



(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)



1-0025977

(51)^{2016.01} C22C 38/00; C21D 8/12; H01F 1/16;
C22C 38/60; H01F 1/147; B21B 3/02

(13) B

(21) 1-2015-03073

(22) 16/01/2014

(86) PCT/JP2014/000200 16/01/2014

(87) WO 2014/129106 A8 28/08/2014

(30) 2013-033387 22/02/2013 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/11/2015 332A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

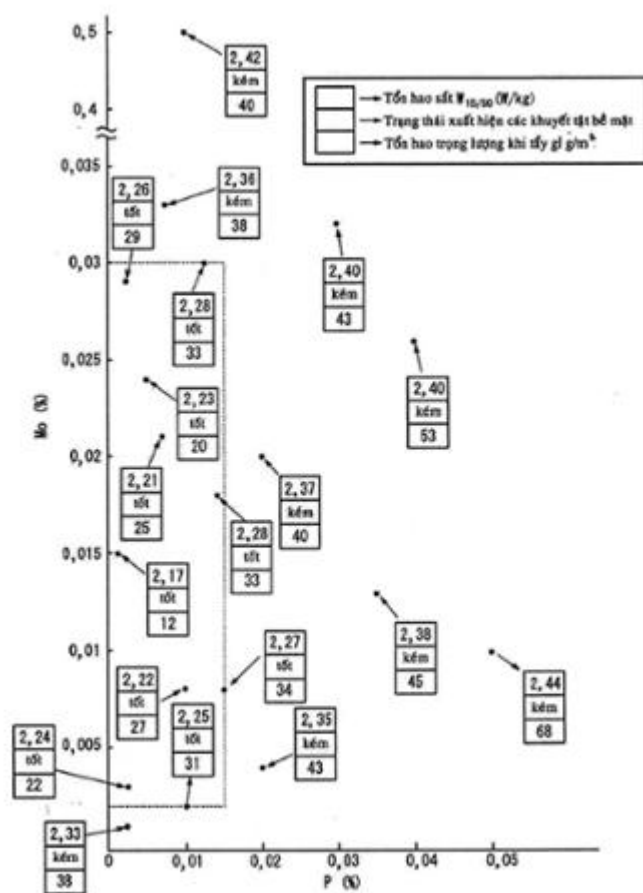
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) TODA, Hiroaki (JP); ZAIZEN, Yoshiaki (JP); NAKANISHI, Tadashi (JP); ODA, Yoshihiko (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) TẤM THÉP CÁN NÓNG DÙNG CHO SẢN XUẤT TẤM THÉP ĐIỆN VÔ HƯỚNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng bằng cách sử dụng tấm thép cán nóng có hợp phần hóa học được xác định trước, và ủ tấm thép cán nóng trong môi trường khí nitơ ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây để thu được tấm thép cán nóng có tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ là 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn, có thể thu được tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng mà không chỉ có các đặc tính từ như các đặc tính tổn hao sắt và mật độ từ thông mà còn có các khuyết tật bề mặt tấm thép được làm giảm và sản lượng sản xuất cao.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng chủ yếu được dùng làm vật liệu lõi sắt trong các thiết bị điện và phương pháp sản xuất tấm thép này, và cụ thể là, đề cập đến tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng mà không chỉ có các đặc tính từ ưu việt như các đặc tính tổn hao sắt và mật độ từ thông, mà còn có các khuyết tật bề mặt tấm thép được làm giảm và sản lượng sản xuất ưu việt, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, với xu hướng tiết kiệm năng lượng trên toàn cầu bao gồm tiết kiệm điện, có sự đòi hỏi mạnh mẽ về hiệu suất cao hơn trong các thiết bị điện, và thậm chí tổn hao sắt thấp hơn cũng được mong muốn đối với các tấm thép điện vô hướng được dùng trong các vật liệu lõi sắt. Do đó, nhiều đề xuất đã đưa ra các kỹ thuật làm giảm tổn hao sắt cho các tấm thép điện vô hướng.

Biện pháp để làm giảm tổn hao sắt của các tấm thép điện vô hướng, như cách làm tăng hàm lượng Si, Al, Mn hoặc chất tương tự vào trong thép để làm tăng điện trở và làm giảm tổn hao dòng xoáy, thường được dùng. Tuy nhiên, nếu các lượng bổ sung Si, Al hoặc chất tương tự được tăng lên nhằm mục đích nâng cao hơn nữa các đặc tính tổn hao sắt của các sản phẩm cao cấp hiện nay, không chỉ các vấn đề liên quan đến khả năng sản xuất như cán, mà còn bất lợi về tăng các chi phí vật liệu sẽ xảy ra.

JPH0250190B (tài liệu sáng chế 1) bộc lộ kỹ thuật làm giảm tổn hao sắt bằng cách làm giảm hàm lượng các nguyên tố tạp chất (S, N, và O) trong thép. Hơn nữa, JP2984185B (tài liệu sáng chế 2) bộc lộ phương pháp hạn chế hỗn hợp các tạp

chất và cách xác định nhiệt độ gia nhiệt phơi tẩm, nhiệt độ cuộn, điều kiện ủ bằng nóng, tỷ lệ giảm cán nguội, và điều kiện ủ cuối cùng để kiểm soát chất lẫn và làm giảm tổn hao sắt.

Hơn nữa, một số phương pháp thay đổi quy trình sản xuất để nâng cao sự phân bố định hướng tinh thể trong các tấm thành phẩm, ví dụ kết cấu của tấm để làm tăng cường các đặc tính từ, đã được đề xuất. Chẳng hạn, JPS58181822A (tài liệu sáng chế 3) bộc lộ phương pháp cho thép chứa lượng Si: từ 2,8% trọng lượng đến 4,0% trọng lượng và lượng Al: từ 0,3% trọng lượng đến 2,0% trọng lượng để việc cán ấm nằm trong phạm vi nhiệt độ từ 200°C đến 500°C để phát triển các kết cấu {100}<0VW>. Chẳng hạn, JPH03294422A (tài liệu sáng chế 4) bộc lộ phương pháp thí nghiệm thép chứa Si: 1,5% trọng lượng đến 4,0% trọng lượng và Al: 0,1% trọng lượng đến 2,0% trọng lượng cho bước cán nóng và sau đó thực hiện bước ủ bằng nóng ở 1000°C hoặc nhiệt độ cao hơn và 1200°C hoặc nhiệt độ thấp hơn kết hợp với việc cán nguội ở tỷ lệ giảm cán từ 80% đến 90% để phát triển kết cấu {100}.

Hơn nữa, JPS5654370B (tài liệu sáng chế 5), JPS583027B (tài liệu sáng chế 6), và JP4258164B (tài liệu sáng chế 7) đề xuất kỹ thuật chứa lượng nhỏ Sn hoặc Sb để làm giảm tổn hao sắt.

JP 2013 010982 A (tài liệu sáng chế 8) đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép điện từ vô hướng bao gồm hàng loạt các bước gồm cán nóng phơi tẩm thép chứa C: 0,01 % trọng lượng hoặc nhỏ hơn, Si: 7 % trọng lượng hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,03-3 % trọng lượng, S: 0,0050 % trọng lượng hoặc nhỏ hơn, Al: 3 % trọng lượng hoặc nhỏ hơn, N: 0,0050 % trọng lượng hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe với các tạp chất không thể tránh khỏi, ủ tẩm được cán nóng, cán nguội tẩm, và cuối cùng là ủ tẩm, trong đó việc kiểm soát được thực hiện sao cho kích cỡ hạt tinh thể d sau khi ủ tẩm được cán nóng thỏa mãn công thức sau: $50 \leq d \leq 135 - (0,7xp)$ (trong công thức này, d : kích cỡ hạt tinh thể (μm), p : điện trở nội tại p ($\mu\Omega \text{ cm}$) của thép), và tốc

độ tăng nhiệt độ trung bình lên 740°C trong bước ủ tái kết tinh sau khi cán nguội được thiết lập là 100°C/giây hoặc nhanh hơn.

