4	do các vết nứt, khuôn dập được đánh bóng

Theo các thử nghiệm 1 và 2, trong đó nguyên liệu bột được đúc nhờ sử dụng thiết bị đúc và phương pháp theo sáng chế, thời gian chu trình là ngắn, dẫn đến năng suất cao, và số lượng chi tiết phế phẩm (việc xảy ra các vết rạn nứt và vỡ) được giảm. Do chất bôi trơn được phết đồng đều bởi đệm 24, nên khuôn chỉ bị ít hoặc không có vết nứt, và cho nên ngăn không cho giảm độ khả dụng do hoạt động đánh bóng khuôn. Theo thử nghiệm 2, đệm bằng nỉ bị phá hỏng một lần vì độ mỏng của nó, nhưng sau khi thay thế, hoạt động đúc có thể được tiếp tục mà không có vấn đề gì.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2015-043326, toàn bộ nội dung của đơn này được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Mặc dù một số phương án thực hiện ưu tiên đã được mô tả, song một số biến thể và cải biến có thể được tạo ra dựa vào các gợi ý nêu trên. Do đó, cần hiểu rằng sáng chế có thể được áp dụng thực tế khác với như được mô tả cụ thể mà không nằm ngoài phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị đúc bột bao gồm khuôn dập, chày dập trên, và chày dập dưới được làm thích ứng để di chuyển tương đối lên trên và xuống dưới, khuôn dập có lỗ xuyên được bao quanh bởi bề mặt bên trong và kéo dài giữa các đầu trên và đầu dưới, chày dập trên có bề mặt dưới, chày dập dưới có bề mặt trên, thiết bị này được vận hành bằng cách di chuyển chày dập dưới vào trong khuôn dập từ bên dưới để tạo ra hốc giữa bề mặt trên của chày dập dưới và bề mặt bên trong của khuôn dập, nạp nguyên liệu bột vào trong hốc, di chuyển chày dập trên vào trong khuôn dập từ bên trên để ép nguyên liệu bột giữa các chày dập trên và dưới dưới áp lực, để nhờ đó đúc nguyên liệu bột này thành bánh ép có hình dạng mong muốn, di chuyển chày dập trên tương đối lên trên cho đến khi khuôn dập được mở ở đầu trên, di chuyển chày dập dưới tương đối lên trên để đẩy bánh ép ra, và tháo bánh ép ra khỏi đầu trên của khuôn dập, trong đó

chày dập dưới có rãnh dạng vành đai quanh toàn bộ chu vi của nó, đệm làm bằng vật liệu đàn hồi, mà được chọn từ nỉ, vải không dệt hoặc xốp, bộ phận này có thể được tẩm ít nhất $0,01\text{g/cm}^2$ chất bôi trơn, được lắp trong rãnh, chày dập dưới có ống dẫn chất bôi trơn để cấp chất bôi trơn vào đệm,

chất bôi trơn để cấp vào đệm qua ống dẫn chất bôi trơn để tẩm chất bôi trơn vào đệm, chất bôi trơn được phết từ đệm vào bề mặt bên trong khuôn dập khi chày dập dưới được di chuyển tương đối lên trên và xuống dưới trong khuôn dập trong quá trình hoạt động đúc, và hoạt động phết chất bôi trơn được lặp lại mỗi khi hoạt động đúc được lặp lại.

2. Thiết bị đúc bột theo điểm 1, trong đó đệm này được tẩm ít nhất $0,1\text{g/cm}^2$ chất bôi trơn.

3. Thiết bị đúc bột theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm phương tiện để tác động từ trường ngang qua hốc giữa bề mặt trên của chày dập dưới và bề mặt bên trong của khuôn dập.

4. Thiết bị đúc bột theo điểm 3, trong đó nguyên liệu bột là bột hợp kim đất hiếm, từ trường được tác động vào bột hợp kim đất hiếm để làm nhiễm từ, phân tán và định hướng, và ở trạng thái này, việc đúc ép được thực hiện để tạo ra bánh ép bằng hợp kim đất hiếm.

