



(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)



1-0034737

(51)⁷ C21D 9/46; H01F 1/147; C22C 38/60; (13) B
C21D 8/12; C22C 38/00

(21) 1-2019-03597

(22) 16/01/2018

(86) PCT/JP2018/000974 16/01/2018

(87) WO 2018/131710 A1 19/07/2018

(30) 2017-005213 16/01/2017 JP

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/10/2019 379A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

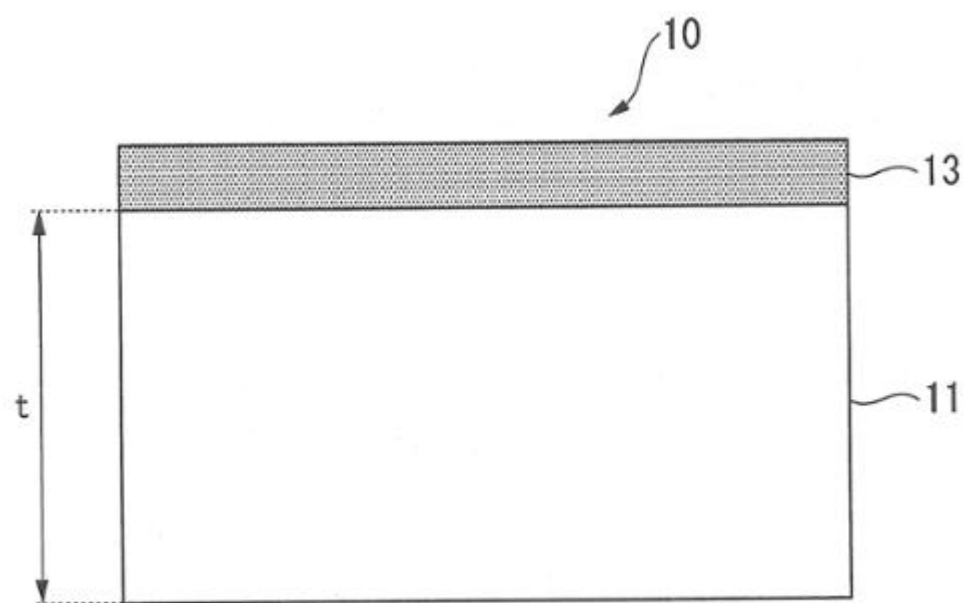
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) Hiroyoshi YASHIKI (JP); Yoshiaki NATORI (JP); Kazutoshi TAKEDA (JP);
Susumu MUKAWA (JP); Takuya MATSUMOTO (JP); Koji FUJITA (JP); Takashi
MOROHOSHI (JP); Masafumi MIYAZAKI (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

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

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện không định hướng chứa thành phần hóa học với lượng tính theo % khối lượng là C: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Si: 3,0% đến 4,0%, Mn: 1,0% đến 3,3%, P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%, S: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, sol. Al: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, N: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, O: 0,0110% đến 0,0350%, Sn: 0% đến 0,050%, Sb: 0% đến 0,050%, Ti: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất, trong đó Sn + Sb: bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn, Si - 0,5 x Mn: bằng 2,0% hoặc lớn hơn, và hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm trừ phần lớp bề mặt mà nằm trong phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau đến vị trí 10μm theo chiều sâu là nhỏ hơn 0,0100%. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện không định hướng và phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.

Quyền ưu tiên được yêu cầu trên cơ sở đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2017-005213 được nộp ở Nhật Bản vào ngày 16 tháng 01 năm 2017, nội dung của đơn Nhật Bản này được kết hợp vào bản mô tả sáng chế để tham khảo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, các vấn đề về môi trường toàn cầu đang được quan tâm, và yêu cầu nỗ lực tiết kiệm năng lượng còn được quan tâm hơn. Cụ thể, trong những năm gần đây, yêu cầu gia tăng hiệu suất của các thiết bị điện đã gia tăng mạnh mẽ. Do vậy, đối với các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng mà được sử dụng rộng rãi làm các vật liệu lõi sắt của các động cơ, máy phát điện, máy biến áp, hoặc thiết bị tương tự, yêu cầu cải thiện các đặc tính từ còn được quan tâm hơn nữa. Trong những năm gần đây, để mà tiếp tục gia tăng hiệu suất cho các động cơ, máy phát điện cho xe điện, hoặc xe lai, và các động cơ cho máy nén, xu hướng nêu trên là rất có ý nghĩa.

Để cải thiện các đặc tính từ của các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, hữu hiệu là bổ sung các thành phần hợp kim vào thép, bằng cách đó gia tăng điện trở của các tấm thép và làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy. Do vậy, ví dụ, như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 đến tài liệu sáng chế 3, sự cải thiện các đặc tính từ (giảm mức tổn hao do sắt, gia tăng mật độ từ thông, và tương tự) đạt được bằng cách bổ sung thành phần có tác dụng gia tăng điện trở như Si, Al, Mn, hoặc P.