Danh mục trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JPH0250190B

Tài liệu sáng chế 2: JP2984185B

Tài liệu sáng chế 3: JPS58181822A

Tài liệu sáng chế 4: JPH03294422A

Tài liệu sáng chế 5: JPS5654370B

Tài liệu sáng chế 6: JPS583027B

Tài liệu sáng chế 7: JP4258164B

Tài liệu sáng chế 8: JP 2013 010982 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bằng cách sử dụng các kỹ thuật được đề cập ở trên (các tài liệu sáng chế từ 1 đến 7), tổn hao sắt có thể thực sự được giảm bớt. Tuy nhiên, cụ thể trong những năm gần đây, khi lượng nhỏ Sn hoặc Sb được bổ sung, nhiều khuyết tật bề mặt thường xuất hiện trong các tấm thép làm suy giảm đáng kể sản lượng sản xuất.

Sáng chế này đã phát triển theo góc độ các trường hợp được mô tả ở trên, và có mục đích tạo ra tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng mà không chỉ có các đặc tính từ ưu việt như các đặc tính tổn hao sắt và mật độ từ thông, mà còn có các khuyết tật bề mặt tấm thép được làm giảm và sản lượng sản xuất ưu việt, cùng với phương pháp sản xuất ưu điểm các tấm thép này.

Các tác giả đã thực hiện các nghiên cứu khác nhau để xác định nguyên nhân làm gia tăng các khuyết tật bề mặt trên các tấm thép và đã phát hiện ra là tùy thuộc vào sự khác nhau về nguồn gốc, mạch hoặc các yếu tố tương tự, số lượng tạp chất của Pb và Bi được chứa trong các nguyên liệu thô của Sn hoặc Sb khác nhau và khi

tổng hàm lượng Pb và Bi vượt quá 0,0010% trọng lượng, nhiều khuyết tật bề mặt xuất hiện.

Sau khi nghiên cứu nguyên nhân của hiện tượng trên, các tác giả đã phát hiện ra là do chế phẩm được bọc lộ ở đây chứa lượng Al là 0,2% trọng lượng hoặc lớn hơn, khi tổng hàm lượng Pb và Bi là 0,0010% trọng lượng hoặc nhỏ hơn, tác dụng lớp chắn mà thu được từ các Al oxit được tạo ra ở thời điểm ủ bằng nóng sẽ hạn chế sự tạo ra các vảy SiO_2 và sau đó trong bước tẩy gỉ tiếp theo, các vảy được loại bỏ một cách tương đối đồng đều, và về bên ngoài bề mặt của tấm thép được ủ cuối cùng được cải thiện. Mặt khác, các tác giả đã suy luận rằng, khi tổng hàm lượng Pb và Bi vượt quá 0,0010% trọng lượng, tác dụng lớp chắn mà thu được từ các Al oxit được tạo ra ở thời điểm ủ bằng nóng suy yếu từng phần và tạo điều kiện oxy hóa Si và ở mức vi mô, lượng SiO_2 thay đổi lớn và gây ra sự biến đổi lớn về mức độ loại bỏ vảy bằng bước tẩy gỉ tiếp theo và dẫn đến sự không đồng đều trên bề mặt của tấm thép được ủ cuối cùng làm suy giảm bề ngoài.

Hơn nữa, các tác giả đã suy luận rằng Pb và Bi được chứa trong thép nóng chảy khi thực hiện gia nhiệt phơi tấm, cán nóng, ủ bằng nóng hoặc ủ cuối cùng và dẫn đến làm tăng các khuyết tật bề mặt.

Các tác giả đã thực hiện nghiên cứu thêm nữa và phát hiện ra là khi tổng hàm lượng Pb và Bi là 0,0010% trọng lượng hoặc nhỏ hơn, có thể hạn chế đáng kể sự tạo ra các khuyết tật bề mặt bằng cách thiết lập hàm lượng P đến 0,015% trọng lượng hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Mo nằm trong khoảng 0,002% trọng lượng hoặc lớn hơn và 0,03% trọng lượng hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, nếu hàm lượng P tăng lên, tổn hao tẩy gỉ tăng lên trong bước tẩy gỉ mà được thực hiện sau bước ủ bằng nóng để loại bỏ các vảy. Mặc dù điều này sẽ nâng cao đặc tính tẩy gỉ của tấm thép, sáng chế tiết lộ rằng, với chế phẩm được bọc lộ ở đây, nó thúc đẩy mức độ loại bỏ vảy không đồng đều. Hơn nữa, các tác giả đã phát hiện ra là, vì không tránh khỏi việc P bị trộn lẫn trong thép thành tạp chất với một lượng khoảng 0,01% trọng lượng, để

làm giảm ảnh hưởng của P, sẽ có hiệu quả khi thiết đặt hàm lượng Mo nằm trong phạm vi ở trên.

Sáng chế này được hoàn thành dựa trên những phát hiện này.

Vì vậy các tác giả đề xuất:

[1]. Tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng, có hợp phần hóa học chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, C: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Si: 2,0% hoặc lớn hơn và 4,5% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,1% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, S: 0,003% hoặc nhỏ hơn, N: 0,003% hoặc nhỏ hơn, P: 0,015% hoặc nhỏ hơn, Mo: 0,002% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn, Pb và Bi với tổng lượng là 0,0010% hoặc nhỏ hơn, một hoặc cả hai Sn và Sb với tổng lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, tùy ý một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,05 % hoặc lớn hơn và 0,5 % hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe với các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó tấm thép cán nóng có tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ là 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn sau bước ủ trong môi trường khí nitơ ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó được nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây.

[2]. Tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng theo khía cạnh 1, trong đó hợp phần hóa học còn chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,05% hoặc lớn hơn và 0,5% hoặc nhỏ hơn.

[3]. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng, phương pháp bao gồm:

gia nhiệt phối tấm có hợp phần hóa học chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, C: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Si: 2,0% hoặc lớn hơn và 4,5% hoặc nhỏ hơn, Al:

0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,1% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, S: 0,003% hoặc nhỏ hơn, N: 0,003% hoặc nhỏ hơn, P: 0,015% hoặc nhỏ hơn, Mo: 0,002% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn, Pb và Bi với tổng lượng là 0,0010% hoặc lớn hơn, một hoặc cả hai Sn và Sb với tổng lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, tùy ý một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,05 % hoặc lớn hơn và 0,5 % hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe với các tạp chất không thể tránh khỏi;

sau đó phôi tấm trải qua bước cán nóng để thu được tấm thép cán nóng;

sau đó cuộn tấm thép cán nóng, trong đó

hiệu suất gia nhiệt phôi tấm là 1050°C hoặc cao hơn và 1150°C hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cấp cho giá cán tinh của bước cán nóng là 820°C hoặc cao hơn và 920°C hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng là 520°C hoặc cao hơn và 620°C hoặc thấp hơn.

[4]. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng theo khía cạnh 3, trong đó hợp phần hóa học còn chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, và Cr: 0,05% hoặc lớn hơn và 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng có tổn hao sắt thấp và ít các khuyết tật bề mặt trên tấm thép có thể được đề xuất cùng với phương pháp ưu điểm sản xuất tấm thép này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ đi kèm:

Fig.1 thể hiện đồ thị các kết quả thử nghiệm mối quan hệ giữa tổn hao sắt $W_{15/50}$ và hàm lượng Pb của các mẫu thử tấm cán nóng và ảnh hưởng của Pb lên bề ngoài bề mặt;

Fig.2 thể hiện đồ thị mối quan hệ giữa hàm lượng Pb của các mẫu thử tấm cán nóng và tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ;

Fig.3 thể hiện đồ thị các kết quả nghiên cứu tổn hao sắt $W_{15/50}$, tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ và vẽ bên ngoài bề mặt tùy thuộc vào lượng P và Mo được bổ sung vào các vật liệu mẫu.

Fig.4 thể hiện đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ gia nhiệt ủ, nhiệt độ cấp cho giá cán tinh và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng lên tổn hao sắt $W_{15/50}$ và vẽ bên ngoài bề mặt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các sản phẩm và các phương pháp sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Lưu ý rằng các phần trăm được chỉ ra trong chế phẩm tấm thép được liệt kê dưới đây là % trọng lượng trừ khi có quy định khác.

Trước tiên, tham chiếu được thực hiện từ các kết quả thực nghiệm dựa trên những kết quả sáng chế đã được hoàn thành.