5. Thiết bị đúc bột theo điểm 1, trong đó trong khi bánh ép được kẹp giữa các chày dập trên và dưới dưới áp lực định trước bằng cách ép bánh ép bởi chày dập trên và/hoặc chày dập dưới, thì bánh ép được đẩy ra khỏi khuôn dập bằng cách di chuyển lên trên các chày dập trên và dưới tương đối với khuôn dập.

6. Thiết bị đúc bột theo điểm 5, trong đó bánh ép được đẩy ra khỏi khuôn dập bằng cách di chuyển lên trên các chày dập trên và dưới tương đối với khuôn dập trong khi bánh ép được kẹp giữa các chày dập trên và dưới dưới áp lực định trước, và áp lực kẹp được tăng hoặc giảm trong quá trình di chuyển của các chày dập trên và dưới.

7. Thiết bị đúc bột theo điểm 1, trong đó chất bôi trơn ít nhất là một chất được chọn từ nhóm bao gồm axit stearic, kẽm stearat, canxi stearat, metyl oleat, axit capric, axit lauric, axit myristic, axit palmitic, axit arachidic, axit behenic, và axit lignoceric, hòa tan trong dung môi dễ bay hơi.

8. Phương pháp sản xuất nam châm thiêu kết bằng đất hiếm bao gồm các bước đúc ép bột hợp kim đất hiếm thành bánh ép, và nhiệt luyện bánh ép này để thiêu kết, bước đúc ép nhờ sử dụng thiết bị đúc bột theo điểm 1.

