



(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)



1-0031058

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/60; C22C 38/16; (13) B
C21D 8/12

(21) 1-2017-00880

(22) 13/08/2015

(86) PCT/JP2015/004046 13/08/2015

(87) WO/2016/027445 A8 25/02/2016

(30) 2014-168691 21/08/2014 JP

(45) 25/02/2022 407

(43) 25/05/2017 350A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

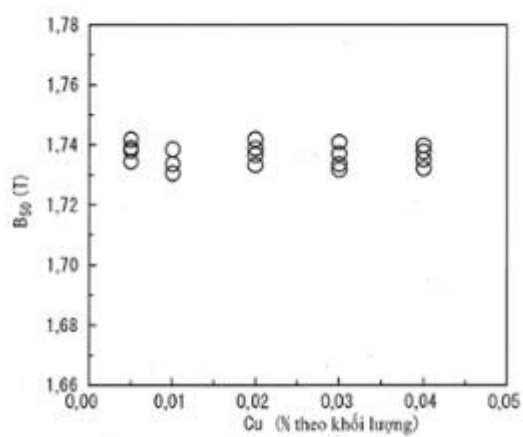
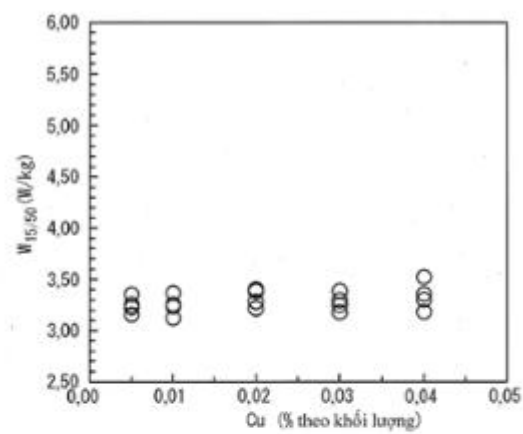
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) NAKANISHI, Tadashi (JP); NAKAJIMA, Hiroaki (JP); OKUBO, Tomoyuki (JP);
ODA, Yoshihiko (JP).

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

(54) TẤM THÉP KỸ THUẬT ĐIỆN KHÔNG ĐỊNH HƯỚNG VÀ PHƯƠNG PHÁP
SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng tái chế ưu việt mà đặc tính từ của tấm thép được ngăn không bị trở nên không ổn định trong trường hợp giảm hàm lượng Al để tái sử dụng tấm thép kỹ thuật điện không định hướng làm phế liệu sắt. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thành phần hóa học % theo khối lượng, chứa: C: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Si: 1,0% hoặc lớn hơn và 4,0% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,10% hoặc lớn hơn và 3,0% hoặc nhỏ hơn; keo Al: nhỏ hơn 0,0050%; P: lớn hơn 0,01% và 0,20% hoặc nhỏ hơn; S: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Cu: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,10%; và Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện không định hướng chủ yếu được sử dụng làm nguyên liệu lõi sắt của thiết bị điện, cụ thể tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng tái chế ưu việt mà các trở ngại từ đó đã được loại bỏ, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Những lo ngại ngày càng tăng về các tài nguyên trên trái đất và việc tăng chất thải đã thúc đẩy xu hướng tái chế các tài nguyên trong các lĩnh vực khác nhau. Trong ngành công nghiệp sắt và thép, nhiều loại phế liệu sắt như các phương tiện, máy giặt, và điều hòa đã được sử dụng làm một phần của các nguyên liệu thô để luyện thép, và lượng phế liệu sắt được mong muốn tăng thêm trong tương lai. Việc tăng lượng phế liệu trong luyện thép nghĩa là khả năng tái chế tốt hơn. Tuy nhiên, do phế liệu chứa Cu và nguyên tố tương tự mà thường được xem là có hại, làm xuất hiện các vấn đề về chất lượng của các sản phẩm thép bị suy giảm.

Ý thức về bảo tồn năng lượng cũng đã được nâng cao để bảo tồn các nguồn tài nguyên của trái đất. Trong lĩnh vực về động cơ, các động cơ như các động cơ được sử dụng cho điều hòa gia đình cần được tiêu thụ ít điện hơn để giảm tổn hao năng lượng. Do đó, các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng được sử dụng làm các nguyên liệu lõi sắt của các động cơ cũng được yêu cầu có hiệu suất cao, và các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng với tổn hao sắt thấp để làm giảm tổn hao sắt của các động cơ và các tấm thép

kỹ thuật điện không định hướng với mật độ từ thông cao để làm giảm tổn hao đồng của các động cơ được yêu cầu.

Những người sử dụng mà sử dụng, như các vật liệu thô của quá trình đúc, phế liệu được tạo ra khi đúc các nguyên liệu lõi sắt gần đây cũng được tăng lên. Để đảm bảo khả năng đúc của phế liệu, hàm lượng Al của các tấm thép cần được làm giảm đến nhỏ hơn 0,05%. Nếu hàm lượng Al là 0,05% hoặc lớn hơn, các vết rỗ có xu hướng xảy ra trong các bước đúc.

Đối với tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có hàm lượng Al được giảm, JP 4126479 B2 (PTL 1) mô tả là, khi hàm lượng Al là 0,017% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,005% hoặc nhỏ hơn, kết cấu được cải thiện để tăng cường mật độ từ thông. Trong khi đó, PTL 1 cũng mô tả là nguyên liệu chứa Al cực thấp như vậy làm giảm tổn hao sắt và có đặc tính từ không ổn định.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP 4126479 B2

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

(Vấn đề kỹ thuật)

Như được đề cập ở trên, vấn đề khi tái chế tấm thép kỹ thuật điện không định hướng trong đó đặc tính từ trở nên không ổn định trong trường hợp giảm hàm lượng Al để tái sử dụng tấm thép kỹ thuật điện không định hướng làm phế liệu sắt. Do đó có thể hữu ích để tạo ra tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng tái chế ưu việt và phương pháp sản xuất tấm thép này.