Tài liệu giải pháp kỹ thuật trước

Tài liệu sáng chế

[Tài liệu sáng chế 1] Công bố quốc tế số WO2016/027565

[Tài liệu sáng chế 2] Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm, công bố thứ nhất số 2016-130360

[Tài liệu sáng chế 3] Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm, công bố thứ nhất số 2016-138316

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Ở đây, trong trường hợp ở đó người ta xem xét các thành phần hợp kim ở cùng một lượng như nhau (% khối lượng) được bổ sung, ngoại trừ P có ảnh hưởng bất lợi đáng kể đến khả năng cán nguội, Si là thành phần hữu hiệu để làm gia tăng điện trở và làm giảm sự tổn hao do sắt. Do vậy, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ rằng hàm lượng Si được thiết lập đến bằng 6% khối lượng hoặc nhỏ hơn, tài liệu sáng chế 2 và tài liệu sáng chế 3 bộc lộ rằng hàm lượng Si được thiết lập đến bằng 5,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, tài liệu sáng chế 1 đến tài liệu sáng chế 3 bộc lộ rằng hàm lượng Al được thiết lập đến bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và điện trở được gia tăng bằng cách sử dụng Si hoặc bằng cách sử dụng Si và Mn, bằng cách đó làm giảm sự tổn hao do sắt.

Tuy nhiên, nhờ các sự nghiên cứu, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng sự giảm mức tổn hao do sắt ở tần số cao (sự cải thiện) như $W_{10/400}$ là không đủ, ở các tấm thép được đề cập trong tài liệu sáng chế 1 đến tài liệu sáng chế 3. Nguyên nhân được cho là sự hợp kim hóa cao là không thể thiếu để làm giảm mức tổn hao do sắt ở tần số cao; tuy nhiên, ở tài liệu sáng chế 1 đến tài liệu sáng chế 3, mức tổn hao do sắt ở tần số cao chưa được nghiên cứu, và các giá trị giới hạn dưới của các lượng của hợp kim cần để giảm mức tổn hao do sắt ở tần số cao hoặc sự phân bố các lượng thích hợp của Si, Al, và Mn chưa được xét đến. Do vậy, sự giảm mức tổn hao do sắt ở tần số cao như $W_{10/400}$ là không đủ.

Sáng chế đã được thực hiện khi xét đến vấn đề nêu trên. Mục đích của sáng chế là tạo ra tấm thép kỹ thuật điện không định hướng mà có khả năng cán nguội tốt và có các đặc tính từ tuyệt vời, cụ thể là, mức tổn hao do sắt ở tần số cao và phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.

Cách thức giải quyết vấn đề

Để đạt được mục đích nêu trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu sâu rộng. Kết quả là, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng các đặc tính từ có thể

được cải thiện trong khi đảm bảo được khả năng cán nguội tốt bằng cách (i) thiết lập hàm lượng Al đến bằng hoặc nhỏ hơn giá trị định trước và (ii) bổ sung Mn mà góp phần vào sự gia tăng điện trở và có ảnh hưởng bất lợi nhỏ đối với khả năng cán nguội cùng với Si.

Ngoài ra, để tiếp tục cải thiện khả năng cán nguội, cần làm giảm các lượng của P, Sn, và Sb mà có khả năng gây ra sự suy giảm khả năng cán nguội. Mặt khác, các tác giả sáng chế cũng nhận thấy rằng sự thâm nitơ trong quá trình ủ sau cùng được tăng tốc, và có khả năng là các đặc tính từ có thể bị suy giảm, khi các lượng của Sn và Sb bị giảm. Dựa vào phát hiện được nêu ở trên, nhờ thực hiện các nghiên cứu bổ sung, các tác giả sáng chế tìm ra phương pháp có thể tiếp tục cải thiện khả năng cán nguội mà không gây ra sự suy giảm các đặc tính từ ngay cả trong trường hợp ở đó các lượng của Sn và Sb bị giảm, và hoàn thành sáng chế.

Thực chất sáng chế được hoàn thành dựa vào phát hiện được nêu ở trên là như được mô tả dưới đây.

(1) Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo một khía cạnh của sáng chế chứa thành phần hóa học tính theo % khối lượng là C: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Si: 3,0% đến 4,0%, Mn: 1,0% đến 3,3%, P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%, S: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, sol. Al: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, N: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, O: 0,0110% đến 0,0350%, Sn: 0% đến 0,050%, Sb: 0% đến 0,050%, Ti: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất, trong đó Sn + Sb: 0,050% hoặc nhỏ hơn, Si - 0,5 x Mn: 2,0% hoặc lớn hơn, và hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm trừ phần lớp bề mặt mà nằm trong phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau đến vị trí 10 μ m theo chiều sâu là nhỏ hơn 0,0100%.