Đối với nghiên cứu về ảnh hưởng của Pb lên các đặc tính tổn hao sắt và vẽ bên ngoài bề mặt, chế phẩm chứa C: 0,0023%, Si: 2,5%, Al: 0,3%, Mn: 0,2%, S: 0,0021%, N: 0,0015%, Sn: 0,05%, và P: 0,03% được định nghĩa là dây A, và chế phẩm chứa C: 0,0021%, Si: 2,5%, Al: 0,3%, Mn: 0,2%, S: 0,0017%, N: 0,0020%, Sn: 0,05%, P: 0,01%, và Mo: 0,005% được định nghĩa là dây B. Các mẫu thép của cả hai chế phẩm với Pb được bổ sung trong phạm vi từ 0 đến 0,01% được làm tan chảy trong phòng thí nghiệm, được gia nhiệt ở 1100°C, và sau đó trải qua bước cán nóng đến khi đạt độ dày 2,2mm. Sau đó, các tấm thép cán nóng trải qua bước ủ bằng nóng trong môi trường 100% khí N_2 ở 1000 °C trong 30 giây. Tiếp theo, các tấm thép trải qua bước tẩy gỉ trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 1 phút, và sau đó cán nguội đến khi đạt độ dày tấm là 0,50mm, và sau đó bước ủ cuối cùng trong môi trường 20% H_2 - 80% N_2 ở 1000°C trong 10 giây. Các mẫu thử tấm cán

nóng trước bước tẩy gỉ được thu thập riêng lẻ từ những mẫu trải qua các quy trình ở trên.

Các mẫu thử Epstein được cắt từ mỗi tấm thép tạo ra theo hướng cán (hướng L) và hướng vuông góc với hướng cán (hướng C) để đo các đặc tính từ của chúng. Các đặc tính từ được đánh giá dựa trên đặc tính L + C. Việc nghiên cứu về vẻ bên ngoài bề mặt cũng được thực hiện. Các kết quả nghiên cứu về tổn hao sắt $W_{15/50}$ và các khuyết tật bề mặt được thể hiện trên Fig.1.

Trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt được đánh giá bằng độ dài của các khuyết tật tuyến tính tồn tại trên từng đơn vị diện tích của tấm thép, và độ dài nhỏ hơn $0,001(m/m^2)$ được xếp loại là không có các khuyết tật (được đánh dấu bằng số 1 trên Fig.1), độ dài $0,001(m/m^2)$ hoặc lớn hơn và $0,01(m/m^2)$ hoặc nhỏ hơn là có ít khuyết tật (được đánh dấu bằng số 2 trên Fig.1), độ dài vượt quá $0,01(m/m^2)$ là có nhiều khuyết tật (được đánh dấu bằng số 3 trên Fig.1).

Fig.1 thể hiện rằng, với cả hai chế phẩm của các dây A và các dây B, khi hàm lượng Pb vượt quá $0,0010\%$, vẻ bên ngoài bề mặt suy giảm đáng kể và các đặc tính tổn hao sắt cũng có xu hướng suy giảm. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Pb bằng $0,0010\%$ hoặc nhỏ hơn, thép có chế phẩm của các dây B có xu hướng thể hiện các đặc tính tổn hao sắt và vẻ bên ngoài bề mặt tốt hơn khi được so sánh với thép có chế phẩm của các dây A.

Để nghiên cứu sâu hơn các kết quả thử nghiệm ở trên, các mẫu thử tấm cán nóng trước bước tẩy gỉ được thu thập riêng lẻ được dùng để nghiên cứu tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ của các tấm thép trải qua bước tẩy gỉ trong dung dịch chứa HCl 7% ở $80^{\circ}C$ trong 60 giây. Tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ của sáng chế: Δm có thể thu được bằng cách sử dụng công thức (1) sau.

$$\Delta m = (m_1 - m_2) / S \quad \text{--- (1)}$$

Δm : tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ (g/m^2)

m_1 : trọng lượng trước khi tẩy gỉ (g)

m_2 : trọng lượng sau khi tẩy gỉ (g)

S: diện tích lấy mẫu (m^2)

Các kết quả được thể hiện trên Fig.2. Fig.2 thể hiện nếu hàm lượng Pb vượt quá 0,0010%, tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ tăng lên. Hơn nữa, hình vẽ cho thấy, nếu hàm lượng Pb bằng 0,0010% hoặc nhỏ hơn, thép có chế phẩm của các dây B thể hiện tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ nhỏ hơn thép có chế phẩm của các dây A.

Thử nghiệm giống nhau được thực hiện cho các trường hợp mà Sb được bổ sung thay cho Sn, với hàm lượng Bi được thay đổi trong phạm vi từ 0 đến 0,01%. Ở đây, khi lượng Bi vượt quá 0,0010%, các khuyết tật bề mặt và các đặc tính tổn hao sắt có xu hướng suy giảm và tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ của tấm cán nóng bị tăng lên, cho kết quả giống với trong trường hợp sử dụng Sn.

Tiếp theo, sự nghiên cứu được thực hiện cho lượng bổ sung tối ưu của P và Mo khi tổng hàm lượng Pb và Bi là 0,0010% hoặc nhỏ hơn.

Cụ thể, các mẫu thép chứa C: 0,0030% , Si: 3,5%, Al: 1.0%, Mn: 0,5%, S: 0,0012%, N: 0,0017%, Sn: 0,03%, Pb: 0,0002%, và lượng P được thay đổi trong phạm vi từ 0,005% đến 0,05% và lượng Mo được thay đổi trong phạm vi từ 0 đến 0,1% được làm tan chảy trong phòng thí nghiệm, được gia nhiệt ở 1100°C, và sau đó trải qua bước cán nóng đến khi đạt độ dày là 1,8mm. Sau đó, các tấm thép cán nóng trải qua bước ủ bằng nóng trong môi trường chứa 100% N_2 ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó tẩy gỉ bằng cách nhúng các tấm thép trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, và sau đó các tấm thép trải qua bước cán nguội đến khi đạt độ dày tấm là 0,35mm, và sau đó bước ủ cuối cùng trong môi trường chứa 20% H_2 – 80% N_2 ở 1025°C trong 10 giây. Các mẫu sau bước ủ bằng nóng trước khi và sau khi tẩy gỉ được thu thập riêng lẻ, và tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ của mẫu được nghiên cứu.

Các mẫu thử Epstein được cắt từ mỗi tấm thép tạo ra theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán để đo các đặc tính từ của mẫu. Các đặc tính từ

được đánh giá dựa trên đặc tính L + C. Sự nghiên cứu về trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt cũng được thực hiện. Ảnh hưởng của các lượng bổ sung P, Mo trên tổn hao sắt, trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt, và tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ của các tấm cán nóng sau khi nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây được thể hiện trên Fig.3. Trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt được đánh giá bằng độ dài của các khuyết tật tuyến tính tồn tại trên từng đơn vị diện tích của tấm thép, và độ dài nhỏ hơn 0,001(m/m²) được xếp loại là không có các khuyết tật (tốt), độ dài bằng 0,001(m/m²) hoặc lớn hơn được xếp loại là có khuyết tật (kém).

Fig.3 thể hiện là, đối với các mẫu chứa lượng P là 0,015% hoặc nhỏ hơn và lượng Mo trong phạm vi từ 0,002% đến 0,03%, các vết bên ngoài bề mặt được tăng cường và các đặc tính tổn hao sắt được cải thiện. Hơn nữa, đối với các mẫu sau bước ủ bằng nóng với hàm lượng bổ sung của P và Mo nằm trong các phạm vi ở trên, tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ sau khi nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, nằm trong phạm vi 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, sự nghiên cứu về các điều kiện sản xuất để thu được tấm thép cán nóng với các đặc tính từ tốt và vết bên ngoài bề mặt được thực hiện.