(Giải pháp cho vấn đề)

Do nghiên cứu mở rộng cho tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng tái chế ưu việt, các tác giả đã phát hiện ra đặc tính từ thay đổi đáng kể trong trường hợp mà Cu được dẫn xuất từ việc sử dụng của nguyên liệu phế liệu và nguyên tố tương tự được trộn vào trong nguyên liệu chứa Al cực thấp, như được mô tả sau. Các tác giả cũng phát hiện ra là việc bổ sung Ca vào tấm thép này trong đó Cu đã được trộn vào trong nguyên liệu chứa Al cực thấp rất hiệu quả trong việc ức chế sự thay đổi đặc tính từ. Sáng chế được dựa trên các phát hiện nêu trên.

Các tác giả đề xuất như sau:

1. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thành phần hóa học chứa (gồm có), % theo khối lượng: C: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Si: 1,0% hoặc lớn hơn và 4,0% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,10% hoặc lớn hơn và 3,0% hoặc nhỏ hơn; keo Al: nhỏ hơn 0,0050%; P: lớn hơn 0,01% và 0,20% hoặc nhỏ hơn; S: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Cu: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,10%; và Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

2. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo mục 1 nêu trên, trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Sn và Sb: 0,01% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn trong tổng khối lượng.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, bao gồm: bước cán nóng phôi tấm có thành phần hóa học chứa (gồm có), % theo khối lượng: C: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Si: 1,0% hoặc lớn hơn và 4,0% hoặc

nhỏ hơn; Mn: 0,10% hoặc lớn hơn và 3,0% hoặc nhỏ hơn; keo Al: nhỏ hơn 0,0050%; P: lớn hơn 0,01% và 0,20% hoặc nhỏ hơn; S: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Cu: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,10%; và Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi; bước tẩy gỉ tấm cán nóng đã thu được mà không ủ, và sau đó cán nguội tấm; và bước ủ cuối cùng tấm cán nguội, trong đó sau khi hoàn thiện bước cán trong bước cán nóng, tấm cán nóng được cuộn ở nhiệt độ là 650°C hoặc lớn hơn.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo mục 3 nêu trên, trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc hai nguyên tố được chọn từ Sn và Sb: 0,01% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn trong tổng khối lượng.

(Hiệu quả đạt được bởi sáng chế)

Nhờ phương pháp trên có thể tạo ra một cách ổn định tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng tái chế ưu việt mà đóng góp đáng kể vào việc bảo vệ môi trường và các nguồn tài nguyên trên phạm vi toàn cầu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ kèm theo:

Các Fig. 1A và 1B là sơ đồ minh họa ảnh hưởng của Cu lên đặc tính từ trong nguyên liệu chứa Al cực thấp;

Các Fig. 2A và 2B là sơ đồ minh họa ảnh hưởng của Cu lên đặc tính từ trong nguyên liệu được bổ sung Al;

Các Fig. 3A và 3B là sơ đồ minh họa ảnh hưởng của Cu lên đặc tính từ trong nguyên liệu chứa Al cực thấp mà Ca được bổ sung vào đó; và

Các Fig. 4A và 4B là sơ đồ minh họa ảnh hưởng của Cu lên đặc tính từ trong nguyên liệu được bổ sung Al mà Ca được bổ sung vào đó.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết được đưa ra dưới đây dựa trên các kết quả thực nghiệm.

Các ký hiệu biểu diễn “%” và “phần triệu” chỉ lần lượt thành phần là “% theo khối lượng” và “phần triệu theo khối lượng”, trừ khi có quy định khác được nêu. Đặc tính từ được đánh giá như sau: các mẫu thử Epstein được thu thập theo hướng cán (L) và hướng vuông góc với hướng cán (C), và phép đo được thực hiện bởi phương pháp Epstein được mô tả trong tài liệu JIS C2550, để đánh giá đặc tính từ dựa trên B_{50} (mật độ từ thông với lực từ hóa là 5000 A/m) và $W_{15/50}$ (tổn hao sắt khi bị kích thích với mật độ từ thông là 1,5 T và tần số là 50 Hz).

Đầu tiên, các thử nghiệm sau đây được thực hiện để xác định ảnh hưởng của hàm lượng Al cực thấp trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng lên đặc tính từ.

Thép có thành phần thép chứa C: 0,002%, Si: 1.6%, Mn: 0,5%, P: 0,04%, Al: 0,0005% hoặc nhỏ hơn, N: 0,002%, và S: 0,002% khi nguyên liệu chứa Al cực thấp được chỉnh cho 8 lần nạp, và độ dày tấm được cán nóng đến 2,8 mm. Sau bước tẩy gỉ tấm cán nóng, tấm cán nóng được cán nguội đến độ dày tấm là 0,5 mm, và được chịu bước ủ cuối là $1000^{\circ}\text{C} \times 10$ giây trong môi trường 20% H_2 -80% N_2 . Do việc nghiên cứu đặc tính từ của nguyên liệu thu được bằng cách tạo ra các mẫu thử cho mỗi lần nạp, các tác giả phát hiện ra là đặc tính từ được thay đổi đáng kể giữa các lần nạp. Ngoài ra, việc phân

tích thành phần đã cho thấy nguyên liệu có đặc tính từ suy giảm chứa lượng Cu là 0,02% hoặc lớn hơn mà cao hơn so với các vật liệu khác, cho thấy đặc tính từ bị suy giảm do sự kết tủa đồng mịn hoặc tương tự.

Do các nguồn phế liệu là từ, ví dụ, các thiết bị điện như máy giặt hoặc điều hòa, Cu của các dây dẫn được chứa ngẫu nhiên trong phế liệu. Giả sử là tỷ lệ sử dụng của phế liệu làm các nguyên liệu thô sản xuất thép đã tăng trong những năm gần đây, xuất hiện thấy Cu được dẫn xuất từ phế liệu được trộn trong nguyên liệu với đặc tính từ suy giảm.