(2) Phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo khía cạnh khác của sáng chế bao gồm: bước cán nóng thổi thép chứa thành phần hóa học tính theo % khối lượng là C: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Si: 3,0% đến 4,0%, Mn: 1,0% đến 3,3%, P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%, S: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, sol. Al: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, N: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, O: nhỏ hơn 0,0100%, Sn: 0% đến 0,050%,

Sb: 0% đến 0,050%, Ti: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất, Sn + Sb: bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn, Si - 0,5 x Mn: bằng 2,0% hoặc lớn hơn để tạo ra tấm thép được cán nóng, bước ủ tấm thép được cán nóng, bước cán nguội tấm thép được cán nóng sau khi ủ tấm được cán nóng để tạo ra tấm thép được cán nguội, và bước ủ sau cùng tấm thép được cán nguội, trong đó, trong bước ủ sau cùng, điều kiện ủ sau cùng được điều chỉnh sao cho hàm lượng O trung bình trong toàn bộ tấm thép được cán nguội theo chiều dày tấm sau khi ủ sau cùng đạt từ 0,0110% khối lượng đến 0,0350% khối lượng.

(3) Trong phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo mục (2), trong bước ủ sau cùng, điểm sương của môi trường trong khi gia tăng nhiệt độ và trong khi ngâm có thể được điều chỉnh để nằm trong khoảng từ -10°C đến 40°C.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các khía cạnh nêu trên của sáng chế, có thể thu được tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng cán nguội tốt và các đặc tính từ tuyệt vời và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế.

FIG. 2 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của nền của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo cùng một phương án của sáng chế.

FIG. 3 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về lưu đồ của phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo cùng một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với sự tham khảo các hình vẽ. Trong bản mô tả và hình vẽ của sáng chế, các thành phần cấu tạo về cơ bản có cấu trúc chức năng giống nhau sẽ được biểu thị bằng cùng một kí hiệu tham chiếu và sẽ không được mô tả lại.

Về tấm thép kỹ thuật điện không định hướng

Trong các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, như được nêu ở trên, để làm giảm sự tổn hao do sắt, nói chung, các thành phần hợp kim được bổ sung vào thép, bằng cách đó gia tăng điện trở của các tấm thép và làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy. Ở đây, trong trường hợp ở đó người ta xem xét các thành phần hợp kim ở cùng một lượng như nhau (% khối lượng) được bổ sung, Si dễ làm tăng điện trở và như vậy là thành phần hữu hiệu để làm giảm sự tổn hao do sắt. Tuy nhiên, nhờ các nghiên cứu của các tác giả sáng chế, đã thấy rõ rằng khả năng cán nguội của các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng bị suy giảm đáng kể, trong trường hợp ở đó hàm lượng Si vượt quá 4,0% khối lượng.

Ngoài ra, tương tự với Si, Al cũng là thành phần hợp kim mà biểu hiện tác dụng gia tăng điện trở. Tuy nhiên, nhờ các nghiên cứu của các tác giả sáng chế, đã thấy rõ rằng tương tự với Si, Al cũng làm suy giảm khả năng cán nguội. Ngoài ra, khi hàm lượng Al gia tăng, có xu hướng là sự tổn hao do trễ bị giảm và các đặc tính từ bị suy giảm. Do vậy, khó bổ sung một lượng lớn Al vào tấm thép kỹ thuật điện không định hướng dưới dạng thành phần hợp kim. Trong các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, để ngăn chặn sự suy giảm của các đặc tính từ do sự suy giảm của sự tổn hao do trễ, tốt hơn là hàm lượng Al được thiết lập ở mức nhỏ.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu sâu rộng để tìm ra phương pháp mà cải thiện khả năng cán nguội đồng thời ngăn chặn sự suy giảm các đặc tính từ. Kết quả là, đã nhận thấy rằng có thể cải thiện khả năng cán nguội và các đặc tính từ, khi hàm lượng Al được thiết lập ở mức bằng hoặc nhỏ hơn giá trị định trước, và Mn có ảnh hưởng bất lợi nhỏ đến khả năng cán nguội được bổ sung cùng với Si.

Ngoài ra, để tiếp tục cải thiện khả năng cán nguội, cần làm giảm các lượng của P, Sn, và Sb mà có khả năng gây ra sự suy giảm khả năng cán nguội. Tuy nhiên, các tác giả sáng chế cũng nhận thấy rằng sự giảm các lượng của Sn và Sb có khả năng thúc đẩy sự thấm nitơ trong khi ủ sau cùng và làm suy giảm các đặc tính từ. Nhờ các nghiên cứu bổ sung, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng có khả năng ngăn chặn sự suy giảm của các đặc tính từ ngay cả trong trường hợp ở đó các lượng của Sn và Sb bị giảm để tiếp tục cải thiện khả năng cán nguội, khi phần lớp bề mặt của tấm thép bị oxy hóa

trong quá trình ủ sau cùng và thấm nitơ bị kìm hãm.