Các phôi tấm thép có hợp phần hóa học chứa C: 0,0012%, Si: 3,0%, Al: 0,5%, Mn: 0,5%, S: 0,0008%, N: 0,003%, Sn: 0,08%, Pb: 0,0003%, P: 0,01%, và Mo: 0,01% được điều chế, và trải qua bước cán nóng đến khi đạt độ dày là 2,0mm với các nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm được thay đổi, các nhiệt độ cấp cho giá cán tinh, và các nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng. Sau đó, các tấm cán nóng trải qua bước ủ bằng nóng trong môi trường khí nitơ ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó tẩy gỉ bằng cách nhúng trong dung dịch HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, và sau đó cán nguội đến khi đạt độ dày tấm là 0,35mm. Tiếp theo, các tấm thép trải qua bước ủ cuối cùng trong môi trường chứa 20% H₂ – 80% N₂ ở 1010°C trong 10 giây.

Các mẫu thử Epstein được cắt từ mỗi tấm thép tạo ra theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán để đo các đặc tính từ của chúng. Các đặc tính từ được đánh giá dựa trên đặc tính $L + C$. Sự nghiên cứu về trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt cũng được thực hiện. Trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt được đánh giá bằng độ dài của các khuyết tật tuyến tính tồn tại trên từng đơn vị diện tích của tấm thép, và độ dài nhỏ hơn $0,001(m/m^2)$ được xếp loại là không có các khuyết tật (tốt), độ dài bằng $0,001(m/m^2)$ hoặc lớn hơn được xếp loại là có khuyết tật (kém).

Ảnh hưởng của nhiệt độ gia nhiệt ủ, nhiệt độ cấp cho giá cán tinh và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng trên tổn hao sắt $W_{15/50}$ và trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt được thể hiện trên Fig.4.

Fig.4 thể hiện khi nhiệt độ gia nhiệt ủ nằm trong phạm vi $1050^{\circ}C$ hoặc cao hơn và $1150^{\circ}C$ hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cấp cho giá cán tinh nằm trong phạm vi $820^{\circ}C$ hoặc cao hơn và $920^{\circ}C$ hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng nằm trong phạm vi $520^{\circ}C$ hoặc cao hơn và $620^{\circ}C$ hoặc thấp hơn, hiệu quả làm giảm tổn hao sắt và vẻ bên ngoài bề mặt tốt đều đạt được. Hơn nữa, đối với các mẫu trải qua bước ủ bằng nóng dưới các phạm vi nhiệt độ thích hợp ở trên, tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ sau khi nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở $80^{\circ}C$ trong 60 giây, nằm trong phạm vi $10g/m^2$ hoặc lớn hơn và $35g/m^2$ hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, mặc dù nguyên nhân mà các khuyết tật trên bề mặt tấm thép được giảm khi kiểm soát nhiệt độ gia nhiệt ủ, nhiệt độ cấp cho giá cán tinh và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng đến các phạm vi nhiệt độ ở trên không nhất thiết phải rõ ràng, tin rằng, khi hàm lượng Pb bằng 0,0010% hoặc nhỏ hơn, bằng cách làm thỏa mãn các phạm vi nhiệt độ ở trên ở thời điểm bổ sung Sn, P và Mo, các hình dáng và các kết cấu của các vảy oxit được tạo ra trên tấm thép cán nóng được tạo ra thuận lợi trong các điều kiện loại bỏ chúng trong các quy trình sau.

Các lý do để giới hạn các phạm vi của các hợp phần hóa học được mô tả ở trên là như sau.

C: 0,005% hoặc nhỏ hơn

Để làm tấm thép ít nhạy cảm hơn với việc già hóa từ, hàm lượng C tốt hơn là được giữ ở mức thấp nhất có thể. Tuy nhiên, hàm lượng C lên tới 0,005% có thể chấp nhận được. Tốt hơn là hàm lượng C bằng 0,0035% hoặc nhỏ hơn.

Si: 2,0% hoặc lớn hơn và 4,5% hoặc nhỏ hơn.

Trong tấm thép điện của sáng chế, Si là nguyên tố có lợi cho việc tăng điện trở và cải thiện các đặc tính tổn hao sắt. Để thu được hiệu quả cải thiện các đặc tính tổn hao sắt như vậy, hàm lượng Si bằng 2,0% hoặc lớn hơn được yêu cầu. Mặt khác, nếu hàm lượng Si vượt quá 4,5%, khả năng gia công của tấm thép suy giảm, và sự giảm mật độ từ thông trở nên đáng chú ý. Do đó, hàm lượng Si bị giới hạn trong phạm vi từ 2,0% đến 4,5%.

Al: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn.

Al, tương tự như Si, thường được dùng làm chất khử oxy cho thép và có hiệu quả lớn trong việc tăng điện trở và làm giảm tổn hao sắt, và do đó, nó thường được dùng như là một trong số các nguyên tố chính được chứa trong tấm thép điện vô hướng. Hơn nữa, Al có hiệu quả làm giảm lượng các kết tủa trên cơ sở AlN (các kết tủa mịn), và vì thế, cần thiết phải bổ sung lượng Al lên tới 0,2% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của Al quá dư thừa, độ trơn với khuôn trong bước đúc liên tục giảm, và gây khó khăn cho việc đúc, và do đó Al được chứa trong lượng là 2,0% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,1% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn.

Mn, tương tự như Si, cho hiệu quả tăng điện trở và làm giảm tổn hao sắt. Hơn nữa, đây là một nguyên tố có lợi để nâng cao khả năng sản xuất cán nóng. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của nó nhỏ hơn 0,1%, hiệu quả bổ sung bị giới hạn. Mặt

khác, nếu Mn vượt quá 2,0%, sự giảm mật độ từ thông bão hòa trở nên đáng chú ý. Do đó, hàm lượng Mn bị giới hạn nằm trong phạm vi ở trên.

S: 0,003% hoặc nhỏ hơn

S là tạp chất bị trộn lẫn không tránh khỏi trong thép, và khi hàm lượng của S tăng lên, lượng lớn chất lẫn sulfua sẽ được tạo thành và trở thành nguyên nhân làm tăng tổn hao sắt. Do đó, hàm lượng S là 0,003% hoặc nhỏ hơn trong sáng chế này. Mặt khác, không có giới hạn dưới cụ thể. Tuy nhiên, từ góc độ sản xuất thực tế hoặc góc độ tương tự, giới hạn dưới là khoảng 0,0002%.

N: 0,003% hoặc nhỏ hơn

N, tương tự như S, là tạp chất bị trộn lẫn không tránh khỏi trong thép, và nếu hàm lượng của nó lớn, lượng lớn nitrit sẽ được tạo thành và trở thành nguyên nhân làm tăng tổn hao sắt. Do đó, hàm lượng N là 0,003% hoặc nhỏ hơn trong sáng chế này. Mặt khác, không có giới hạn dưới cụ thể. Tuy nhiên, từ góc độ sản xuất thực tế hoặc góc độ tương tự, giới hạn dưới là khoảng 0,0005%.

P: 0,015% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố thường được bổ sung có chủ đích để tăng cường độ cứng và cải thiện các kết cấu của tấm thép. Tuy nhiên, trong sáng chế này, với mục đích cải thiện về bên ngoài bề mặt của tấm thép, cần thiết phải giữ ở mức càng thấp càng tốt, và do đó hàm lượng P là 0,015% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, không có giới hạn dưới cụ thể. Tuy nhiên, từ góc độ sản xuất thực tế hoặc góc độ tương tự, giới hạn dưới là khoảng 0,002%.

Mo: 0,002% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn.

Trong sáng chế này, Mo là nguyên tố quan trọng để làm giảm ảnh hưởng xấu của P ở mức khoảng 0,01% mà bị trộn lẫn không tránh khỏi trong thép thành tạp chất, trên bề mặt bên ngoài. Nếu hàm lượng của Mo nhỏ hơn 0,002%, hiệu quả bổ sung đủ không thể thu được. Mặt khác, nếu Mo được bổ sung với lượng vượt quá 0,03%, nó có xu hướng ảnh hưởng xấu đến các đặc tính từ. Do đó, hàm lượng

của Mo bị giới hạn nằm trong phạm vi ở trên. Tốt hơn là hàm lượng Mo là 0,003% hoặc lớn hơn và 0,02% hoặc nhỏ hơn.

Sn và Sb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn.