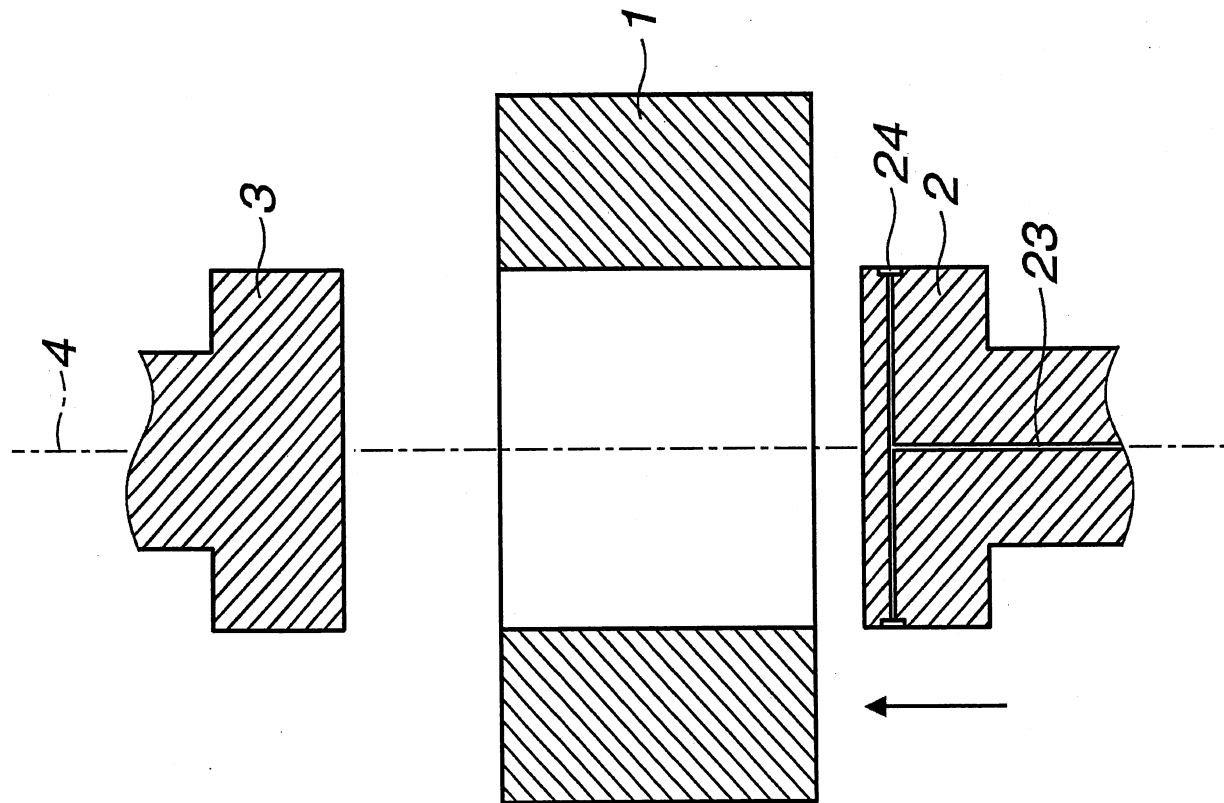
FIG.1

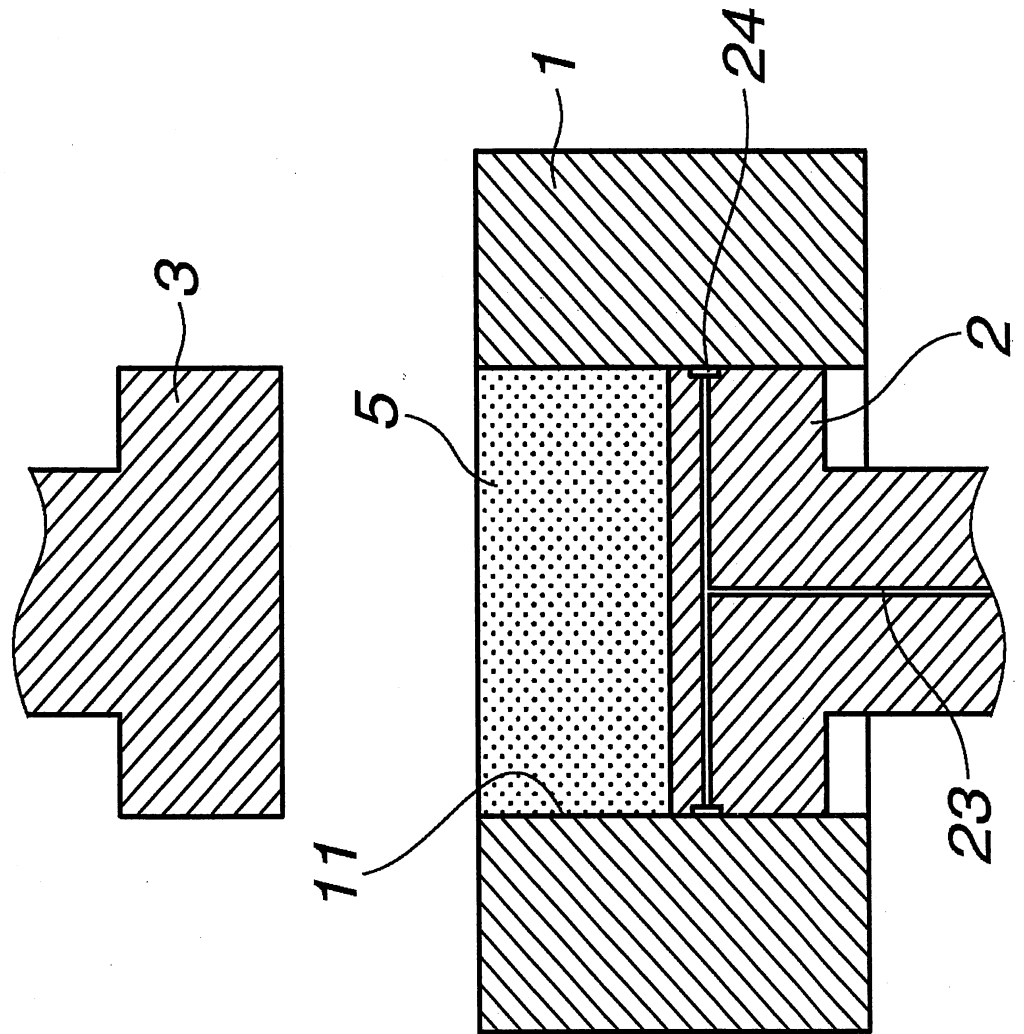