Sau đây, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế (tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế) và phương pháp sản xuất tấm thép này sẽ được mô tả chi tiết cùng với sự tham khảo FIG. 1 và FIG. 2.

FIG. 1 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, và FIG. 2 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của nền của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế.

Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế có nền 11 có thành phần hóa học định trước, như được thể hiện ở FIG. 1. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế có thể chỉ gồm có nền 11, nhưng tốt hơn là còn có lớp phủ cách điện 13 trên bề mặt của nền 11.

Sau đây, trước tiên, nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Về thành phần hóa học của nền

Nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế chứa thành phần hóa học tính theo % khối lượng là C: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Si: 3,0% đến 4,0%, Mn: 1,0% đến 3,3%, P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%, S: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, sol. Al: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, N: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, O: 0,0110% đến 0,0350%, Sn: 0% đến 0,050%, Sb: 0% đến 0,050%, Ti: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất, và thỏa mãn điều kiện $Sn + Sb: \text{bằng } 0,050\% \text{ hoặc nhỏ hơn và } Si - 0,5 \times Mn \geq 2,0\%$.

Dưới đây, lý do điều chỉnh thành phần hóa học của nền 11 theo phương án của sáng chế như nêu trên sẽ được mô tả chi tiết. Sau đây, trừ phi được quy định khác, “%” liên quan đến thành phần hóa học là “% khối lượng”.

[C: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn]

Cacbon (C) là thành phần mà chắc chắn được chứa và là thành phần gây ra sự

hư hại vì sự tổn hao do sắt (gia tăng mức tổn hao do sắt). Trong trường hợp ở đó hàm lượng C vượt quá 0,0050%, sự hư hại vì sự tổn hao do sắt xảy ra ở tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, và không thể thu được các đặc tính từ tốt. Do vậy, trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, hàm lượng C được thiết lập đến bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng C tốt hơn là bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng C càng nhỏ thì càng được ưu tiên hơn. Tuy nhiên, C là thành phần mà chắc chắn được chứa, và giới hạn dưới được thiết lập ở lớn hơn 0%. Ngoài ra, khi nỗ lực nhằm làm giảm hàm lượng C nhỏ hơn 0,0005%, thì chi phí bị gia tăng nhiều. Do vậy, hàm lượng C có thể được thiết lập đến bằng 0,0005% hoặc lớn hơn.

[Si: 3,0% đến 4,0%]

Silicon (Si) là thành phần mà làm tăng điện trở của thép, bằng cách đó làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy và cải thiện mức tổn hao do sắt ở tần số cao. Ngoài ra, Si có khả năng gia cố dung dịch rắn cao và như vậy là thành phần hữu hiệu cho sự gia cố ở mức độ cao của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng. Trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, sự gia cố ở mức độ cao là cần thiết trên quan điểm ngăn chặn sự biến dạng hoặc ngăn chặn sự gãy mỏi trong quá trình quay ở tốc độ cao của các động cơ. Để đạt được hiệu quả nêu trên một cách đầy đủ, điều cần thiết là hàm lượng Si được thiết lập đến bằng 3,0% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là bằng 3,1% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là bằng 3,2% hoặc lớn hơn.

Trong khi đó, trong trường hợp ở đó hàm lượng Si vượt quá 4,0%, khả năng gia công bị suy giảm đáng kể, và trở nên khó thực hiện sự cán nguội hoặc tấm thép gãy trong khi cán nguội (tức là, khả năng cán nguội bị suy giảm). Do vậy, hàm lượng Si được thiết lập ở 4,0% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là bằng 3,9% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 3,8% hoặc nhỏ hơn.

[Mn: 1,0% đến 3,3%]

Mangan (Mn) là thành phần mà làm tăng điện trở, bằng cách đó làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy và cải thiện mức tổn hao do sắt ở tần số cao. Ngoài ra, Mn là thành phần mà có khả năng gia cố dung dịch rắn của tấm thép kỹ thuật điện không

định hướng nhỏ hơn so với Si, nhưng không làm suy giảm khả năng gia công, và có thể góp phần vào sự gia cố ở mức độ cao. Để đạt được hiệu quả nêu trên một cách đầy đủ, điều cần thiết là hàm lượng Mn được thiết lập đến bằng 1,0% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là bằng 1,2% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 1,4% hoặc lớn hơn.

Trong khi đó, trong trường hợp mà hàm lượng Mn vượt quá 3,3%, mật độ từ thông bị giảm đáng kể. Do vậy, hàm lượng Mn được thiết lập ở 3,3% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là bằng 3,0% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,8% hoặc nhỏ hơn.