Cả hai nguyên tố Sn và Sb có hiệu quả cải thiện kết cấu và tăng cường các đặc tính từ của tấm thép điện vô hướng. Để thu được hiệu quả này, Sb và Sn được bổ sung với tổng lượng là 0,005% hoặc lớn hơn, cho dù các nguyên tố này được bổ sung đơn lẻ hoặc kết hợp. Mặt khác, việc bổ sung dư thừa các nguyên tố này có thể gây nên tính giòn của thép, và làm tăng vết rạn nứt tấm và xuất hiện các khuyết tật như vảy sắt trong suốt quá trình sản xuất tấm thép. Do đó, tổng hàm lượng Sn và Sb là 0,2% hoặc nhỏ hơn, cho dù các nguyên tố này được bổ sung đơn lẻ hoặc kết hợp.

Pb và Bi: 0,0010% hoặc nhỏ hơn (trong tổng trọng lượng)

Cho dù Pb và Bi được bổ sung đơn lẻ hoặc kết hợp, nếu tổng hàm lượng vượt quá 0,0010%, về bên ngoài bề mặt của tấm thép suy giảm đáng kể, và các đặc tính từ cũng suy giảm. Do đó, tổng hàm lượng của các nguyên tố này được giới hạn nằm trong phạm vi ở trên. Mặt khác, không có giới hạn dưới cụ thể. Tuy nhiên, từ góc độ sản xuất thực tế hoặc góc độ tương tự, giới hạn dưới là khoảng 0,00001% (0,1ppm trọng lượng).

Trong sáng chế này, các nguyên tố sau đây có thể được chứa như là sự bổ sung thích hợp vào các hợp chất cơ bản ở trên để tăng cường các đặc tính từ, và cải thiện các đặc trưng bề mặt của tấm thép điện vô hướng.

Ca: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Ca là nguyên tố có lợi mà các kết tủa như CaS và hạn chế sự kết tủa của các hạt sulfua mịn để cải thiện các đặc tính tổn hao sắt. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của nó nhỏ hơn 0,001%, hiệu quả bổ sung sẽ không đủ. Mặt khác, hàm lượng Ca vượt quá 0,005% làm tăng sự xâm nhập của các oxit Ca, và làm suy giảm các đặc tính tổn hao sắt. Do đó, khi bổ sung Ca, hàm lượng của nó tốt hơn là nằm trong phạm vi ở trên.

Mg: 0,0002% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Khi lượng Mg bằng 0,0002% hoặc lớn hơn được bổ sung, các oxit Mg được tạo thành, và trong những oxit này, các nguyên tố tạp chất như S và N kết tủa hợp lại và hạn chế sự tạo ra của các sulfua và các nitrit có hại làm suy giảm các đặc tính tổn hao sắt. Do đó, giới hạn dưới của hàm lượng Mg tốt hơn là 0,0002%.

Mặt khác, việc bổ sung Mg với lượng vượt quá 0,005% gây khó khăn cho điều kiện sản xuất và làm tăng chi phí không cần thiết. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Mg tốt hơn là khoảng 0,005%.

Cr: 0,05% hoặc lớn hơn và 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Cr là nguyên tố có lợi để cải thiện các đặc tính tổn hao sắt và bề mặt ngoài bề mặt bằng cách thay đổi các vảy lớp bề mặt được tạo ra trong suốt bước cán nóng và bước ủ bằng nóng, và bằng cách bổ sung với lượng khoảng 0,05% hoặc lớn hơn, hiệu quả trở nên rõ rệt. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Cr vượt quá 0,5%, hiệu quả đạt bình ổn. Do đó, khi bổ sung Cr, hàm lượng của Cr tốt hơn là được giới hạn nằm trong phạm vi 0,05% hoặc lớn hơn và 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Phần còn lại khác ngoài các nguyên tố được mô tả ở trên là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi được trộn lẫn trong suốt quá trình sản xuất.

Tiếp theo, các lý do để giới hạn các điều kiện thay đổi và các điều kiện tương tự trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng theo sáng chế được mô tả.

Khi sản xuất tấm thép điện vô hướng sử dụng tấm thép cán nóng của sáng chế, quy trình và thiết bị được áp dụng cho tấm thép điện vô hướng thông thường có thể được sử dụng, ngoại trừ cho các điều kiện sản xuất của tấm thép cán nóng được mô tả sau đây.

Chẳng hạn, thép thu được bằng cách luyện thép trong lò luyện thép hoặc lò nung điện để có hợp phần hóa học được xác định trước được trải qua bước tinh chế thứ hai trong thiết bị khử khí, và để đúc liên tục hoặc cán thô sau khi đúc thổi nhằm

thu được phôi tấm thép, và sau đó phôi tấm thép trải qua bước cán nóng để thu được tấm thép cán nóng theo sáng chế.

Sau đó, bằng cách cho tấm thép cán nóng trải qua các bước ủ bằng nóng, tẩy gỉ, cán ấm hoặc nguội, ủ cuối cùng và nung lớp phủ cách điện lên nó, thu được tấm thép điện vô hướng.

Trong sáng chế này, để làm giảm các khuyết tật bề mặt của tấm thép và duy trì sản lượng sản xuất tốt, cần phải kiểm soát các điều kiện sản xuất của tấm thép cán nóng như được mô tả dưới đây.

Cụ thể, nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm được đặt là 1050°C hoặc cao hơn và 1150°C hoặc thấp hơn, và bước cán nóng được thực hiện sao cho nhiệt độ cấp cho giá cán tinh nằm trong phạm vi 820°C hoặc cao hơn và 920°C hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng nằm trong phạm vi 520°C hoặc cao hơn và 620°C hoặc thấp hơn.

Hơn nữa, tốt hơn là phạm vi của nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm là 1050°C hoặc cao hơn và 1125°C hoặc thấp hơn, tốt hơn là phạm vi của nhiệt độ cấp cho giá cán tinh là 850°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn là phạm vi của nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng là 550°C hoặc cao hơn và 600°C hoặc thấp hơn.

Bằng cách thực hiện quá trình cán nóng dưới các điều kiện này, cùng với các hiệu quả thu được bằng các thành phần nguyên liệu đã đề cập ở trên như Mo, mức độ loại bỏ các vảy được tạo ra trong phần lớp bề mặt của tấm thép sau bước ủ bằng nóng trở nên tối ưu. Trong sáng chế này, để xác định mức độ loại bỏ vảy, các điều kiện ủ bằng nóng và các điều kiện tẩy gỉ điển hình được đưa vào xem xét, và tấm thép được trải qua bước ủ trong môi trường khí nitơ ở 1000°C, trong 30 giây, và sau đó tấm thép được nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây và tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ sau các quá trình này được sử dụng. Với sáng chế này, có thể có mức độ loại bỏ vảy thích hợp cụ thể trong đó tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ nằm trong phạm vi từ 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn.

Để xác định tấm thép cán nóng với các đặc tính từ và về bên ngoài bề mặt tốt, dựa trên các đặc tính của tấm thép, sử dụng tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ ở trên, điều kiện ủ được giới hạn ở 1000°C, trong 30 giây, và điều kiện tẩy gỉ sau khi ủ được giới hạn là nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây. Tuy nhiên, theo phương án thực tế, các điều kiện ủ bằng nóng (thông thường, 950°C hoặc cao hơn và 1100°C hoặc thấp hơn) và các điều kiện loại bỏ vảy như điều kiện tẩy gỉ có thể được thiết đặt tùy ý tùy thuộc vào các đặc tính sản phẩm được yêu cầu và trạng thái xuất hiện của các vảy hoặc các tính chất tương tự, và không bị giới hạn vào các điều kiện ở trên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

[Ví dụ 1]

Thép nóng chảy mà thu được bằng cách thổi vào trong lò luyện thép được đưa vào quá trình xử lý khử khí và sau đó đúc để sản xuất phôi tấm thép với chế phẩm được thể hiện trong bảng 1. Sau đó, ở nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm, nhiệt độ cấp cho giá cán tinh, và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng được thể hiện trong bảng 2, bước cán nóng được thực hiện đến khi đạt độ dày là 2,0mm để thu được tấm thép cán nóng. Sau đó, tấm thép cán nóng trải qua bước ủ bằng nóng trong môi trường chứa 100% N₂ ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó là bước xử lý tẩy gỉ trong đó tấm thép được nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, và sau đó tấm thép trải qua bước cán nguội đến khi đạt độ dày tấm được thể hiện trong bảng 2. Sau đó, tấm cán nguội trải qua bước ủ cuối cùng trong môi trường chứa 20% H₂ – 80% N₂ ở 1035°C trong 10 giây, và xử lý phủ sau đó.

