



(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)



1-0025788

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/02; C22C 38/04; (13) B
H01F 1/16; C22C 38/12; C22C 38/14;
C22C 38/60; C21D 8/12; C22C 38/06

(21) 1-2015-03369

(22) 12/03/2014

(86) PCT/JP2014/056426 12/03/2014

(87) WO 2014/142149A1 18/09/2014

(30) 2013-053307 15/03/2013 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/12/2015 333A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

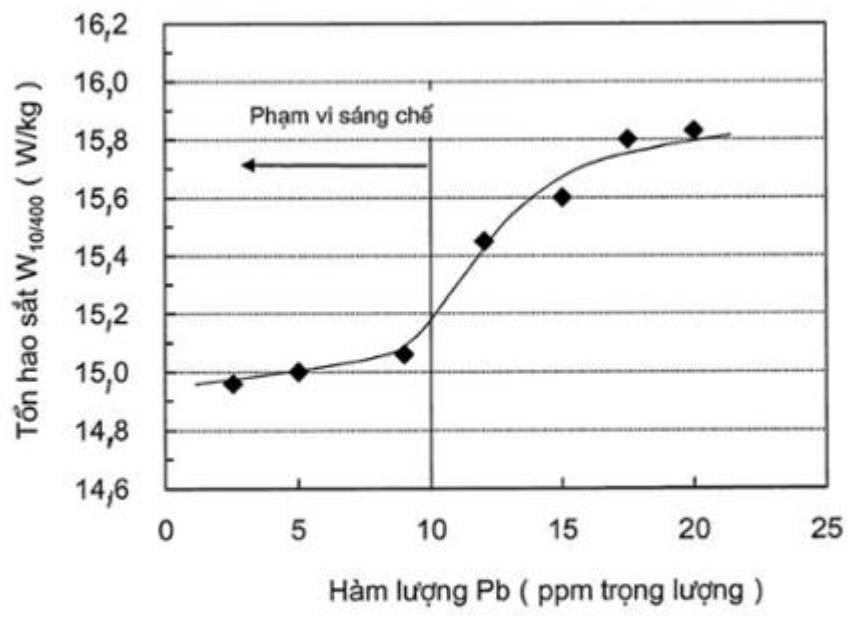
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) ODA Yoshihiko (JP); TODA Hiroaki (JP); KOSEKI Shinji (JP); HIRATANI
Tatsuhiko (JP); NAKANISHI Tadashi (JP).

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

(54) TẤM THÉP KỸ THUẬT ĐIỆN KHÔNG ĐƯỢC ĐỊNH HƯỚNG

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng có thành phần hóa học bao gồm C: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Si: 1,5-4% trọng lượng, Mn: 1-5% trọng lượng, P: không lớn hơn 0,1% trọng lượng, S: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Al: không lớn hơn 3% trọng lượng, N: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Pb: không hơn 0,001% trọng lượng và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi hoặc thành phần hóa học bao gồm C: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Si: 1,5-4% trọng lượng, Mn: 1-5% trọng lượng, P: không lớn hơn 0,1% trọng lượng, S: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Al: không lớn hơn 3% trọng lượng, N: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Pb: không hơn 0,0020% trọng lượng và còn có một hoặc hai chất Ca: 0,0005-0,007% trọng lượng và Mg: 0,0002-0,005% trọng lượng, và có đặc tính giảm tổn hao sắt ở tần số cao và ổn định ngay cả khi hàm lượng Mn cao.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng có đặc tính giảm tổn hao sắt ở tần số cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Động cơ dùng cho xe ô tô và xe điện lai được vận hành ở khu vực có tần số cao là 400-2k Hz xét theo khía cạnh giảm thiểu và hiệu quả cao. Tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng được sử dụng làm vật liệu lõi cho động cơ cao tần như vậy được mong muốn làm giảm tổn hao sắt ở tần số cao.

Để giảm tổn hao sắt ở tần số cao, cách hiệu quả là làm giảm độ dày tấm và tăng điện trở suất. Tuy nhiên, phương pháp giảm độ dày tấm có vấn đề là làm giảm năng suất bởi vì không chỉ khó xử lý vật liệu do sự giảm độ cứng của nó, mà còn vì số lượng dập hoặc số lượng xếp chồng bị tăng lên. Ngược lại, phương pháp tăng điện trở suất không có khuyết điểm như được đề cập ở trên, vì vậy mà được mong muốn dùng làm phương pháp giảm tổn hao sắt ở tần cao.

Sự bổ sung của Si có hiệu quả làm tăng điện trở suất. Tuy nhiên, Si là nguyên tố có khả năng tăng nồng độ dung dịch rắn lớn, vì vậy, có vấn đề là vật liệu bị cứng lại khi tăng lượng bổ sung Si khiến làm giảm đặc tính cán. Biện pháp xử lý để giải quyết vấn đề này là phương pháp bổ sung Mn thay cho Si. Vì Mn có khả năng tăng nồng độ dung dịch rắn nhỏ so với Si, tổn hao sắt ở tần số cao có thể được giảm xuống trong khi vẫn hạn chế được việc giảm năng suất.