Theo đó các tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của Cu lên đặc tính từ. Thép chứa C: 0,002%, Si: 1.6%, Mn: 0,5%, P: 0,04%, Al: 0,0005% hoặc nhỏ hơn, N: 0,002%, và S: 0,002% khi nguyên liệu chứa Al cực thấp và thép chứa C: 0,002%, Si: 1.3%, Mn: 0,5%, P: 0,04%, Al: 0,3%, N: 0,002%, và S: 0,002% khi nguyên liệu được bổ sung Al để so sánh mỗi sản phẩm thu được bằng cách luyện thép trong khi được nạp nằm trong phạm vi là Cu: 0,005% đến 0,04% (không có Ca được bổ sung vào cả hai nguyên liệu). Thép sau đó được cán nóng đến độ dày tấm là 2,8mm. Sau bước tẩy gỉ tấm cán nóng, tấm cán nóng được cán nguội đến độ dày tấm là 0,5mm, và được chịu bước ủ cuối là $1000^{\circ}\text{C} \times 10$ giây trong môi trường 20% H_2 -80% N_2 . Các kết quả nghiên cứu các đặc tính từ tương ứng của các tấm được ủ cuối cùng này được minh họa trên các Fig. 1A và 1B (Al + Ca cực thấp không được bổ sung) và các Fig. 2A và 2B (Al được bổ sung + Ca không được bổ sung). Các Fig. 1A và 1B minh họa tương ứng các kết quả đo tổn hao sắt và mật độ từ thông, và các Fig. 2A và 2B minh họa tương ứng các kết quả đo tổn hao sắt và mật độ từ thông.

Trong nguyên liệu được bổ sung Al được minh họa trên các Fig. 2A và 2B, sự suy giảm đặc tính từ do Cu tăng lên khá nhỏ. Trong nguyên liệu chứa Al cực thấp được minh họa trên các Fig. 1A và 1B, mặt khác, đặc tính từ thay đổi đáng kể khi Cu tăng lên, và hầu hết đặc tính từ suy giảm với cùng lượng Cu là rất kém. Tuy nhiên, khi Cu là khoảng 0,01%, nguyên liệu chứa Al cực thấp có đặc tính từ tốt hơn nguyên liệu được bổ sung Al. Do đó, nguyên liệu chứa Al cực thấp có tiềm năng cho đặc tính ưu việt, nhưng vấn đề ở chỗ đặc tính từ của nó giảm hoặc thay đổi đáng kể với Cu tăng lên.

Nguyên nhân cho điều này chưa rõ, nhưng được tin rằng như sau: Do nguyên liệu chứa Al cực thấp không có nguyên tố cho việc tăng trưởng nitrua, nitrua trở nên mịn, và một số loại tương tác giữa nitrua mịn và Cu sulfua dẫn đến sự thay đổi đặc tính. Đặc tính thuận lợi thực sự thu được khi làm giảm đủ Cu trong nguyên liệu chứa Al cực thấp. Vì vậy, việc giảm Cu trong nguyên liệu chứa Al cực thấp có thể là cách để ổn định đặc tính từ. Tuy nhiên, để làm thế, tỷ lệ sử dụng của phế liệu sắt cần được giảm xuống, ngược lại với xu hướng gần đây để bảo vệ môi trường và các nguồn tài nguyên.

Theo đó, các tác giả xem xét việc sử dụng Ca để làm Cu vô hại.

Thép chứa C: 0,002%, Si: 1,6%, Mn: 0,5%, P: 0,04%, Al: 0,0005% hoặc nhỏ hơn, N: 0,002%, S: 0,002%, và Ca: 0,003% làm nguyên liệu chứa Al cực thấp (Ca được bổ sung) và thép chứa C: 0,002%, Si: 1,3%, Mn: 0,5%, P: 0,04%, Al: 0,3%, N: 0,002%, S: 0,002%, và Ca: 0,003% khi nguyên liệu được bổ sung Al (Ca được bổ sung) để so sánh mỗi sản phẩm thu được bằng cách luyện thép trong khi được nung nóng nằm trong phạm vi là Cu: 0,005% đến 0,04%. Thép sau đó được cán nóng đến độ dày tấm là 2,8 mm. Sau bước tẩy

gỉ tấm cán nóng, tấm cán nóng được cán nguội đến độ dày tấm là 0,5 mm, và được chịu bước ủ cuối là $1000^{\circ}\text{C} \times 10$ giây trong môi trường $20\%\text{H}_2\text{-}80\%\text{N}_2$. Các kết quả nghiên cứu các đặc tính từ tương ứng của các tấm được ủ cuối cùng này được minh họa trên các Fig. 3A và 3B (Al + Ca cực thấp được bổ sung) và các Fig. 4A và 4B (Al được bổ sung + Ca được bổ sung).

Như được minh họa trên các Fig. 3A, 3B, 4A và 4B, sự suy giảm hoặc sự biến đổi của đặc tính từ do Cu tăng lên được ức chế bằng cách bổ sung Ca. Hiệu quả này rất đáng chú ý trong nguyên liệu chứa Al cực thấp được minh họa trên các Fig. 3A và 3B, mà có đặc tính từ tốt hơn nguyên liệu được bổ sung Al bất kể lượng Cu.

Dựa trên các khám phá nêu trên, có thể đề xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng tái chế ưu việt mà, ngay cả khi là nguyên liệu chứa Al cực thấp, đảm bảo đặc tính từ thuận lợi bằng cách điều chỉnh đặc biệt các lượng Al, Cu, và Ca.

Các lý do để giới hạn các thành phần thép vào phạm vi thành phần ở trên được mô tả ở dưới.

C: 0,0050% hoặc nhỏ hơn

C làm giảm đặc tính tổn hao sắt, và vì vậy hàm lượng C được mong muốn càng thấp càng tốt. Nếu hàm lượng C lớn hơn 0,0050%, tổn hao sắt tăng lên đáng kể. Hàm lượng C do đó được giới hạn đến 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Do hàm lượng C được mong muốn càng thấp càng tốt, giới hạn dưới của nó không bị giới hạn cụ thể. Giả sử là hàm lượng giảm nhỏ hơn 0,0003% trong sản xuất quy mô công nghiệp đòi hỏi chi phí đáng kể, tuy nhiên, giới hạn dưới tốt hơn là 0,0003%.

Si: 1,0% hoặc lớn hơn và 4,0% hoặc nhỏ hơn

Si có hiệu quả làm tăng điện trở để làm giảm tổn hao sắt, và vì vậy giới hạn dưới của nó là 1,0%. Nếu hàm lượng Si lớn hơn 4,0%, khả năng cán giảm xuống. Hàm lượng Si do đó được giới hạn ở 4,0% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là từ 1,5% đến 3,3%.