Các mẫu thử Epstein được cắt từ mỗi tấm thép điện vô hướng tạo ra theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán để đo các đặc tính từ của chúng (tổn hao sắt: W_{15/50}, mật độ từ thông: B₅₀). Các đặc tính từ được đánh giá dựa trên đặc tính L + C, và việc nghiên cứu về về bên ngoài bề mặt cũng được thực hiện. Các kết quả thu được cũng được thể hiện trong bảng 2. Trạng thái xuất hiện của các khuyết

tật bề mặt được đánh giá dựa trên độ dài của các khuyết tật tuyến tính tồn tại trên từng đơn vị diện tích của tấm thép, và độ dài nhỏ hơn $0,001(\text{m}/\text{m}^2)$ được xếp loại là không có các khuyết tật (tốt), và độ dài bằng $0,001(\text{m}/\text{m}^2)$ hoặc lớn hơn được xếp loại là có khuyết tật (kém).

[Bảng 1]

Thép số	C (%)	Si (%)	Al (%)	Mn (%)	S (%)	N (%)	P (%)	Mo (%)	Sb (%)	Sn (%)	Pb (%)	Bi (%)	Ca (%)	Mg (%)	Ghi chú
A	0,0025	2,84	0,29	0,21	0,0019	0,0021	0,020	0,001	-	0,038	0,0001	-	-	-	Thép để so sánh
B	0,0032	2,78	0,31	0,17	0,0023	0,0017	0,014	0,003	-	0,041	0,0001	-	-	-	Thép đồng dạng
C	0,0021	2,85	0,87	0,19	0,0012	0,0025	0,028	0,003	0,045	-	-	0,0002	-	-	Thép để so sánh
D	0,0015	2,82	0,93	0,23	0,0008	0,0010	0,006	0,005	0,041	-	-	0,0002	-	-	Thép đồng dạng
E	0,0012	2,15	0,27	0,20	0,0012	0,0013	0,010	0,020	-	0,060	-	0,0012	-	-	Thép để so sánh
F	0,0014	2,18	0,25	0,15	0,0030	0,0010	0,009	0,020	-	0,050	-	0,0009	0,0027	-	Thép đồng dạng
G	0,0024	3,67	0,75	0,54	0,0020	0,0020	0,015	0,050	-	0,028	0,0003	0,0001	-	-	Thép để so sánh
H	0,0018	3,72	0,68	0,49	0,0018	0,0030	0,012	0,005	-	0,035	0,0003	0,0001	-	0,0035	Thép đồng dạng

"%" thể hiện "% trọng lượng", và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

[Bảng 2]

Số	Thép số	Nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm (°C)	Nhiệt độ cấp cho giá cán tinh (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)	Tổn hao trọng lượng sau bước ủ bằng nóng (g/m ²)	Độ dày tấm thép cán nguội (mm)	W _{15/50} (W/kg)	B ₅₀ (T)	Vẽ bên ngoài bề mặt	Ghi chú
1	A	1140	920	620	41	0,50	2,73	1,70	Kém	Ví dụ so sánh
2	B	1140	920	620	30	0,50	2,59	1,71	Tốt	Ví dụ
3	C	1060	820	520	47	0,50	2,59	1,69	Kém	Ví dụ so sánh
4	D	1060	820	520	13	0,50	2,45	1,70	Tốt	Ví dụ
5	E	1080	850	550	63	0,50	3,23	1,72	Kém	Ví dụ so sánh
6	F	1080	850	550	32	0,50	3,05	1,73	Tốt	Ví dụ
7	G	1100	870	570	43	0,50	2,31	1,66	Kém	Ví dụ so sánh
8	H	1100	870	570	26	0,50	2,19	1,67	Tốt	Ví dụ
9	B	1030	800	500	45	0,35	2,33	1,69	Kém	Ví dụ so sánh
10	B	1110	890	600	27	0,35	2,21	1,70	Tốt	Ví dụ
11	D	1180	950	650	40	0,35	2,23	1,68	Kém	Ví dụ so sánh
12	D	1120	890	600	17	0,35	2,12	1,69	Tốt	Ví dụ
13	F	1150	930	630	42	0,35	2,59	1,71	Kém	Ví dụ so sánh
14	F	1150	910	600	29	0,35	2,45	1,72	Tốt	Ví dụ
15	H	1050	810	510	40	0,35	2,08	1,65	Kém	Ví dụ so sánh
16	H	1050	830	530	21	0,35	1,95	1,66	Tốt	Ví dụ

Bảng 2 thể hiện các trị số tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ sau khi cho các tấm thép trải qua bước ủ bằng nóng ở 1000°C trong 30 giây và sau đó nhúng chúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, và tất cả các mẫu đều nằm trong phạm vi 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, rõ ràng các ví dụ thu được dưới các điều kiện sản xuất của các tấm thép cán nóng theo sáng chế này đều thể hiện các kết quả tốt về cả các đặc tính từ và về bên ngoài bề mặt.

[Ví dụ 2]

Thép nóng chảy mà thu được bằng cách thổi vào trong lò luyện thép được đưa vào quá trình xử lý khử khí và sau đó đúc để sản xuất phôi tấm thép với chế phẩm được thể hiện trong bảng 3. Sau đó, ở nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm, nhiệt độ cấp cho giá cán tinh, và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng được thể hiện trong bảng 4, bước cán nóng được thực hiện đến khi đạt độ dày là 1,6mm. Sau đó, tấm thép cán nóng trải qua bước ủ bằng nóng trong môi trường chứa 100% N₂ ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó là bước xử lý tẩy gỉ trong đó tấm thép được nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, và sau đó tấm thép trải qua bước cán nguội đến khi đạt độ dày tấm được thể hiện trong bảng 4. Sau đó, tấm cán nguội trải qua bước ủ cuối cùng trong môi trường chứa 20% H₂ – 80% N₂ ở 1000°C trong 10 giây, và xử lý phủ sau đó.

Các mẫu thử Epstein được cắt từ mỗi tấm thép điện vô hướng tạo ra theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán để đo các đặc tính từ của chúng (tổn hao sắt: W_{10/400}, mật độ từ thông: B₅₀). Các đặc tính từ được đánh giá dựa trên đặc tính L + C, và việc nghiên cứu về vẻ bên ngoài bề mặt cũng được thực hiện. Các kết quả thu được cũng được thể hiện trong bảng 4. Trạng thái xuất hiện của các khuyết tật bề mặt được đánh giá dựa trên độ dài của các khuyết tật tuyến tính tồn tại trên từng đơn vị diện tích của tấm thép, và độ dài nhỏ hơn 0,001(m/m²) được xếp loại là không có các khuyết tật (tốt), và độ dài bằng 0,001(m/m²) hoặc lớn hơn được xếp loại là có khuyết tật (kém).