Chẳng hạn, kỹ thuật để sử dụng hiệu quả lượng bổ sung Mn ở trên, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng chứa Si: 0,5-2,5% trọng lượng, Mn: 1,0-3,5% trọng lượng và Al: 1,0-3,0% trọng lượng. Đồng thời, tài liệu sáng chế 2 bộc lộ tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng chứa Si: không lớn hơn 3,0% trọng lượng, Mn: 1,0-4,0% trọng lượng và

Al: 1,0-3,0% trọng lượng. Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng chứa Si: 1,5-4,0% trọng lượng, Mn: 0,005-2,00% trọng lượng và Sb: 0,005-0,50% trọng lượng. Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng chứa C: 0,005% trọng lượng hoặc ít hơn, Si: 1,5-4% trọng lượng, Mn: 1-5% trọng lượng, P: 0,1% trọng lượng hoặc ít hơn, S: 0,005% trọng lượng hoặc ít hơn, Al: 3% trọng lượng hoặc ít hơn và không có sự có mặt của Mo. Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng chứa C: 0,002-0,006% trọng lượng, Cr: 0,3-6% trọng lượng, Si: 2-4% trọng lượng, Al: 0,1-3% trọng lượng, Mn: $\leq 1,5\%$, S: $\leq 0,003\%$ trọng lượng, N: $\leq 0,003\%$ trọng lượng và Mo: 0,005-0,02%. Tài liệu sáng chế 6 bộc lộ tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng chứa C: $\leq 0,005\%$ trọng lượng, P: $\leq 0,1\%$, Si: 1,5-5%, Mn: 1-5% trọng lượng, Al: 0,1-3,0% trọng lượng, S: $\leq 0,02\%$ trọng lượng và N: $\leq 0,005\%$ trọng lượng. Tài liệu sáng chế 7 bộc lộ tấm thép điện từ vô hướng chứa, trong % trọng lượng, C: 0,02% hoặc ít hơn, Si: 4,5% hoặc ít hơn, Mn: 3,0% hoặc ít hơn, Al: 3,0% hoặc ít hơn và P: 0,50% hoặc ít hơn. Tài liệu sáng chế 8 bộc lộ tấm thép điện từ vô hướng chứa C: không lớn hơn 0,03% trọng lượng, Si: không lớn hơn 4% trọng lượng, Mn: 0,03-3% trọng lượng, Al: không lớn hơn 3% trọng lượng, S: không lớn hơn 0,005% trọng lượng và N: không lớn hơn 0,005% trọng lượng. Tài liệu sáng chế 9 bộc lộ tấm thép silic vô hướng chứa C: $\leq 0,005\%$, Si: 0,5 đến $< 3\%$, Mn: $> 1,5$ đến $2,5\%$, sol.Al: 1-3%, P: $\leq 0,1\%$, S: $\leq 0,005\%$, N: $\leq 0,005\%$, Sn: 0,002-0,2%, Cu: 0,02-0,3%, Ni: 0,01-0,2%, Cr: 0,01-0,2%, V: 0,0005-0,01%, Nb: 0,001-0,02% và Ti: $\leq 0,01\%$. Tài liệu sáng chế 10 bộc lộ tấm thép từ tính vô hướng chứa, theo trọng lượng, C: 0,005% hoặc ít hơn, Si: 1,0-4,0%, sol.Al: 0,1 đến 3,0%, Mn: 0,1 đến 3,0%, P: 0,2% hoặc ít hơn, S: 0,01% hoặc ít hơn và N: 0,01% hoặc ít hơn. Tài liệu sáng chế 11 bộc lộ tấm thép silic vô hướng với thành phần chứa, theo trọng lượng, C: $\leq 0,005\%$, Si: 0,5 đến $< 3,0\%$, Mn: $> 1,0$ đến $3,0\%$, sol.Al: 1,0 đến 3,0% và P: $\leq 0,1$.

Tài liệu tình trạng kỹ thuật

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: : JP-A-2002-047542

Tài liệu sáng chế 2: : JP-A-2002-030397

Tài liệu sáng chế 3: : JP-A-2001-335897

Tài liệu sáng chế 4: JP-A-2008-231504

Tài liệu sáng chế 5: JP-A-2011-179027

Tài liệu sáng chế 6: JP-A-2008-156737

Tài liệu sáng chế 7: WO 2011/155183

Tài liệu sáng chế 8: CA 2 821 087

Tài liệu sáng chế 9: JP-A-2003-096548

Tài liệu sáng chế 10: JP-A-2012-036459

Tài liệu sáng chế 11: JP-A-2003-055746

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được sáng chế giải quyết

Tuy nhiên, các kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 và 2 có vấn đề là tổn hao độ trễ tăng lên cùng với sự tăng lên của lượng bổ sung Mn và do vậy hiệu quả mong muốn về giảm tổn hao sắt có thể không đạt được.