Al: nhỏ hơn 0,0050%

Về việc sử dụng phế liệu bởi những người sử dụng, hàm lượng Al được đề nghị là nhỏ hơn 0,05% để đảm bảo khả năng đúc từ các nguyên liệu thô phế liệu. Trong sáng chế, hàm lượng Al cần được giảm thêm đến nhỏ hơn 0,0050% để cải thiện kết cấu và tăng cường mật độ từ thông. Hàm lượng Al do đó nhỏ hơn 0,0050%. Hàm lượng Al tốt hơn là 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

P: lớn hơn 0,01% và 0,20% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố mangan, ở lượng nhỏ, có tác dụng cải thiện độ cứng. Do độ cứng tối ưu khác nhau giữa những người sử dụng, P được bổ sung thích hợp nằm trong phạm vi là lớn hơn 0,01%. Trong khi đó, việc bổ sung quá mức P làm giảm thấp hơn khả năng cán, và vì vậy hàm lượng P được giới hạn ở 0,20% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng P tốt hơn là từ 0,03% đến 0,10%.

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn

N làm suy giảm đặc tính từ như với C nêu trên, và vì vậy hàm lượng N được giới hạn ở 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Do hàm lượng N được mong muốn càng thấp càng tốt, giới hạn dưới của nó không bị giới hạn cụ thể.

S: 0,0050% hoặc nhỏ hơn

S tạo ra các kết tủa hoặc các chất lẫn và làm suy giảm đặc tính từ của sản phẩm, và vì vậy hàm lượng S được mong muốn càng thấp càng tốt. Để

hạn chế sự suy giảm đặc tính từ, hàm lượng S được giới hạn ở 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Do hàm lượng S được mong muốn càng thấp càng tốt, giới hạn dưới của nó không bị giới hạn cụ thể.

Mn: 0,10% hoặc lớn hơn và 3,0% hoặc nhỏ hơn

Mn là nguyên tố có hiệu quả trong việc tăng điện trở để làm giảm tổn hao sắt, như với Si. Để ngăn độ giòn nóng, hàm lượng Mn cần là 0,10% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng Mn lớn hơn 3,0%, tuy nhiên, việc giảm mật độ từ thông bão hòa dẫn đến việc giảm mật độ từ thông. Do đó giới hạn trên là 3,0%. Hàm lượng Mn tốt hơn là từ 0,20% đến 1,0%.

Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

Trong sáng chế, nguyên liệu có hàm lượng Cu cao và hàm lượng Al cực kỳ thấp. Theo đó, Ca được bổ sung để ổn định đặc tính từ. Nếu hàm lượng Ca nhỏ hơn 0,0005%, hiệu quả là không đủ. Nếu hàm lượng Ca lớn hơn 0,0100%, oxit Ca tăng lên và làm cho tổn hao sắt cao hơn. Do đó, hàm lượng Ca là 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ca tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Cu: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,1%

Sáng chế hướng đến việc tối đa hóa tỷ lệ phế liệu của các nguyên liệu thô sản xuất thép, để thúc đẩy tái chế các nguồn tài nguyên. Trong trường hợp mà tỷ lệ phế liệu được tăng lên, nguyên liệu thô của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng chứa lượng Cu là 0,02% hoặc lớn hơn. Điều này là do các nguồn phế liệu là, ví dụ, các thiết bị điện như máy giặt hoặc điều hòa, và vì vậy Cu của các dây dẫn được chứa ngẫu nhiên trong phế liệu. Nếu hàm lượng Cu là 0,1% hoặc lớn hơn, tuy nhiên, khó để ngăn sự suy giảm đặc tính

ngay cả khi Ca được bổ sung. Do đó giới hạn trên là nhỏ hơn 0,1%.

Ngoài các thành phần cơ bản được mô tả ở trên, một hoặc hai nguyên tố được chọn từ Sn và Sb có thể được bổ sung để tổng hàm lượng của chúng là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn, theo nhu cầu.

Sn, Sb: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn trong tổng khối lượng

Sn và Sb cả hai có hiệu quả cải thiện kết cấu và tăng cường đặc tính từ. Một hoặc cả hai trong số Sn và Sb có thể được bổ sung để đạt được hiệu quả này. Trong cả hai trường hợp, tổng hàm lượng tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn. Nếu Sn và/hoặc Sb được bổ sung quá mức, tuy nhiên, thép trở nên giòn và các vết nứt hoặc vảy trên tấm tăng lên trong quá trình sản xuất tấm thép. Theo đó, dù một hoặc cả hai trong số Sn và Sb được bổ sung, tổng hàm lượng tốt hơn là 0,1% hoặc nhỏ hơn. Tổng hàm lượng tốt hơn nữa là từ 0,02% đến 0,08%.

Phần còn lại ngoài các thành phần được mô tả ở trên là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi. Các ví dụ về các tạp chất không thể tránh khỏi bao gồm

$V \leq 0,004\%$, $Nb \leq 0,004\%$, $B \leq 0,0005\%$, $Ni \leq 0,05\%$, $Cr \leq 0,05\%$, và $Ti \leq 0,002\%$.

Phương pháp sản xuất theo sáng chế được mô tả ở dưới.

Khi sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo sáng chế, nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng cần được điều chỉnh trong trường hợp mà bước ủ bằng nóng được bỏ đi. Ngoại trừ điều này, phương pháp sản xuất có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bước và các dây chuyền được sử dụng cho các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng đặc trưng.

Ví dụ, thép có thành phần hóa học được xác định trước thu được bằng

cách luyện thép sử dụng lò chuyển, lò nung nóng bằng điện, hoặc lò tương tự được chịu bước tinh luyện thứ hai trong dây chuyền khử khí, và được đúc và được cán nóng. Bước ủ bằng nóng sau bước cán nóng có thể được thực hiện nhưng là không cần thiết. Nhiệt độ ủ trong trường hợp thực hiện bước ủ bằng nóng tốt hơn là 800°C hoặc lớn hơn về sự kết tinh lại đủ, và tốt hơn là 1200°C hoặc nhỏ hơn xét về mặt chi phí sản xuất. Để giảm chi phí sản xuất, việc bỏ qua bước ủ bằng nóng có lợi hơn. Các bước như bước tẩy gỉ, bước cán nguội, bước ủ cuối, và bước phủ cách điện sau đó là sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.

Trong trường hợp bỏ qua bước ủ bằng nóng, nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng cần là 650°C hoặc lớn hơn. Nếu tấm thép trước bước cán nguội không được kết tinh lại đủ, xuất hiện các gợn hoặc đặc tính từ suy giảm. Theo đó, trong trường hợp bỏ qua bước ủ bằng nóng, nhiệt độ cuộn cần là 650°C hoặc lớn hơn để dễ dàng kết tinh lại. Nhiệt độ cuộn tốt hơn là 670°C hoặc lớn hơn.