[P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%]

Phospho (P) là thành phần mà làm suy giảm đáng kể khả năng gia công và làm cho quá trình cán nguội trở nên khó khăn, ở thép hợp kim cao mà hàm lượng Si và hàm lượng Mn là lớn. Do vậy, hàm lượng P được thiết lập nhỏ hơn 0,030%. Hàm lượng P tốt hơn là bằng 0,020% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,010% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng P càng nhỏ thì càng được ưu tiên. Tuy nhiên, P là thành phần mà chắc chắn được chứa, và giới hạn dưới được thiết lập ở lớn hơn 0%. Khi hàm lượng P được thiết lập ở nhỏ hơn 0,001%, thì chi phí gia tăng đáng kể. Do vậy, giới hạn dưới tốt hơn là được thiết lập đến bằng 0,001% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,002% hoặc lớn hơn.

[S: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn]

Lưu huỳnh (S) là thành phần mà gia tăng sự tổn hao do sắt bởi sự tạo ra các kết tủa nhỏ của MnS và làm suy giảm các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng. Do vậy, điều cần thiết là hàm lượng S được thiết lập đến bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng S tốt hơn là bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0035% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng S càng nhỏ thì càng được ưu tiên. Tuy nhiên, S là thành phần mà chắc chắn được chứa, và giới hạn dưới được thiết lập ở lớn hơn 0%. Ngoài ra, khi các nỗ lực nhằm làm giảm hàm lượng S nhỏ hơn 0,0001%, thì chi phí bị gia tăng nhiều. Do vậy, hàm lượng S được thiết lập đến bằng 0,0001% hoặc lớn hơn.

[sol. Al: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn]

Nhôm (Al) là thành phần mà gia tăng điện trở của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, bằng cách đó làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy và cải thiện mức tổn hao do sắt ở tần số cao, khi tạo ra dung dịch rắn trong thép. Tuy nhiên, trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, Mn mà là thành phần gia tăng điện trở mà không làm suy giảm khả năng gia công nên được tích cực chứa nhiều hơn là Al. Do vậy, không cần phải tích cực chứa Al. Ngoài ra, khi lượng sol. Al (Al có thể tan trong axit) vượt quá 0,0040%, nitrua mangan bị kết tủa trong thép, sự phát triển hạt trong quá trình ủ tấm được cán nóng hoặc quá trình ủ sau cùng bị suy giảm, và các đặc tính từ bị suy giảm. Do vậy, lượng sol. Al được thiết lập đến bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn. Lượng sol. Al tốt hơn là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Trong khi đó, Al là thành phần mà chắc chắn được chứa, và giới hạn dưới được thiết lập ở lớn hơn 0%. Khi các nỗ lực nhằm làm giảm lượng sol. Al nhỏ hơn 0,0001%, thì chi phí bị gia tăng nhiều. Do vậy, lượng sol. Al tốt hơn là bằng 0,0001% hoặc lớn hơn.

[N: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn]

Nitơ (N) là thành phần mà gia tăng sự tổn hao do sắt bởi sự tạo ra nitrua mangan trong thép và làm suy giảm các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng. Do vậy, điều cần thiết là hàm lượng N được thiết lập đến bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng N tốt hơn là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Trong khi đó, N là thành phần mà chắc chắn được chứa, và giới hạn dưới được thiết lập ở lớn hơn 0%. Ngoài ra, hàm lượng N càng nhỏ thì càng được ưu tiên. Khi các nỗ lực nhằm làm giảm hàm lượng N nhỏ hơn 0,0001%, thì chi phí bị gia tăng nhiều. Do vậy, hàm lượng N tốt hơn là bằng 0,0001% hoặc lớn hơn. Hàm lượng N tốt hơn nữa là bằng 0,0003% hoặc lớn hơn.

[O: 0,0110% đến 0,0350%]

Khi hàm lượng Sn và hàm lượng Sb bị giảm đến các khoảng được nêu dưới đây, sự thấm nitơ trên các bề mặt tấm thép trong khi ủ sau cùng được tăng tốc. Oxy

(O) là thành phần mà được đưa vào thép trong quá trình ủ sau cùng để ngăn chặn sự thấm nitơ trong khi ủ sau cùng. Để ngăn chặn sự thấm nitơ trong khi ủ sau cùng, cần đưa oxy vào trong thép sao cho hàm lượng O đạt đến 0,0110% hoặc lớn hơn. Hàm lượng O tốt hơn là bằng 0,0115% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0120% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, trong trường hợp ở đó hàm lượng O vượt quá 0,0350%, lớp oxy hóa ở phần lớp bề mặt tấm thép mà được tạo ra bởi sự đưa oxy vào trở nên dày, và các đặc tính từ bị suy giảm, điều này là không tốt. Do vậy, hàm lượng O được thiết lập đến bằng 0,0350% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng O tốt hơn là bằng 0,0330% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0300% hoặc nhỏ hơn.