Sáng chế được thực hiện theo khía cạnh xem xét vấn đề chưa được giải quyết trong lĩnh vực kỹ thuật thông thường ở trên nhằm tạo ra tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng có đặc tính giảm tổn hao sắt ở tần số cao ổn định ngay cả khi lượng lớn Mn được bổ sung.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả đã thực hiện nhiều nghiên cứu khác nhau về các thành phần tạp chất được bao gồm trong tấm thép để giải quyết nhiệm vụ nêu trên. Kết quả, phát hiện ra sự giảm tổn hao sắt ở tần số cao của thép mà được bổ sung lượng Mn cao

là phụ thuộc vào sự có mặt của Pb được chứa làm tạp chất và do vậy tổn hao sắt ở tần số cao có thể được làm giảm ổn định bằng cách hạn chế hàm lượng Pb ngay cả khi hàm lượng Mn cao, và sáng chế đã được hoàn thành.

Sáng chế dựa trên những phát hiện ở trên và tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng có thành phần hóa học bao gồm C: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Si: 1,5-4% trọng lượng, Mn: 1-5% trọng lượng, P: không lớn hơn 0,1% trọng lượng, S: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Al: 0,1-3% trọng lượng, N: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Pb: không hơn 0,0010% trọng lượng và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

Tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế khác biệt ở chỗ có chứa một hoặc hai chất Ca: 0,0005-0,007% trọng lượng và Mg: 0,0002-0,005% trọng lượng bổ sung vào thành phần hóa học ở trên.

Đồng thời, tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế khác biệt ở chỗ có chứa một hoặc hai chất Sb: 0,0005-0,05% trọng lượng và Sn: 0,0005-0,05% trọng lượng bổ sung vào thành phần hóa học ở trên.

Hơn nữa, tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế khác biệt ở chỗ có chứa Mo: 0,0005-0,0030% trọng lượng bổ sung vào thành phần hóa học ở trên.

Ngoài ra, tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế khác biệt ở chỗ có chứa Ti: không lớn hơn 0,002% trọng lượng.

Theo sáng chế, có thể sản xuất ổn định tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng có đặc tính tổn hao sắt cao tần ưu việt bằng cách hạn chế hàm lượng Pb được chứa làm tạp chất ngay cả khi nếu lượng bổ sung của Mn cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện ảnh hưởng của hàm lượng Pb lên sự tương quan giữa hàm lượng Mn và tổn hao sắt cao tần $W_{10/400}$.

Fig.2 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa hàm lượng Pb và tổn hao sắt cao tần $W_{10/400}$.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế

Thử nghiệm dẫn đến sự phát triển sáng chế này sẽ được mô tả trước tiên dưới đây.

Thép chứa C: 0,0012% trọng lượng, Si: 3,3% trọng lượng, P: 0,01% trọng lượng, S: 0,0005% trọng lượng, Al: 1,3% trọng lượng và N: 0,0021% trọng lượng và được bổ sung với lượng Mn thay đổi nằm trong khoảng từ 0,1-5,5% trọng lượng được làm nóng chảy trong phòng thí nghiệm và được tạo hình lại thành thỏi thép, mà được cán nóng, trải qua bước ủ bằng nóng ở 1000°C trong môi trường chứa 100% thể tích N_2 trong 30 giây, được cán nguội để thu được tấm cán nguội có độ dày tấm là 0,30 mm và trải qua bước ủ cuối ở 1000°C trong môi trường chứa 20% thể tích H_2 - 80% thể tích N_2 trong 30 giây.

Từ tấm thu được theo cách cán nguội và ủ được cắt thành các mẫu dùng cho thử nghiệm Epstein mà có chiều rộng là 30 mm và chiều dài là 280 mm theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán và tổn hao sắt $W_{10/400}$ của các mẫu này được đo theo tiêu chuẩn JIS C2550.

Trên Fig.1, ký hiệu x thể hiện các kết quả thực nghiệm về sự tương quan giữa lượng bổ sung Mn và tổn hao sắt $W_{10/400}$. Như được thấy từ các kết quả này, khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 1% trọng lượng, tổn hao sắt giảm cùng với sự tăng lên của lượng bổ sung Mn, trong khi sự giảm tổn hao sắt trở nên nhẹ nhàng với lượng không nhỏ hơn 1% trọng lượng, nhưng khi vượt quá 4% trọng lượng, tổn hao sắt tăng nhiều hơn. Để kiểm tra nguyên nhân này, khi các tấm thép có chứa 2% trọng lượng Mn được quan sát bởi TEM, hợp chất Pb dạng hạt được tìm thấy ở các ranh giới hạt. Đối với tấm thép được phân tích kỹ hơn, Pb được chứa với một lượng nằm trong khoảng từ 0,0012 đến 0,0016% trọng lượng làm tạp chất