Trong trường hợp thực hiện bước ủ bằng nóng, mặt khác, nhiệt độ cuộn không cần là 650°C hoặc lớn hơn.

Độ dày của tấm cán nóng không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 1,5mm đến 3,0mm, và tốt hơn nữa là từ 1,7mm đến 2,8mm. Nếu độ dày nhỏ hơn 1,5mm, các vấn đề cán nóng tăng lên. Nếu độ dày lớn hơn 3,0mm, sự giảm cán nguội tăng lên và kết cấu suy giảm. Độ dày của tấm cán nguội không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là từ 0,20mm đến 0,50mm. Nếu độ dày nhỏ hơn 0,20mm, năng suất giảm xuống. Nếu độ dày lớn hơn 0,50mm, hiệu quả giảm tổn hao sắt là thấp.

Bước cán nguội nêu trên có thể là cán ấm với nhiệt độ tấm là khoảng

200°C. Nhiệt độ ngâm trong bước ủ cuối nêu trên mà theo sau tốt hơn là 700°C hoặc lớn hơn và 1150°C hoặc nhỏ hơn. Nếu nhiệt độ ngâm trong bước ủ nhỏ hơn 700°C, có khả năng không chỉ sự kết tinh lại không đủ và làm suy giảm đáng kể đặc tính từ mà còn không đủ hiệu quả điều chỉnh hình dạng tấm bởi bước ủ liên tục. Mặt khác, nếu nhiệt độ ngâm lớn hơn 1150°C, có khả năng các hạt tinh thể được tăng trưởng quá lớn và làm tăng tổn hao sắt đặc biệt trong phạm vi tần số cao.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Kim loại nóng được thổi trong lò chuyển và sau đó được khử khí để được điều chỉnh đến mỗi thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1. Sau bước này, kim loại được đúc thành phôi tấm bằng cách sử dụng máy đúc liên tục, và phôi tấm được nung nóng ở 1120°C trong 1 giờ và sau đó được cán nóng đến độ dày tấm là 2,8mm. Nhiệt độ phân phối kết thúc trong bước cán nóng là 900°C, và bước cuộn được thực hiện ở 680°C. Sau bước cán nóng, tấm cán nóng được tẩy gỉ mà không có bước ủ băng nóng, được cán nguội đến độ dày tấm là 0,50 mm, và được ủ cuối ở 980°C trong 10 giây.

Ở đây, đối với các mẫu thép F và C2, nhiệt độ cuộn sau bước cán nóng là 550°C. Ngoài ra, đối với mẫu thép C2, bước ủ băng nóng với nhiệt độ ngâm là 1000°C và thời gian ngâm là 30 giây được thực hiện bằng cách ủ liên tục, sau bước cán nóng. Hơn nữa, mẫu thép H bị nứt trong quá trình cán nóng, và vì vậy các bước sau bước cán nóng không được thực hiện trên mẫu thép H. Trong bước cán nguội tiếp theo, các mẫu thép M và G bị nứt vỡ và mẫu thép F bị phát triển gờ, và vì vậy các bước sau bước cán nguội không được thực hiện trên các mẫu thép này.

Đặc tính từ của mỗi tấm sản phẩm thu được được nghiên cứu. Đặc tính từ được đánh giá như sau: các mẫu thử Epstein được thu thập theo hướng cán (L) và hướng vuông góc với hướng cán (C), và phép đo được thực hiện bởi phương pháp Epstein được mô tả trong tài liệu JIS C2550, để đánh giá đặc tính từ dựa trên B_{50} (mật độ từ thông với lực từ hóa là 5000 A/m) và $W_{10/400}$ (tổn hao sắt khi bị kích thích với mật độ từ thông của 1,0 T và tần số là 400 Hz).

Các kết quả được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

ID mẫu thép	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)										Đặc tính từ của tấm thép sản phẩm		Ghi chú	
	C	Si	Mn	Keo Al	P	S	N	Cu	Sn	Sb	Ca	W _{15/50} (W/kg)		B ₅₀ (T)
A	0,0018	<u>0,85</u>	0,21	0,0011	0,08	0,0015	0,0021	0,03	0,037	-	0,0031	5,30	1,741	Ví dụ so sánh
B	0,0019	1,27	0,23	0,0012	0,09	0,0017	0,0017	0,02	0,041	-	0,0029	3,98	1,739	Ví dụ
C	0,0015	1,61	0,42	0,0009	0,02	0,0015	0,0018	0,04	0,038	-	0,0032	3,42	1,738	Ví dụ
D	0,0021	1,63	0,38	0,0001	0,11	0,0014	0,0022	0,04	0,035	-	0,0025	3,38	1,741	Ví dụ
E	0,0020	2,13	0,53	0,0004	0,08	0,0018	0,0017	0,03	0,032	-	0,0033	2,75	1,722	Ví dụ
F	0,0018	2,15	0,52	0,0002	0,07	0,0015	0,0020	0,04	0,031	-	0,0029	Tạo gờ sau bước cán nguội		Ví dụ so sánh
G	0,0019	<u>4,05</u>	0,65	0,0011	0,08	0,0022	0,0022	0,04	0,041	-	0,0030	Nứt trong khi cán nguội		Ví dụ so sánh
H	0,0012	1,65	<u>0,02</u>	0,0008	0,07	0,0014	0,0018	0,04	0,038	-	0,0037	Nứt trong khi cán nóng		Ví dụ so sánh
I	0,0019	1,58	1,23	0,0007	0,09	0,0021	0,0018	0,02	0,018	-	0,0028	2,98	1,731	Ví dụ