FIG.2

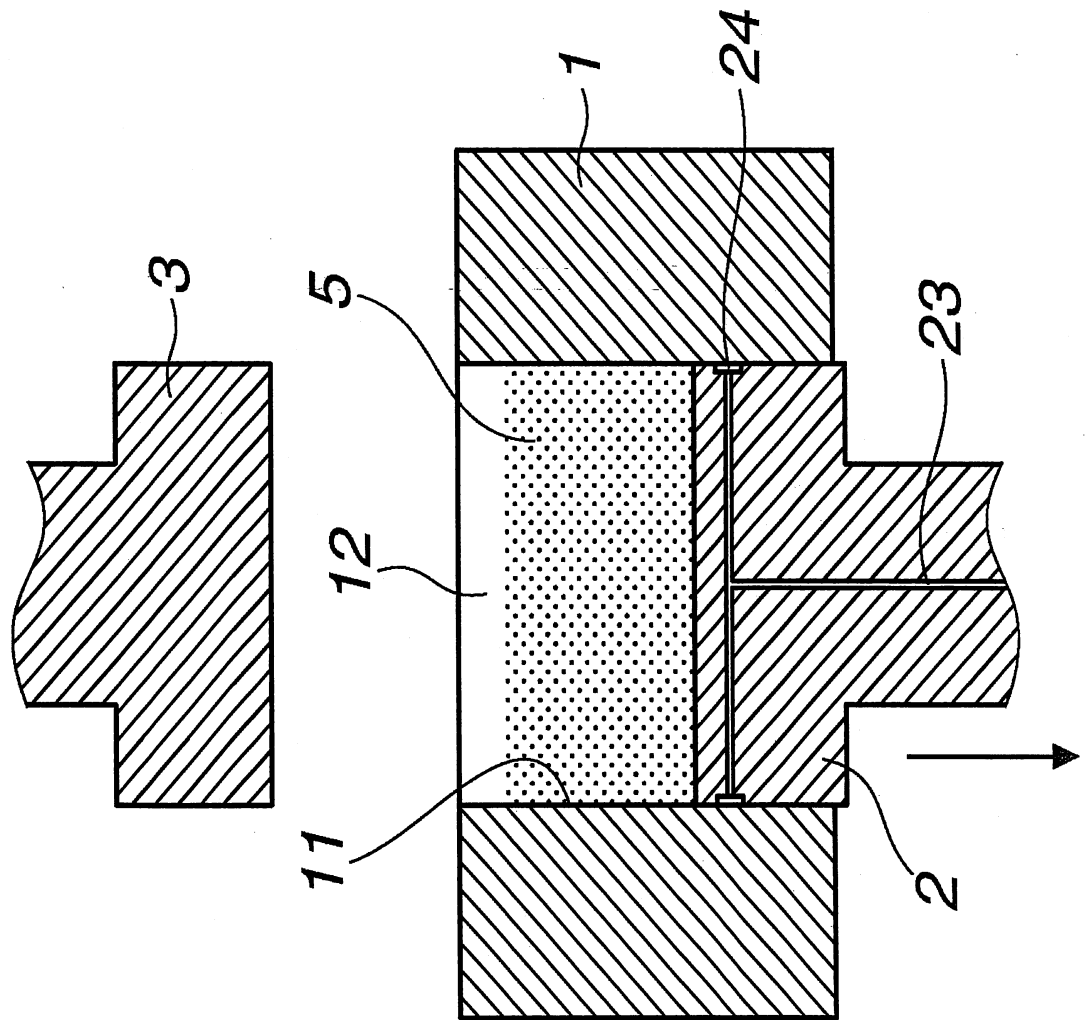