Thông thường, khi tấm thép được thấm nitơ trong khi ủ sau cùng, sự tổn hao do sắt bị gia tăng. Mặt khác, khi bề mặt tấm thép bị oxy hóa, có thể kìm hãm sự thấm nitơ; tuy nhiên, ngược lại, các đặc tính từ bị suy giảm do oxit được tạo thành. Do vậy, trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan, bề mặt tấm thép không bị oxy hóa. Trái lại, các tác giả sáng chế mới phát hiện ra rằng sự thấm nitơ bị kìm hãm và sự suy giảm các đặc tính từ bởi oxit cũng được ức chế đến mức nhỏ nhất, khi toàn bộ lượng oxy được điều chỉnh đến mức nằm trong khoảng từ 0,0110% đến 0,0350% theo hệ thành phần đặc trưng.

Hàm lượng O bằng 0,0110% hoặc lớn hơn và bằng 0,0350% hoặc nhỏ hơn như nêu trên là để chỉ lượng trung bình trong toàn bộ nền 11 theo chiều dày tấm như được mô tả chi tiết dưới đây. Trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, oxy (O) trong nền 11 chủ yếu được đưa vào thép trong quá trình ủ sau cùng. Do vậy, phần lớn oxy được đưa vào có mặt ở phần lớp bề mặt của nền 11 như được mô tả chi tiết dưới đây, và sự phân bố oxy dọc theo chiều dày tấm là không đồng đều. Các lượng oxy (hàm lượng O) ở các phần không phải phần lớp bề mặt của nền 11 sẽ lại được mô tả dưới đây.

[Sn: 0% đến 0,050%]

[Sb: 0% đến 0,050%]

Sn và Sb không nhất thiết là phải có mặt, và giới hạn dưới là 0%.

Thiếc (Sn) và antimon (Sb) là các thành phần hữu ích mà bảo đảm cho sự tồn hao do sắt ở mức thấp bằng cách phân tách trên bề mặt của tấm thép và kìm hãm sự thấm nitơ trong khi ủ. Do vậy, trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, để đạt được hiệu quả nêu trên, tốt hơn là ít nhất là một thành phần bất kỳ trong số Sn và Sb được chứa trong nền 11.

Cụ thể, hàm lượng Sn tốt hơn là bằng 0,005% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,010% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, hàm lượng Sb tốt hơn là bằng 0,005% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,010% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, trong trường hợp ở đó các lượng của Sn và Sb vượt quá 0,050%, tính dễ kéo sợi của nền suy giảm và trở nên khó cán nguội. Do vậy, ngay trong trường hợp ở đó Sn và Sb được chứa, các lượng của Sn và Sb tốt hơn là được thiết lập đến bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn nữa là bằng 0,040% hoặc nhỏ hơn và vẫn tốt hơn nữa là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, hàm lượng Sb tốt hơn nữa là bằng 0,040% hoặc nhỏ hơn và vẫn tốt hơn nữa là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn.

[Sn + Sb: 0,050% hoặc nhỏ hơn]

Như nêu trên, Sn và Sb là các thành phần mà gây ra sự suy giảm khả năng cán nguội khi được chứa nhiều trong nền 11. Cụ thể, khi tổng lượng của Sn và Sb vượt quá 0,050%, khả năng cán nguội bị suy giảm đáng kể. Do vậy, tổng lượng của Sn và Sb được thiết lập đến bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn. Tổng lượng của Sn và Sb tốt hơn là bằng 0,040% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn.

[Ti: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn]

Titan (Ti) chắc chắn được chứa trong nguyên liệu thô của Mn hoặc Si. Ti là thành phần mà liên kết với C, N, O, hoặc thành phần tương tự trong nền, tạo ra kết tủa mịn như TiN, TiC, hoặc Ti oxit, làm suy yếu sự phát triển của các hạt trong khi ủ, và làm suy giảm các đặc tính từ. Do vậy, hàm lượng Ti được thiết lập đến bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn.

Mặt khác, Ti là thành phần mà chắc chắn được chứa, và giới hạn dưới được thiết lập lớn hơn 0%. Khi nỗ lực thiết lập hàm lượng Ti nhỏ hơn 0,0003%, thì chi phí

gia tăng đáng kể, và như vậy hàm lượng Ti tốt hơn là được thiết lập đến bằng 0,0003% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0005% hoặc lớn hơn.

Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế về cơ bản bao gồm các thành phần nêu trên cùng với phần còn lại gồm Fe và các tạp chất. Tuy nhiên, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế có thể chứa, ngoài các thành phần nêu trên, các thành phần như niken (Ni), crom (Cr), đồng (Cu), và molybden (Mo). Khi các thành phần nêu trên được chứa ở lượng bằng 0,50% hoặc nhỏ hơn, tác dụng của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế không bị suy giảm. Ngoài ra, để thúc đẩy sự phát triển hạt trong quá trình ủ sau cùng của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thể chứa canxi (Ca), Magie (Mg), lanthan (La), xeri (Ce), praseodym (Pr), và neodym (Nd) ở khoảng 100ppm (0,0100%) hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thể chứa, ngoài các thành phần nêu trên, các thành phần như chì (Pb), bismut (Bi), vanadi (V), arsen (As), và bo (B). Khi các thành phần nêu trên được chứa trong khoảng từ 0,0001% đến 0,0050%, tác dụng của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế không bị suy giảm.