J	0,001 4	1,60	$\frac{3,3}{2}$	0,0008	0,0	0,002	0,001	0,0	0,03	0,01	0,003	2,61	1,695	Ví dụ so sánh
K	0,002 5	1,63	0,4 8	0,0021	0,0	0,001	0,001	0,0	0,01	0,02	0,002	3,45	1,737	Ví dụ
L	0,001 6	1,62	0,4 6	<u>0,0055</u>	0,0	0,001	0,001	0,0	0,03	-	0,002	4,62	1,710	Ví dụ so sánh
M	0,001 9	1,71	0,5 1	0,0004	$\frac{0,2}{2}$	0,001	0,002	0,0	0,03	-	0,002	Nút trong khi cân nguội		Ví dụ so sánh
N	0,001 9	1,62	0,4 4	0,0012	0,0	$\frac{0,005}{8}$	0,002	0,0	0,03	-	0,003	4,57	1,712	Ví dụ so sánh
O	0,001 8	1,72	0,5 1	0,0011	0,0	0,001	$\frac{0,005}{5}$	0,0	0,03	-	0,002	4,55	1,712	Ví dụ so sánh
P	0,001 9	1,63	0,5 2	0,0008	0,0	0,001	0,002	0,0	0,03	-	$\frac{0,000}{2}$	4,53	1,710	Ví dụ so sánh
Q	0,001 7	1,59	0,4 8	0,0011	0,0	0,001	0,001	0,0	0,03	-	0,004	3,47	1,738	Ví dụ
R	0,002 1	1,55	0,3 8	0,0008	0,0	0,002	0,001	0,0	-	-	0,002	3,43	1,720	Ví dụ

Bảng 1 (tiếp)

ID mẫu thép	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)										Đặc tính từ của tấm thép sản phẩm		Ghi chú	
	C	Si	Mn	Keo Al	P	S	N	Cu	Sn	Sb	Ca	$W_{15/50}$ (W/kg)		B_{50} (T)

S	0,0019	1,61	0,42	0,0008	0,08	0,0015	0,0018	0,04	-	0,038	0,0033	3,40	1,737	Ví dụ
T	0,0022	1,58	0,39	0,0007	0,07	0,0016	0,0018	0,04	<u>0,160</u>	-	0,0029	Nút trong khi cán nguội		Ví dụ so sánh
U	0,0018	1,28	0,25	0,0010	0,08	0,0017	0,0015	0,02	-	-	0,0033	3,96	1,727	Ví dụ
V	0,0017	1,60	0,39	0,0011	0,03	0,0016	0,0017	0,03	-	-	0,0035	3,47	1,724	Ví dụ
W	0,0019	2,10	0,55	0,0006	0,08	0,0016	0,0016	0,03	-	-	0,0034	2,77	1,712	Ví dụ
X	0,0015	1,65	0,48	0,0042	0,09	0,0012	0,0013	0,03	0,044	-	0,0036	4,13	1,721	Ví dụ
Y	0,0019	2,11	0,51	0,0005	0,07	0,0018	0,0015	<u>0,15</u>	0,035	-	0,0035	3,31	1,699	Ví dụ so sánh
Z	0,0018	2,09	0,53	0,0002	0,06	0,0015	0,0017	0,07	0,043	-	0,0038	3,04	1,709	Ví dụ
A2	0,0016	1,60	0,40	0,0002	0,09	0,0015	0,0016	0,03	0,039	-	0,0018	3,68	1,729	Ví dụ
B2	0,0018	1,58	0,43	0,0003	0,08	0,0017	0,0018	0,03	0,041	-	0,0081	3,52	1,733	Ví dụ
C2	0,0020	1,65	0,44	0,0003	0,10	0,0016	0,0021	0,04	0,034	-	0,0037	3,35	1,748	Ví dụ
D2	0,0017	1,62	0,44	0,0007	<u>0,01</u>	0,0016	0,0017	0,04	0,037	-	0,0031	3,41	1,707	Ví dụ so sánh
E2	0,0016	2,05	0,49	0,0004	0,05	0,0015	0,0014	<u>0,13</u>	0,040	-	0,0035	3,22	1,705	Ví dụ so sánh
F2	0,0017	2,08	0,51	0,0003	0,06	0,0016	0,0015	0,09	0,044	-	0,0036	3,09	1,708	Ví dụ
G2	0,0018	2,06	0,50	0,0002	0,06	0,0017	0,0016	0,06	0,041	-	0,0038	2,98	1,711	Ví dụ
H2	0,0020	1,55	0,45	0,0004	0,06	0,0018	0,0018	0,04	0,038	-	<u>0,0110</u>	4,70	1,729	Ví dụ so sánh
I2	0,0017	1,59	0,43	0,0002	0,07	0,0017	0,0017	0,03	0,043	-	0,0092	4,38	1,732	Ví dụ
J2	0,0018	1,61	0,40	0,0005	0,08	0,0016	0,0016	0,03	0,038	-	0,0007	4,11	1,727	Ví dụ

Như được thể hiện trong bảng 1, các mẫu thép được sản xuất theo sáng chế không có vết nứt trong bước cán nóng và bước cán nguội, và biểu hiện đặc tính từ tốt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thành phần hóa học, % theo khối lượng, bao gồm:

C: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Si: 1,0% hoặc lớn hơn và 4,0% hoặc nhỏ hơn;

Mn: 0,10% hoặc lớn hơn và 3,0% hoặc nhỏ hơn;

Keo Al: nhỏ hơn 0,0050%;

P: lớn hơn 0,01% và 0,20% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Cu: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,10%; và

Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn,

với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

2. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo điểm 1,

trong đó thành phần hóa học còn bao gồm một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Sn và Sb: 0,01% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn trong tổng khối lượng.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, phương pháp này bao gồm các bước:

bước cán nóng phôi tấm có thành phần hóa học, % theo khối lượng, bao gồm:

C: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Si: 1,0% hoặc lớn hơn và 4,0% hoặc nhỏ hơn;

Mn: 0,10% hoặc lớn hơn và 3,0% hoặc nhỏ hơn;

keo Al: nhỏ hơn 0,0050%;

P: lớn hơn 0,01% và 0,20% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Cu: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,10%; và

Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn,

với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi;

bước tẩy gỉ tấm cán nóng đã thu được mà không ủ, và sau đó cán nguội tấm; và

bước ủ cuối cùng tấm cán nguội,

trong đó sau khi hoàn thiện bước cán trong bước cán nóng, tấm cán nóng được cuộn ở nhiệt độ là 650°C hoặc lớn hơn.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo điểm 3,

trong đó thành phần hóa học còn bao gồm một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Sn và Sb: 0,01% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn trong tổng khối lượng.