FIG.3

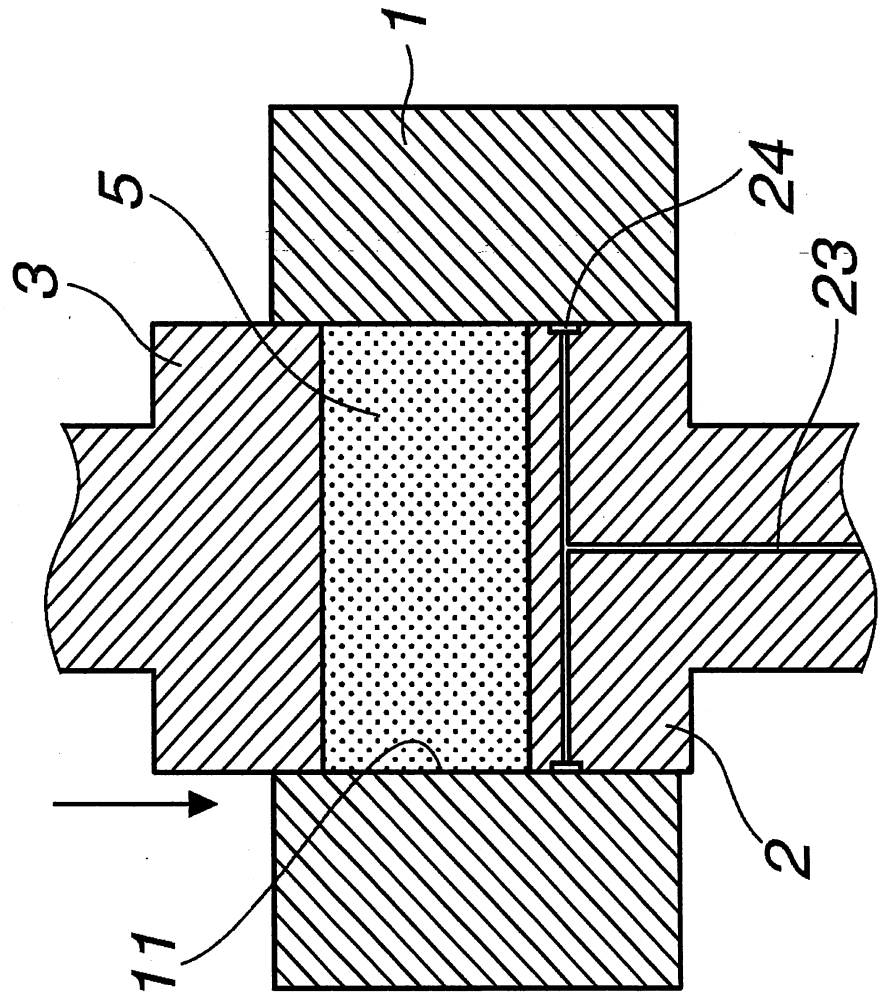
FIG.4