Để kiểm tra hơn nữa ảnh hưởng của Pb lên các đặc tính từ, tổn hao sắt $W_{10/400}$ được đo bằng cách nung chảy thép trên nền thép có độ tinh khiết cao có chứa C: 0,0013% trọng lượng, Si: 3,1% trọng lượng, Al: 1,1% trọng lượng, P: 0,01% trọng lượng, S: 0,0005% trọng lượng, N: 0,0025% trọng lượng và Pb: 0,0005% trọng lượng và bổ sung lượng Mn thay đổi nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5,5% trọng lượng trong phòng thí nghiệm và sau đó tạo hình thành tấm cán nguội và ủ theo cùng một cách như ở thí nghiệm trên.

Các kết quả thực nghiệm thu được theo cách đó được thể hiện bằng ký hiệu ký hiệu $\circ$ trên Fig.1. Như được thấy từ các kết quả này, tổn hao sắt giảm trong tấm cán nguội và ủ mà làm từ thép có độ tinh khiết cao có hàm lượng Pb được giảm khi lượng bổ sung Mn tăng lên so với các tấm thép được thể hiện bằng ký hiệu $\times$. Đồng thời, khi tấm thép chứa 2% trọng lượng Mn được quan sát bởi TEM, không tìm thấy được hợp chất Pb dạng hạt ở các ranh giới hạt. Từ kết quả này, dự đoán rằng sự tăng lên của tổn hao sắt liên quan với sự tăng lên của lượng bổ sung Mn trong tấm thép được thể hiện bằng ký hiệu $\times$ là do sự tăng lên của tổn hao độ trễ bởi sự kết tủa của hạt Pb mịn.

Trong tấm thép chứa Mn nhỏ hơn 1% trọng lượng, hiệu quả cải thiện tổn hao sắt bằng việc giảm lượng Pb được công nhận, nhưng tỷ lệ đó là nhỏ, mà không được giải thích đầy đủ. Trong các thép có hàm lượng Mn cao hơn, được xem là do lực dẫn động của sự tăng trưởng hạt giảm bởi sự dịch chuyển chất tan của Mn, sự tăng trưởng hạt chịu ảnh hưởng lớn bởi lượng nhẹ Pb.

Pb thường là tạp chất được kết hợp vào từ các phế liệu. Gần đây, do tốc độ sử dụng các phế liệu tăng lên, không chỉ lượng Pb được kết hợp mà sự phân tán của Pb còn tăng lên cùng với đó. Việc tăng hàm lượng Pb như vậy không là vấn đề đáng chú ý trong các tấm thép điện có hàm lượng Mn thấp, nhưng các thép có hàm lượng Mn cao được xem là bị ảnh hưởng lớn bởi lượng Pb bùng lên do sự tăng trưởng hạt bị giảm bởi sự dịch chuyển chất tan Mn.

Để kiểm tra ảnh hưởng của hàm lượng Pb lên tổn hao sắt, tổn hao sắt $W_{10/400}$ được đo bằng cách nung chảy thép trên nền thép chứa C: 0,0020% trọng lượng, Si: 3,15% trọng lượng, Mn: 1,8% trọng lượng, Al: 1,2% trọng lượng, P: 0,01% trọng lượng, S: 0,0006% trọng lượng và N: 0,0017% trọng lượng và bổ sung lượng Pb thay đổi nằm trong khoảng từ tr. đến 0,0060% trọng lượng trong phòng thí nghiệm và sau đó tạo hình thành tấm cán nguội và ủ có độ dày là 0,30mm theo cùng một cách như ở thí nghiệm trên.

Các kết quả thực nghiệm được thể hiện trên Fig.2 là sự tương quan giữa lượng bổ sung Pb và tổn hao sắt $W_{10/400}$. Như được nhìn thấy trên hình vẽ này, tổn hao sắt giảm cao khi hàm lượng Pb không lớn hơn 0,0010% trọng lượng (không lớn hơn 10 ppm trọng lượng). Điều này được xem xét dựa trên thực tế là sự tăng trưởng hạt được cải thiện bằng cách giảm hàm lượng Pb. Từ kết quả này, có thể thấy rằng cần thiết giảm hàm lượng Pb đến lượng không lớn hơn 0,0010% trọng lượng để hạn chế ảnh hưởng xấu của Pb lên sự tăng trưởng hạt. Sáng chế được thực hiện dựa trên các phát hiện mới ở trên.

Thành phần hóa học của tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

C: Không lớn hơn 0,005% trọng lượng

C là nguyên tố tạo cacbua với Mn. Khi hàm lượng vượt quá 0,005% trọng lượng, lượng cacbua trên cơ sở Mn tăng lên làm cản trở sự tăng trưởng hạt, vì vậy giới hạn trên là 0,005% trọng lượng. Tốt hơn là, không lớn hơn 0,002% trọng lượng.