[Si - 0,5 x Mn: 2,0% hoặc lớn hơn]

Ở tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, một khi các lượng của các thành phần tương ứng được điều chỉnh như nêu trên, cần điều chỉnh hàm lượng Si và hàm lượng Mn để thỏa mãn mối tương quan định trước.

Ngoài ra, Si là thành phần thúc đẩy sự hình thành pha ferit (tức là, thành phần tạo ferit), và mặt khác, Mn mà là thành phần hợp kim là thành phần thúc đẩy sự hình thành pha austenit (tức là, thành phần tạo austenit). Do vậy, cấu trúc kim loại của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng thay đổi phụ thuộc vào các lượng tương ứng của Si và Mn, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng trở thành hệ hợp kim có điểm chuyển hóa hoặc trở thành hệ hợp kim không có điểm chuyển hóa. Trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, điều cần thiết là gia tăng thích hợp đường kính hạt trung bình trong nền 11, và quy trình chế tạo tấm thép kỹ

thuật điện không định hướng dưới dạng hệ hợp kim không có điểm chuyển hóa là phương pháp hữu hiệu để gia tăng đường kính hạt. Do vậy, các lượng tương ứng của Si và Mn tốt hơn là thỏa mãn mối tương quan định trước sao cho tấm thép kỹ thuật điện không định hướng trở thành hệ hợp kim không có điểm chuyển hóa.

Theo các nghiên cứu của tác giả sáng chế, khả năng thúc đẩy sự hình thành pha austenit (nói cách khác, tác dụng phủ định khả năng thúc đẩy sự hình thành pha ferit) của Mn được cho là gấp khoảng 0,5 lần khả năng thúc đẩy sự hình thành pha ferit của Si. Do vậy, mức tương đương của khả năng thúc đẩy sự hình thành pha ferit trong phương án của sáng chế có thể được biểu hiện dưới dạng “Si - 0,5 x Mn” dựa trên hàm lượng Si.

Trong trường hợp ở đó giá trị của Si - 0,5 x Mn nhỏ hơn 2,0%, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng trở thành hệ hợp kim có điểm chuyển hóa. Kết quả là, trong suốt quá trình xử lý ở nhiệt độ cao trong quy trình chế tạo, cấu trúc kim loại của tấm thép không trở thành pha ferit đơn, và có vấn đề là các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thể bị suy giảm. Do vậy, điều cần thiết là giá trị của Si - 0,5 x Mn được thiết lập bằng 2,0% hoặc lớn hơn và tốt hơn là bằng 2,1% hoặc lớn hơn.

Trong khi đó, giá trị giới hạn trên của Si - 0,5 x Mn không bị điều chỉnh cụ thể, nhưng giá trị của Si - 0,5 x Mn không vượt quá 3,5% do các khoảng giá trị của hàm lượng Si và hàm lượng Mn trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế. Do vậy, giá trị giới hạn trên của Si - 0,5 x Mn về cơ bản là 3,5%.

Như vậy, thành phần hóa học của nền trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế đã được mô tả chi tiết.

Trong trường hợp ở đó thành phần hóa học của nền trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng được đo sau đó, có thể sử dụng nhiều loại phương pháp đo đã biết. Ví dụ, phương pháp trắc phổ phát xạ phóng tia lửa điện hoặc phương pháp phân tích theo phổ phát xạ ánh sáng ICP có thể được sử dụng, trong trường hợp mà C và S được đo chính xác, phương pháp hấp thụ hồng ngoại-đốt cháy có thể được sử dụng, và

trong trường hợp mà O và N được đo chính xác, phương pháp hấp thu hồng ngoại-nóng chảy khí trơ / phương pháp dẫn nhiệt, hoặc phương pháp tương tự có thể được sử dụng một cách thích hợp.

Về tình trạng phân bố oxy trong nền

Tiếp theo, với sự tham khảo FIG. 2, tình trạng phân bố oxy trong nền 11 của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Như được mô tả đơn giản trước đó, khi tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế được sản xuất, quá trình xử lý mà oxy hóa phần lớp bề mặt của tấm thép được tiến hành trong khi ủ sau cùng. Quá trình xử lý oxy hóa trong khi ủ sau cùng được tiến hành bằng cách điều chỉnh điểm sương của môi trường ủ, và như vậy các nguyên tử oxy xâm nhập từ bề mặt của nền 11 đi vào phía bên trong nền 11. Kết quả là, trong phần lớp bề mặt của nền 11 của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế, như được thể hiện ở FIG. 2, các phần oxy hóa lớp bề mặt 11a ở trạng thái trong đó oxy đậm đặc được tạo ra, và phần vật liệu nền 11b mà là phần khác với các phần oxy hóa lớp bề mặt 11a và các phần oxy hóa lớp bề mặt 11a có lượng oxy (hàm lượng O) khác nhau.