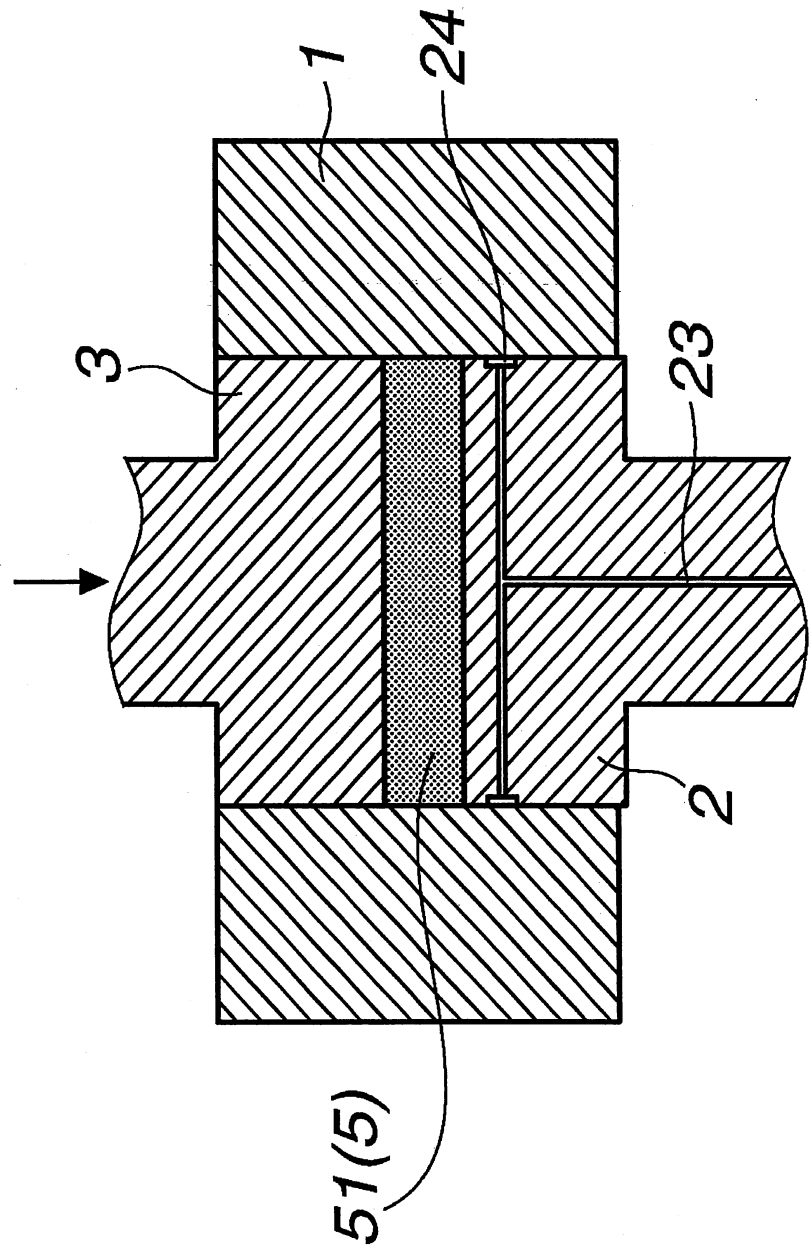
FIG. 5

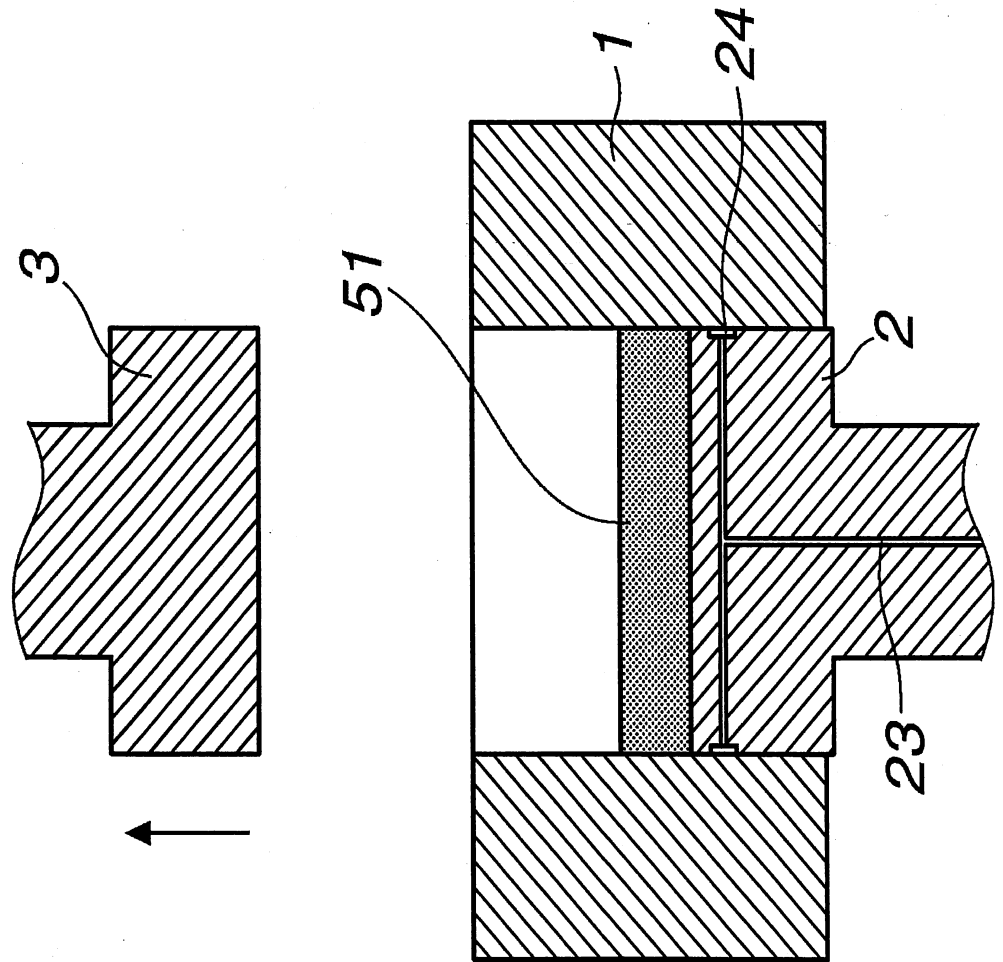