Si: 1,5-4% trọng lượng.

Si là nguyên tố có hiệu quả tăng cường điện trở suất của thép để làm giảm tổn hao sắt, vì vậy mà Si được bổ sung với lượng không nhỏ hơn 1,5% trọng lượng. Khi Si được bổ sung một lượng vượt quá 4% trọng lượng, mật độ từ thông bị giảm, vì vậy giới hạn trên là 4% trọng lượng. Tốt hơn là, giới hạn dưới của Si

là 2% trọng lượng, trong khí giới hạn trên của Si là 3,5% trọng lượng.

Mn: 1-5% trọng lượng

Mn là thành phần có hiệu quả tăng điện trở suất của thép để làm giảm tổn hao sắt mà không gây hại lớn đến khả năng gia công và có vai trò quan trọng trong sáng chế, vì vậy mà Mn được bổ sung với lượng không ít hơn 1% trọng lượng. Để tăng cường hiệu quả giảm tổn hao sắt, tốt hơn là, lượng bổ sung không nhỏ hơn 1,6% trọng lượng. Khi Mn được bổ sung một lượng vượt quá 5% trọng lượng, mật độ từ thông bị giảm, vì vậy giới hạn trên là 5% trọng lượng. Tốt hơn là, giới hạn dưới của Mn là 1,6% trọng lượng, trong khí giới hạn trên của Mn là 3% trọng lượng.

P: Không lớn hơn 0,1% trọng lượng

P là nguyên tố có khả năng tăng nồng độ dung dịch rắn lớn. Khi P được chứa với một lượng vượt quá 0,1% trọng lượng, tấm thép bị cứng đáng kể làm giảm năng suất, vì vậy quy định là không lớn hơn 0,1% trọng lượng. Tốt hơn là, không lớn hơn 0,05% trọng lượng.

S: Không lớn hơn 0,005% trọng lượng

S là tạp chất không thể tránh khỏi. Khi S được bao gồm với một lượng vượt quá 0,005% trọng lượng, sự tăng trưởng hạt bị cản trở bởi sự kết tủa của MnS làm tăng tổn hao sắt, vì vậy mà giới hạn trên là 0,005% trọng lượng. Tốt hơn là, không lớn hơn 0,001% trọng lượng.

Al: 0,1-3% trọng lượng

Al là nguyên tố có hiệu quả tăng cường điện trở suất của thép để làm giảm tổn hao sắt tương tự như Si. Khi Al được bổ sung một lượng vượt quá 3% trọng lượng, mật độ từ thông bị giảm, vì vậy giới hạn trên là 3% trọng lượng. Tốt hơn là, không lớn hơn 2% trọng lượng. Tuy nhiên, khi hàm lượng Al nhỏ hơn 0,1% trọng lượng, hạt AlN mịn kết tủa làm cản trở sự tăng trưởng hạt và làm tăng tổn hao sắt, vì vậy giới hạn dưới là 0,1% trọng lượng.

N: Không lớn hơn 0,005% trọng lượng

N là tạp chất không thể tránh khỏi được kết hợp từ không khí vào thép. Khi hàm lượng quá lớn, sự tăng trưởng hạt bị cản trở bởi sự kết tủa của hạt AlN làm tăng tổn hao sắt, vì vậy mà giới hạn trên được quy định là 0,005% trọng lượng. Tốt hơn là, không lớn hơn 0,003% trọng lượng.

Pb: Không lớn hơn 0,0010% trọng lượng

Pb là nguyên tố quan trọng cần được kiểm soát trong sáng chế bởi vì Pb ảnh hưởng xấu đến đặc tính giảm tổn hao sắt ở tần số cao. Như được thể hiện trên Fig.2, khi hàm lượng Pb vượt quá 0,0010% trọng lượng, tổn hao sắt tăng mạnh. Do đó, hàm lượng Pb được quy định không lớn hơn 0,0010% trọng lượng. Tốt hơn là, không lớn hơn 0,0005% trọng lượng.

Tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế tốt hơn là chứa một hoặc hai chất Ca và Mg bổ sung vào thành phần hóa học ở trên.

Ca: 0,0005-0,007% trọng lượng

Ca là nguyên tố có hiệu quả hình thành sulfua, kết tủa và tác động mạnh tới Pb để hạn chế tác động có hại của Pb và làm giảm tổn hao sắt. Để thu được hiệu quả như vậy, tốt hơn là bổ sung một lượng không nhỏ hơn 0,0005% trọng lượng. Khi Ca được bổ sung với một lượng vượt quá 0,007% trọng lượng, lượng CaS kết tủa trở nên quá lớn và tổn hao sắt tăng nhiều hơn, vì vậy tốt hơn là giới hạn trên là 0,007% trọng lượng. Tốt hơn nữa là, giới hạn dưới của Ca là 0,0010% trọng lượng, trong khi giới hạn trên của Ca là 0,0040% trọng lượng.