[Bảng 3]

Thép số.	C (%)	Si (%)	Al (%)	Mn (%)	S (%)	N (%)	P (%)	Mo (%)	Sb (%)	Sn (%)	Pb (%)	Bi (%)	Ca (%)	Cr (%)	Ghi chú
I	0,0020	2,92	1,15	0,51	0,0025	0,0018	0,033	0,005	0,021	0,033	0,0002	0,0003	-	-	Thép để so sánh
J	0,0010	2,87	1,22	0,50	0,0017	0,0020	0,011	0,005	0,023	0,035	0,0002	0,0003	-	-	Thép đồng dạng
K	0,0016	3,35	0,63	1,62	0,0021	0,0027	0,035	0,006	-	0,050	0,0006	-	0,0025	-	Thép để so sánh
L	0,0035	3,32	0,58	1,60	0,0015	0,0014	0,005	0,004	-	0,052	0,0006	-	-	0,08	Thép đồng dạng
M	0,0045	4,02	0,25	0,12	0,0005	0,0007	0,009	0,015	-	0,012	0,00005	-	-	-	Thép đồng dạng
N	0,0023	3,35	1,51	0,25	0,0012	0,0009	0,015	0,025	-	0,120	0,0007	-	0,0045	-	Thép đồng dạng

"%" thể hiện "% trọng lượng", và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

[Bảng 4]

Số	Thép số.	Nhiệt độ gia nhiệt phối tấm (°C)	Nhiệt độ cấp cho giá cán tính (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)	Tôn hao trọng lượng sau bước ủ bằng nóng (g/m ²)	Độ dày tấm thép cán nguội (mm)	W _{10/400} (W/kg)	B ₅₀ (T)	Về bên ngoài bề mặt	Ghi chú
21	I	1100	870	590	55	0,30	14,9	1,68	Kém	Ví dụ so sánh
22	J	1100	870	590	22	0,30	13,9	1,69	Tốt	Ví dụ
23	K	1120	890	570	67	0,30	13,9	1,66	Kém	Ví dụ so sánh
24	L	1120	890	570	29	0,30	13,0	1,67	Tốt	Ví dụ
25	J	1170	900	600	39	0,25	12,8	1,67	Kém	Ví dụ so sánh
26	J	1140	840	590	27	0,25	12,2	1,68	Tốt	Ví dụ
27	L	1030	830	530	38	0,25	11,9	1,66	Kém	Ví dụ so sánh
28	L	1060	880	550	25	0,25	11,3	1,67	Tốt	Ví dụ
29	M	1100	870	590	11	0,25	11,7	1,68	Tốt	Ví dụ
30	N	1100	870	540	30	0,25	11,0	1,67	Tốt	Ví dụ
31	J	1120	850	570	23	0,20	10,6	1,67	Tốt	Ví dụ
32	N	1080	890	590	30	0,20	9,7	1,66	Tốt	Ví dụ

Bảng 4 thể hiện các trị số tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ sau khi cho các tấm thép trải qua bước ủ bằng nóng ở 1000°C trong 30 giây và sau đó nhúng chúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây, và tất cả các mẫu đều nằm trong phạm vi 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, rõ ràng các ví dụ thu được dưới các điều kiện sản xuất của các tấm thép cán nóng theo sáng chế này đều thể hiện các kết quả tốt về cả các đặc tính từ và về bên ngoài bề mặt.

Yêu cầu bảo hộ

1. Tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng, có hợp phần hóa học chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, C: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Si: 2,0% hoặc lớn hơn và 4,5% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,1% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, S: 0,003% hoặc nhỏ hơn, N: 0,003% hoặc nhỏ hơn, P: 0,015% hoặc nhỏ hơn, Mo: 0,002% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn, Pb và Bi với tổng lượng là 0,0010% hoặc nhỏ hơn, một hoặc cả hai Sn và Sb với tổng lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, tùy ý một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,05 % hoặc lớn hơn và 0,5 % hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe với các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó tấm thép cán nóng có tổn hao trọng lượng khi tẩy gỉ là 10g/m² hoặc lớn hơn và 35g/m² hoặc nhỏ hơn sau bước ủ trong môi trường khí nitơ ở 1000°C trong 30 giây, và sau đó được nhúng trong dung dịch chứa HCl 7% ở 80°C trong 60 giây.

2. Tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,05% hoặc lớn hơn và 0,5% hoặc nhỏ hơn.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng, phương pháp bao gồm các bước:

gia nhiệt ủ tấm có hợp phần hóa học chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, C: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Si: 2,0% hoặc lớn hơn và 4,5% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,1% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn, S: 0,003% hoặc nhỏ hơn, N: 0,003% hoặc nhỏ hơn, P: 0,015% hoặc nhỏ hơn, Mo: 0,002% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn, Pb và Bi với tổng lượng là 0,0010% hoặc lớn hơn, một hoặc cả hai Sn và Sb với tổng lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, tùy ý một hoặc nhiều thành phần trong số Ca:

0,001 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002 % hoặc lớn hơn và 0,005 % hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,05 % hoặc lớn hơn và 0,5 % hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe với các tạp chất không thể tránh khỏi;

sau đó phôi tấm trải qua bước cán nóng để thu được tấm thép cán nóng;

sau đó cuộn tấm thép cán nóng, trong đó

nhệt độ gia nhiệt phôi tấm là 1050°C hoặc cao hơn và 1150°C hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cấp cho giá cán tinh của bước cán nóng là 820°C hoặc cao hơn và 920°C hoặc thấp hơn, và nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng là 520°C hoặc cao hơn và 620°C hoặc thấp hơn.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng cho sản xuất tấm thép điện vô hướng theo điểm 3, trong đó hợp phần hóa học chứa các nguyên tố theo % trọng lượng, một hoặc nhiều thành phần trong số Ca: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0002% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn, và Cr: 0,05% hoặc lớn hơn và 0,5% hoặc nhỏ hơn.