FIG.6

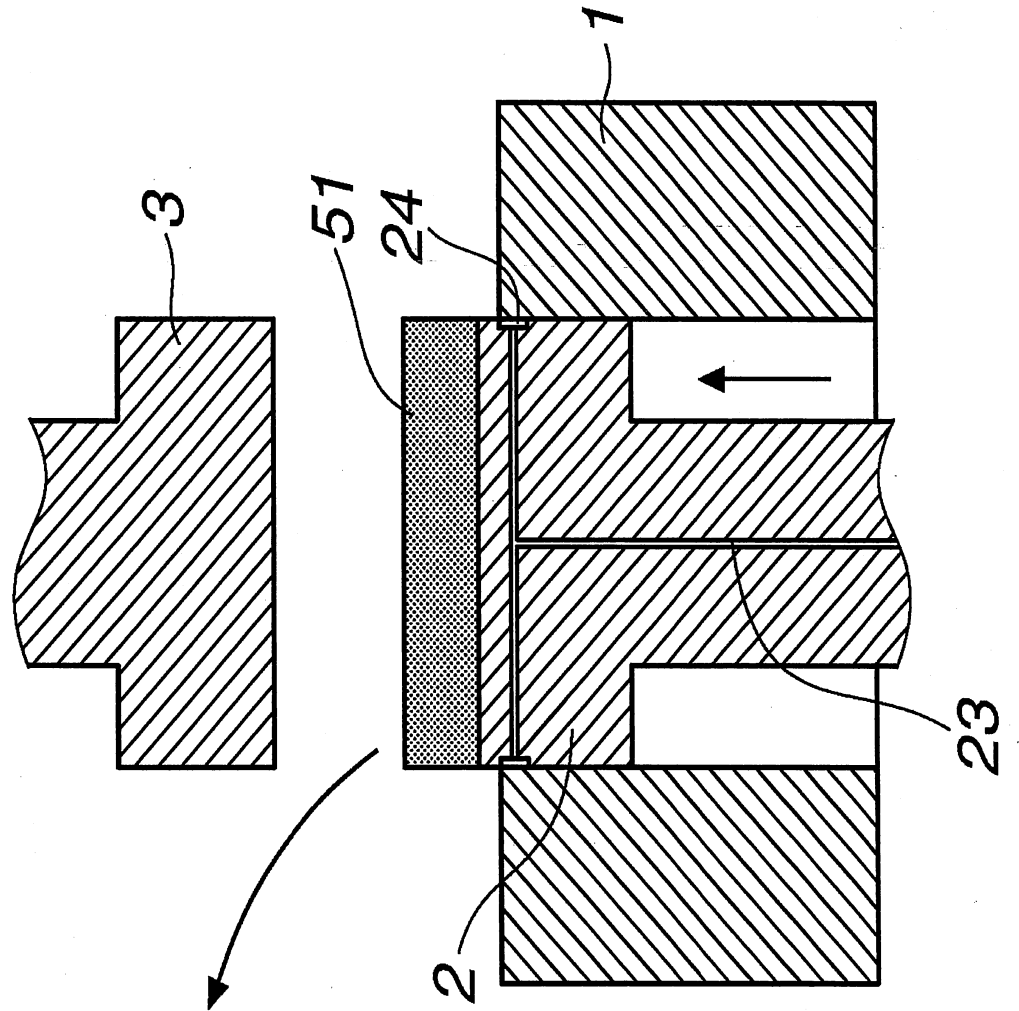
FIG. 7

FIG.8