Mg: 0,0002-0,005% trọng lượng

Mg là nguyên tố có hiệu quả để hình thành oxit, kết tủa và tác động mạnh tới Pb để hạn chế tác động có hại của Pb và làm giảm tổn hao sắt. Để thu được hiệu quả như vậy, tốt hơn là bổ sung một lượng không nhỏ hơn 0,0002% trọng lượng. Khi Mg được bổ sung với một lượng vượt quá 0,005% trọng lượng, sẽ khó bổ sung thêm Mg nữa và đồng thời tăng chi phí phát sinh không cần thiết, vì vậy

tốt hơn là giới hạn trên là 0,005% trọng lượng. Tốt hơn nữa là, giới hạn dưới của Mg là 0,0005% trọng lượng, trong khí giới hạn trên của Mg là 0,003% trọng lượng.

Ngoài ra, khi Ca và/hoặc Mg được bổ sung, hàm lượng Pb chấp nhận được có thể mở rộng đến 0,0020% trọng lượng do hiệu quả hạn chế tác động có hại của Pb.

Hơn nữa, tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế tốt hơn là chứa các thành phần dưới đây bổ sung vào thành phần hóa học ở trên.

Sb: 0,0005-0,05% trọng lượng, Sn: 0,0005-0,05% trọng lượng

Sb và Sn có hiệu quả cải thiện kết cấu để tăng mật độ từ thông, vì vậy chúng có thể được bổ sung với lượng không nhỏ hơn 0,0005% trọng lượng theo cách riêng lẻ hoặc trộn lẫn. Tốt hơn nữa là, mỗi chất trong số chúng không nhỏ hơn 0,01% trọng lượng. Tuy nhiên, khi mỗi chất trong số chúng được bổ sung với lượng vượt quá 0,05% trọng lượng, làm tấm thép có tính giòn, vì vậy tốt hơn là giới hạn trên của mỗi chất trong số chúng là 0,05% trọng lượng.

Mo: 0,0005-0,0030% trọng lượng

Mo có hiệu quả tác động mạnh đến lượng cacbua tạo thành làm giảm tổn hao sắt, vì vậy tốt hơn là được bổ sung với lượng không nhỏ hơn 0,0005% trọng lượng. Tuy nhiên, khi Mo được bổ sung với một lượng vượt quá 0,0030% trọng lượng, lượng cacbua trở nên quá lớn và do vậy tổn hao sắt tăng nhiều hơn, vì vậy tốt hơn là giới hạn trên là 0,0030% trọng lượng. Tốt hơn nữa là, giới hạn dưới của Mo là 0,0010% trọng lượng, trong khí giới hạn trên của Mo là 0,0020% trọng lượng.

Ti: không lớn hơn 0,002% trọng lượng

Ti là nguyên tố tạo thành cacbonitrua. Khi hàm lượng lớn, lượng cacbonitrua kết tủa trở nên quá lớn, theo đó sự tăng trưởng hạt bị cản trở làm tăng tổn hao sắt. Do đó theo sáng chế, tốt hơn là hàm lượng Ti được giới hạn không

lớn hơn 0,002% trọng lượng. Tốt hơn nữa là, không lớn hơn 0,0010% trọng lượng.

Ngoài ra, phần còn lại ngoài các thành phần nêu trên trong tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Tuy nhiên, các nguyên tố khác có thể được chứa trong phạm vi không làm tổn hại đến hoạt động và hiệu quả của sáng chế.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Trong sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng theo sáng chế, các điều kiện khác ngoài thành phần hóa học nêu trên của tấm thép không bị giới hạn cụ thể, vì vậy, các tấm thép có thể được sản xuất dưới các điều kiện tương tự như các tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng thông thường miễn là thành phần hóa học nằm trong phạm vi được quy định trong sáng chế. Chẳng hạn, có thể sản xuất bằng cách nung chảy thép có thành phần hóa học phù hợp với sáng chế trong lò luyện thép, thiết bị khử khí hoặc các thiết bị tương tự, tạo thành vật liệu thép thô (phôi) thông qua bước đúc liên tục, bước thổi tạo thổi hoặc cách tương tự, cán nóng, ủ bằng nóng theo yêu cầu, trải qua việc cán nguội một hoặc hai hay nhiều bước cán nguội có bước ủ trung gian xen giữa đó để đạt được độ dày tấm cho trước và trải qua bước ủ cuối.

Các ví dụ thực hiện sáng chế

Thép có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 thu được bằng cách khử khí thép nóng chảy mà được thổi vào trong lò luyện thép được nung chảy và đúc liên tục để thu được phôi. Phôi được gia nhiệt ở 1100°C trong 1 giờ, trải qua bước cán nóng trong đó nhiệt độ cuối của bước cán cuối là 800°C, thông báo cuộn lại của cuộn ở nhiệt độ 610°C để thu được tấm cán nóng có độ dày là 1,8 mm. Sau đó, tấm cán nóng trải qua bước ủ bằng nóng trong môi trường chứa 100% thể tích N₂ ở 1000°C trong 30 giây, được cán nguội để thu được tấm cán nguội có độ dày là 0,35mm, mà trải qua bước ủ cuối trong môi trường chứa 20%

thể tích H_2 - 80% thể tích N_2 ở $1000^\circ C$ trong 10 giây để thu được tấm cán nguội và ủ.