FIG. 1

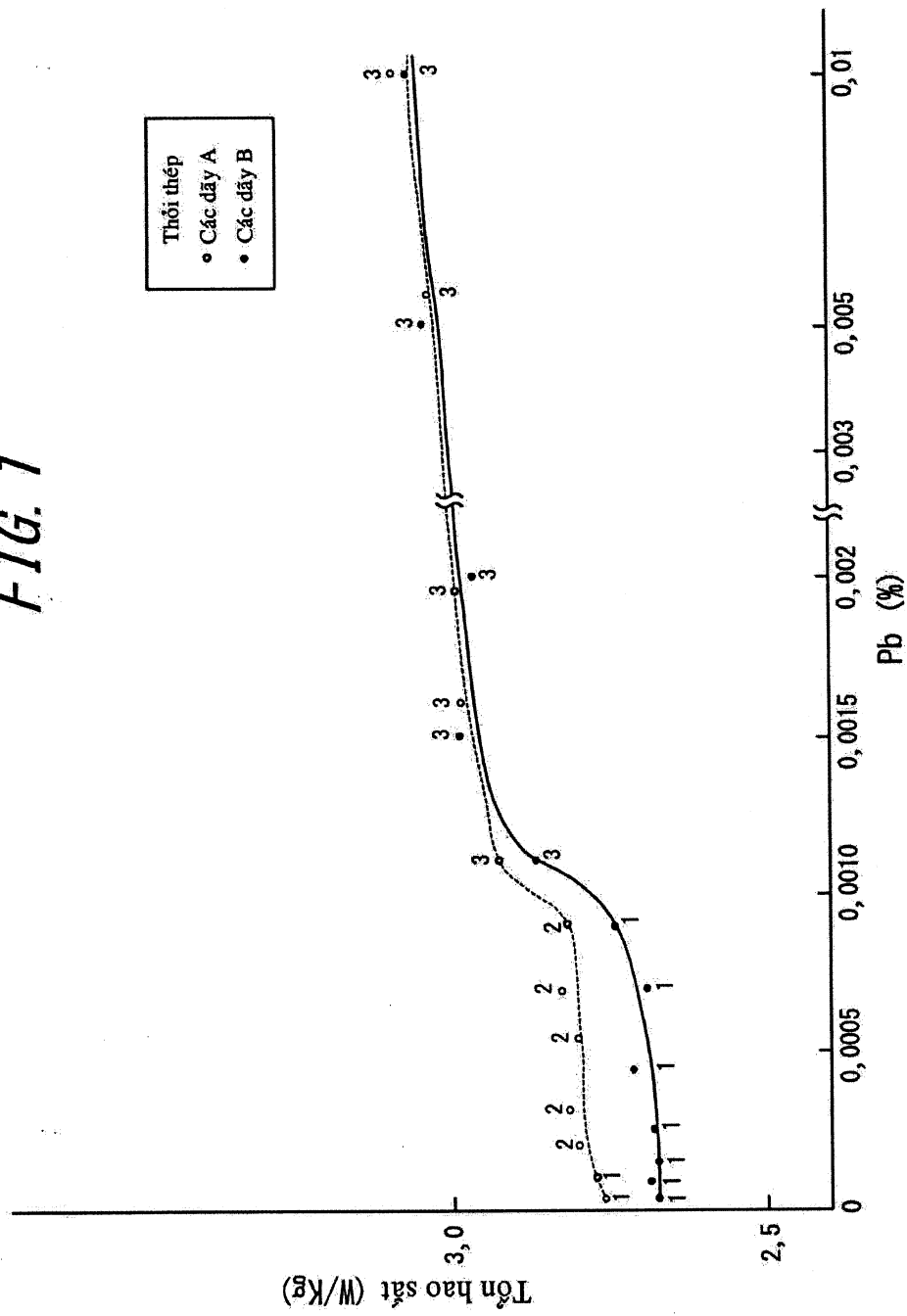


FIG. 2

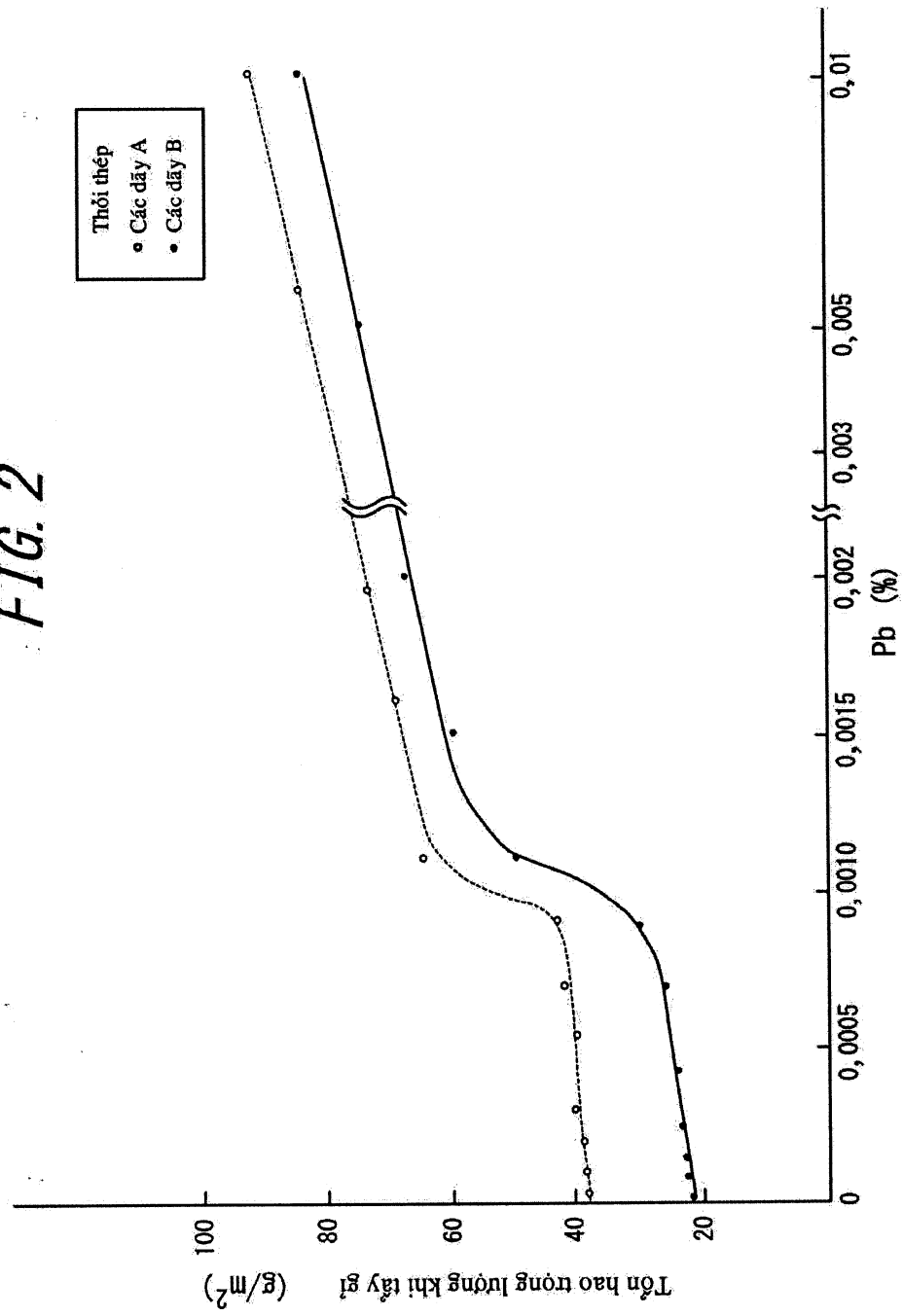


FIG. 3

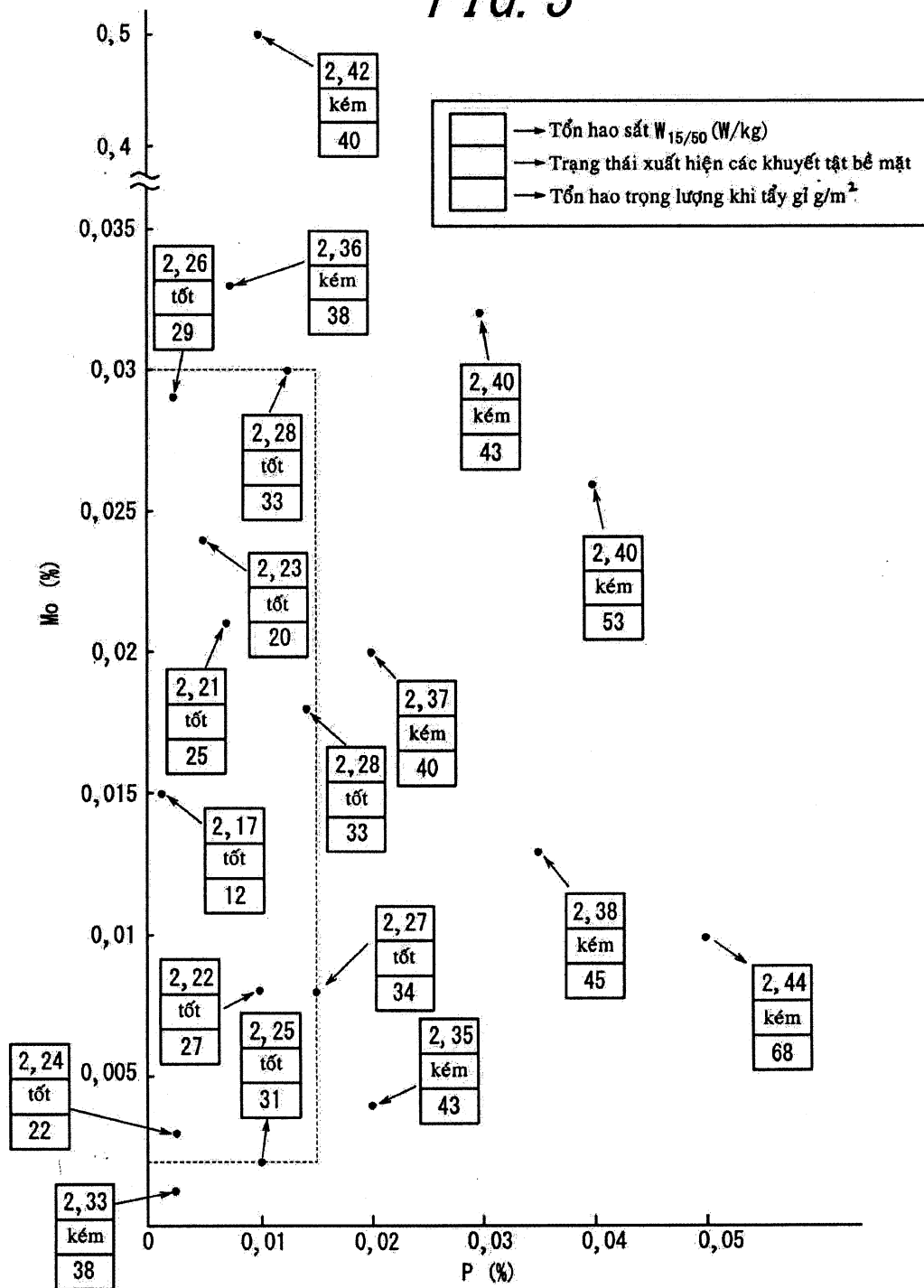


FIG. 4