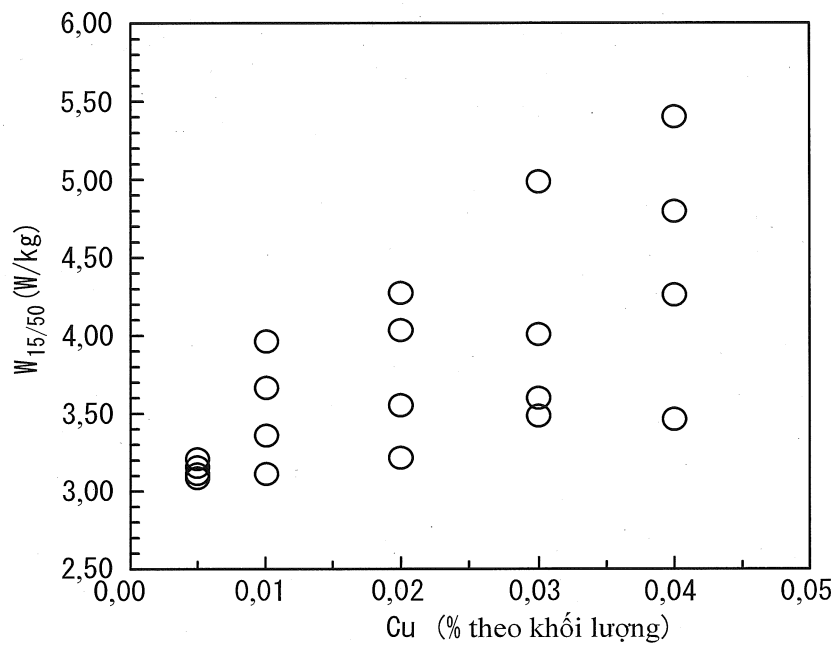
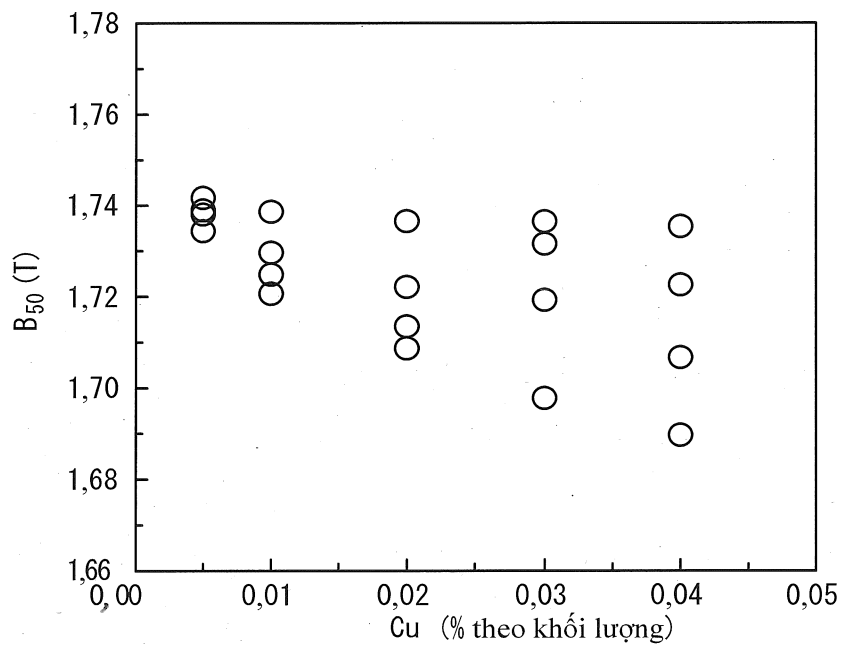
FIG. 1A*FIG. 1B*

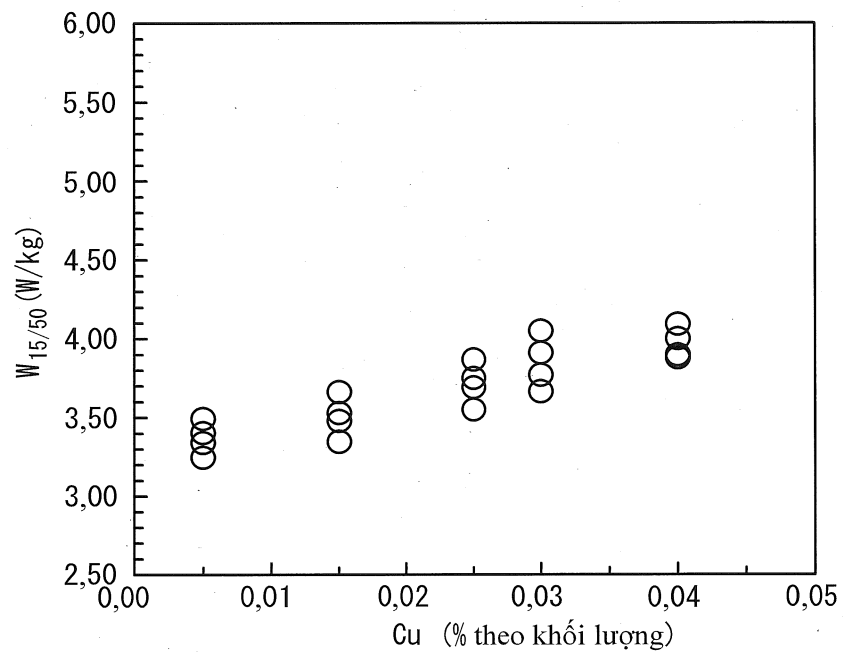
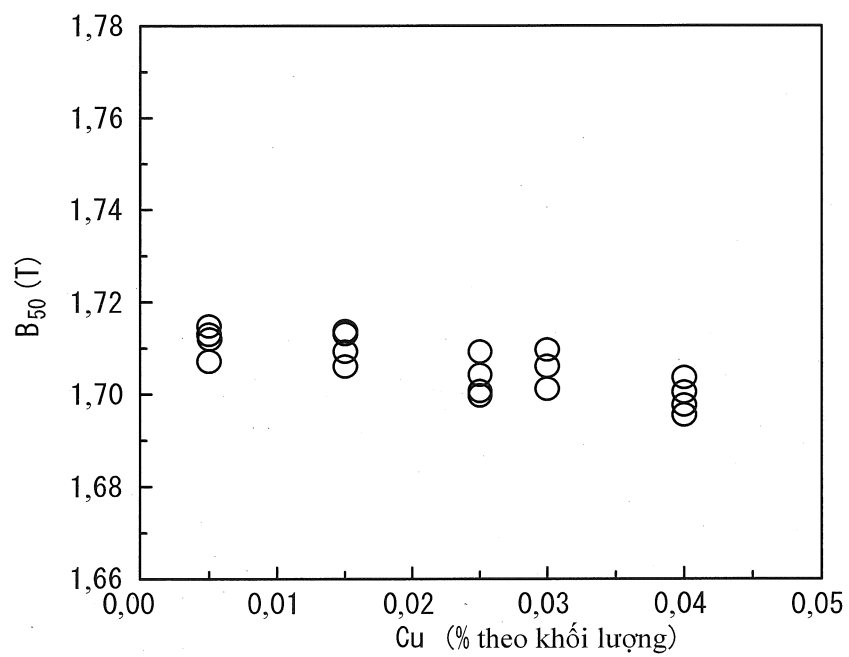
FIG. 2A*FIG. 2B*