Từ tấm thu được theo cách cán nguội và ủ được cắt thành các mẫu dùng cho thử nghiệm Epstein mà có chiều rộng là 30 mm và chiều dài là 280 mm theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán để đo tổn hao sắt $W_{10/400}$ và mật độ từ thông B_{50} theo tiêu chuẩn JIS C2550. Các kết quả cũng được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1-1

Số	Chế phẩm hóa học (% trọng lượng)										Độ dày tấm (mm)	Các đặc tính từ		Ghi chú			
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Pb	Ca	Mg		Sb	Sn		Mo	Ti	Tôn hao sắt W _{10/400} (W/kg)
1	0,0011	3,10	1,60	0,010	0,0004	1,21	0,0012	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0001	15,10	1,67	Thép sáng chế
2	0,0014	3,10	1,60	0,012	0,0004	1,21	0,0016	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0001	15,15	1,67	Thép sáng chế
3	0,0021	3,12	1,60	0,011	0,0004	1,21	0,0015	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0001	15,30	1,67	Thép sáng chế
4	0,0016	3,11	1,60	0,012	0,0004	1,21	0,0017	0,0015	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,61	1,67	Thép so sánh
5	0,0011	3,10	1,60	0,012	0,0004	1,21	0,0018	0,0025	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	16,11	1,67	Thép so sánh
6	0,0013	3,12	0,50	0,012	0,0004	1,21	0,0020	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	16,00	1,69	Thép so sánh
7	0,0015	3,12	1,30	0,012	0,0004	1,21	0,0020	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,41	1,68	Thép sáng chế
8	0,0014	3,13	1,60	0,012	0,0004	1,21	0,0021	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,26	1,68	Thép sáng chế
9	0,0013	3,09	2,50	0,012	0,0004	1,21	0,0018	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,06	1,66	Thép sáng chế
10	0,0012	3,11	3,50	0,012	0,0004	1,21	0,0016	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,92	1,65	Thép sáng chế
11	0,0016	3,10	5,50	0,010	0,0004	1,00	0,0022	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,55	1,60	Thép so sánh
12	0,0013	3,11	0,50	0,012	0,0004	1,21	0,0015	0,0025	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	16,12	1,67	Thép so sánh
13	0,0016	3,12	1,55	0,012	0,0004	1,21	0,0017	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,25	1,67	Thép sáng chế
14	0,0018	3,12	1,56	0,012	0,0004	1,21	0,0020	0,0005	tr.	tr.	0,0050	tr.	0,0010	0,0002	15,16	1,68	Thép sáng chế
15	0,0020	3,13	1,56	0,012	0,0004	1,21	0,0017	0,0005	tr.	tr.	0,0180	tr.	0,0010	0,0002	15,15	1,69	Thép sáng chế
16	0,0020	3,12	1,56	0,012	0,0004	1,21	0,0018	0,0005	tr.	tr.	tr.	0,0080	0,0010	0,0002	15,15	1,68	Thép sáng chế
17	0,0021	3,12	1,56	0,012	0,0004	1,21	0,0020	0,0005	tr.	tr.	tr.	0,0120	0,0010	0,0002	15,10	1,69	Thép sáng chế
18	0,0018	3,12	1,57	0,012	0,0004	1,21	0,0019	0,0005	tr.	tr.	tr.	0,0350	0,0010	0,0002	15,02	1,69	Thép sáng chế
19	0,0016	3,12	1,58	0,012	0,0004	1,21	0,0019	0,0005	0,0020	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,91	1,67	Thép sáng chế

Bảng 1-2

Số	Thành phần hóa học (% trong lượng)										Độ dày tấm (mm)	Các đặc tính từ		Ghi chú			
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Pb	Ca	Mg		Sb	Sn		Mo	Ti	Tổn hao sắt W _{10/400} (W/kg)
22	0,0015	3,11	1,59	0,012	0,0004	1,21	0,0021	0,0016	0,0090	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,56	1,67	Thép so sánh
23	0,0016	3,12	1,61	0,012	0,0004	1,21	0,0018	0,0030	0,0030	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,63	1,67	Thép so sánh
24	0,0015	3,12	1,61	0,012	0,0004	1,21	0,0016	0,0005	tr.	0,0010	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,92	1,67	Thép sáng chế
27	0,0021	1,00	1,62	0,030	0,0004	2,50	0,0017	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	18,50	1,67	Thép so sánh
29	0,0014	3,13	1,60	0,012	0,0004	1,21	0,0021	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0020	0,0002	15,26	1,68	Thép sáng chế
30	0,0014	3,13	1,60	0,012	0,0004	1,21	0,0021	0,0002	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0029	0,0002	15,41	1,68	Thép sáng chế
31	0,0020	2,20	1,30	0,012	0,0004	2,00	0,0020	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,10	1,67	Thép sáng chế
32	0,0016	3,50	1,10	0,005	0,0004	1,00	0,0017	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,82	1,67	Thép sáng chế
33	0,0015	4,70	1,10	0,005	0,0004	0,30	0,0018	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,51	1,60	Thép so sánh
34	0,0015	2,80	1,60	0,012	0,0004	1,30	0,0015	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,97	1,67	Thép sáng chế
35	0,0017	2,50	1,60	0,012	0,0004	2,50	0,0016	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,72	1,67	Thép sáng chế
36	0,0019	1,50	1,60	0,012	0,0004	3,50	0,0018	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	14,98	1,62	Thép so sánh
37	0,0017	2,80	1,60	0,012	0,0015	1,30	0,0016	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	15,20	1,65	Thép sáng chế
38	0,0018	2,80	1,60	0,012	0,0060	1,30	0,0014	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	17,30	1,65	Thép so sánh
39	0,0015	2,80	1,60	0,012	0,0005	1,30	0,0016	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0035	16,30	1,66	Thép so sánh
40	0,0015	2,80	1,60	0,012	0,0004	1,30	0,0065	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	16,60	1,65	Thép so sánh
41	0,0069	2,80	1,60	0,012	0,0004	1,30	0,0013	0,0005	tr.	tr.	tr.	tr.	0,0010	0,0002	16,40	1,66	Thép so sánh

Như được thấy từ bảng 1, các tấm thép thỏa mãn thành phần hóa học được xác định trong sáng chế, cụ thể các tấm thép có hàm lượng Pb được làm giảm thì ưu việt về đặc tính tổn hao sắt cao tần kể cả khi hàm lượng Mn cao.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Sáng chế cũng có thể được áp dụng cho động cơ dùng cho máy gia công, động cơ dùng cho EV lai, máy phát tốc độ cao và vv..

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép kỹ thuật điện không được định hướng có thành phần hóa học bao gồm: C: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Si: 1,5-4% trọng lượng, Mn: 1-5% trọng lượng, P: không lớn hơn 0,1% trọng lượng, S: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Al: 0,1-3% trọng lượng, N: không lớn hơn 0,005% trọng lượng, Pb: không hơn 0,0010% trọng lượng, Mo: 0,0005-0,0030% trọng lượng, Ti: không lớn hơn 0,002% trọng lượng, tùy ý một hoặc hai trong số Ca: 0,0005-0,007% trọng lượng và Mg: 0,0002-0,005% trọng lượng, tùy ý một hoặc hai trong số Sb: 0,0005-0,05% trọng lượng và Sn: 0,0005-0,05% trọng lượng, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

FIG. 1

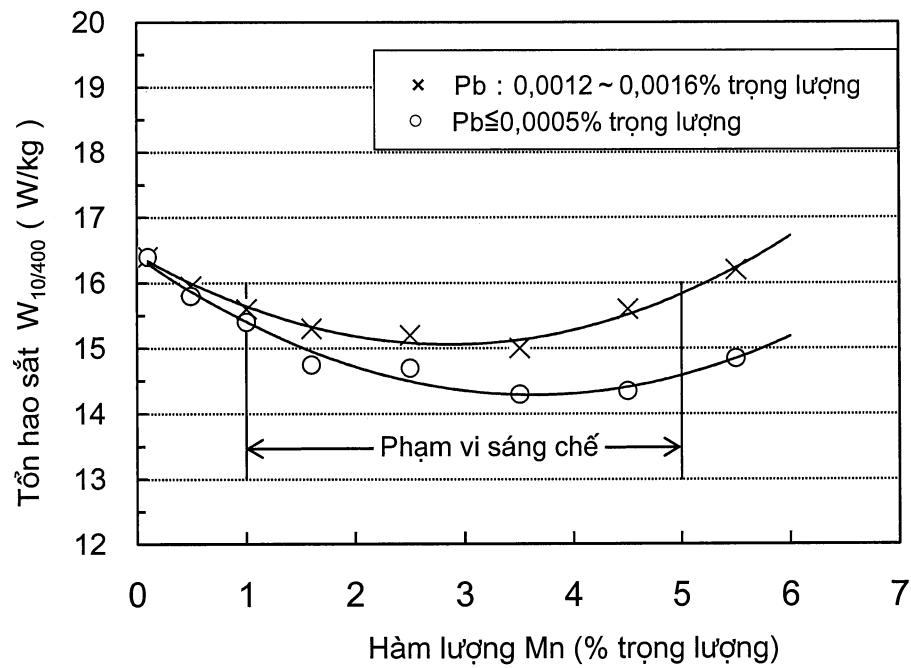


FIG. 2