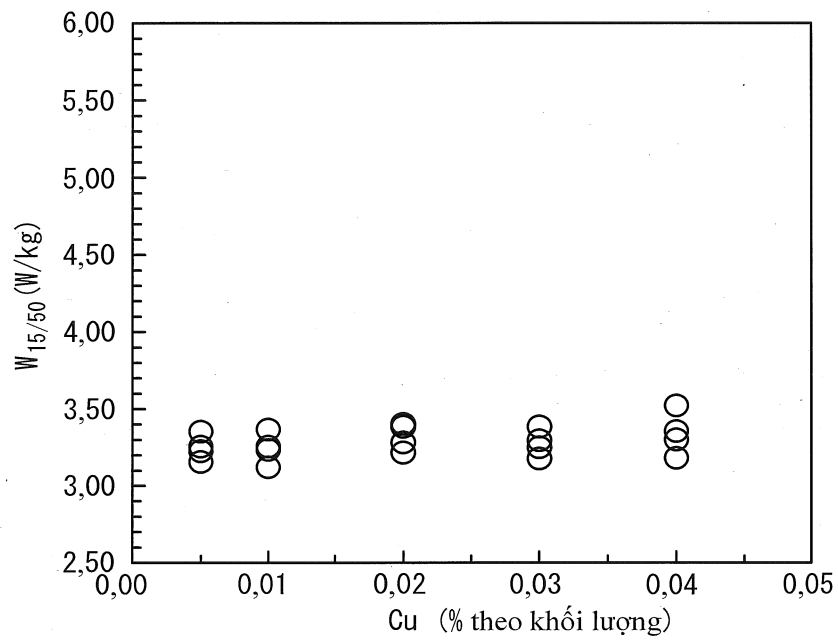
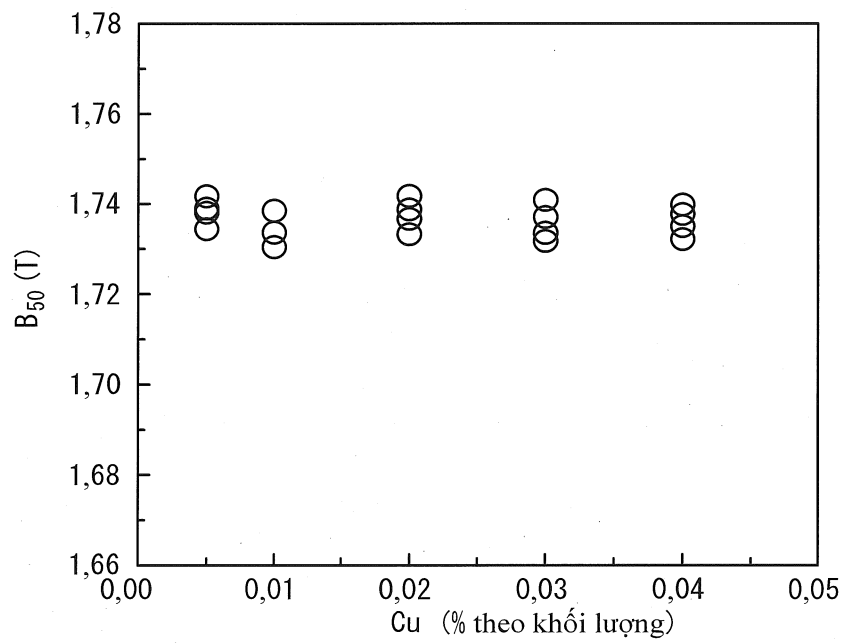
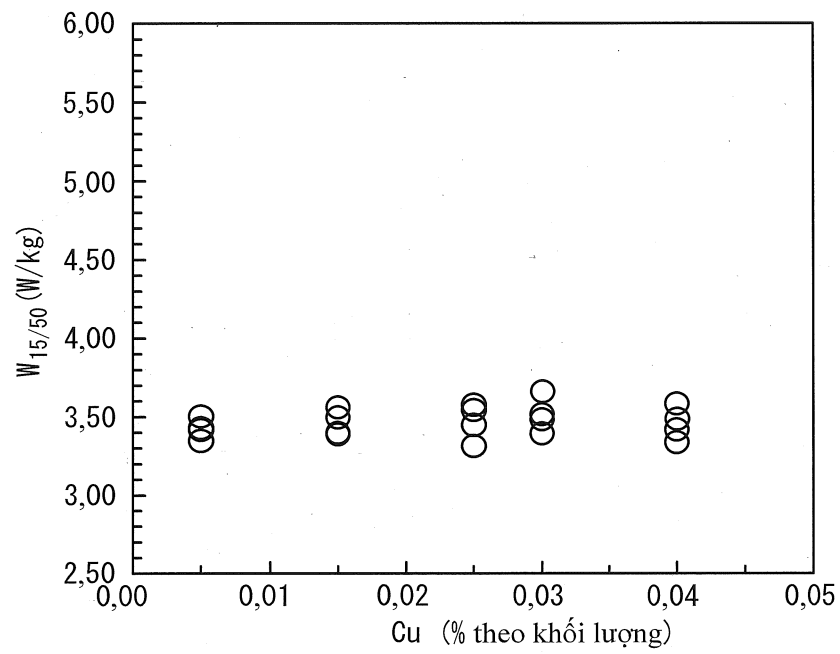
FIG. 3A*FIG. 3B*

FIG. 4A*FIG. 4B*