Ở đây, nhờ các sự nghiên cứu được tiến hành bởi các tác giả sáng chế dưới các điều kiện ủ sau cùng khác nhau, độ dày t_0 của phần oxy hóa lớp bề mặt 11a được thể hiện ở FIG. 2 là lớn nhất khoảng vài micromet. Ngoài ra, FIG. 2 thể hiện rằng phần đầu của phần oxy hóa lớp bề mặt 11a ở phía phần vật liệu nền 11b là phẳng để thuận tiện cho việc vẽ, nhưng bề mặt biên thực tế giữa phần oxy hóa lớp bề mặt 11a và phần vật liệu nền 11b là không phẳng ở nhiều trường hợp. Do vậy, khi hàm lượng O ở các phần không phải là các phần oxy hóa lớp bề mặt 11a ở nền 11 được tính đến, trong phương án của sáng chế, cần xem xét mức độ không phẳng của bề mặt biên giữa phần oxy hóa lớp bề mặt 11a và phần vật liệu nền 11b, phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của nền 11 đến vị trí $10\mu\text{m}$ theo chiều sâu được loại trừ, và chú ý đến hàm lượng O ở phần còn lại giữa độ dày tấm (phần được biểu hiện bởi độ dày tấm t_0 ở FIG. 2).

Trong nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế, hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm trừ phần lớp bề mặt mà là phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm thép (nền 11) đến vị trí 10 μ m theo chiều sâu là nhỏ hơn 0,0100%. Trong trường hợp mà hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm là bằng 0,0100% hoặc lớn hơn, oxit trong thép bị gia tăng, và các đặc tính từ bị suy giảm, hàm lượng này là không được ưu tiên. Hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm tốt hơn là bằng 0,0080% hoặc nhỏ hơn và có thể là 0%.

Hàm lượng O trong nền 11 nằm trong khoảng từ 0,0110% đến 0,0350% được nêu ở trên là để chỉ hàm lượng O trung bình trong toàn bộ nền 11 theo chiều dày tấm và có hàm lượng O khác nhau ở phần giữa độ dày tấm.

Hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm trừ phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm thép (nền 11) đến vị trí 10 μ m theo chiều sâu như nêu trên cũng có thể được coi là hàm lượng O trong thỏi thép mà có vai trò là cơ bản của nền 11.

Hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm có thể được đo bằng cách sử dụng, ví dụ, nhiều loại phương pháp đo đã biết như phương pháp hấp thụ hồng ngoại-nóng chảy khí trơ / phương pháp dẫn nhiệt sau khi phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm thép (nền 11) đến vị trí 10 μ m theo chiều sâu được loại bỏ bằng cách sử dụng phương pháp đã biết như sự đánh bóng hóa học.

Ngoài ra, khi hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm và hàm lượng O trung bình (lượng oxy trung bình) trong toàn bộ tấm thép theo chiều dày tấm được xác định, có thể tính hàm lượng O ở phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm thép (nền 11) đến vị trí 10 μ m theo chiều sâu (nói cách khác, hàm lượng O ở các phần oxy hóa lớp bề mặt 11a). Chi tiết hơn, hàm lượng O ở các phần oxy hóa bề mặt 11a có thể được tính bằng cách sử dụng phương trình (1) dưới đây với sự tham khảo FIG. 2.

$$O_t = (20 / t) \times O_{10\mu m} + [(t - 20) / t] \times O_b \cdots (1)$$

Ở đây, nghĩa của các ký hiệu tương ứng trong phương trình (1) là như được mô tả dưới đây.

· O_t (% khối lượng): Hàm lượng O trung bình trong toàn bộ tấm thép theo chiều dày tấm

- $O_{10\ \mu m}$ (% khối lượng): Hàm lượng O ở phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm thép (nền) đến vị trí $10\mu m$ theo chiều sâu

- O_b (% khối lượng): Hàm lượng O ở phần trừ phạm vi từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm thép (nền) đến vị trí $10\mu m$ theo chiều sâu

- t (μm): Độ dày của nền

Như vậy, tình trạng phân bố oxy ở nền 11 theo phương án của sáng chế đã được mô tả chi tiết với sự tham khảo FIG. 2.

Về độ dày tấm nền

Độ dày tấm (độ dày t ở FIG. 1 và FIG. 2) của nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế tốt hơn là được thiết lập đến bằng $0,40mm$ hoặc nhỏ hơn để làm giảm mức tổn hao do sắt ở tần số cao bằng cách làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy. Trong khi đó, trong trường hợp mà độ dày tấm t của nền 11 nhỏ hơn $0,10mm$, độ dày tấm là mỏng, và như vậy có khả năng là sự tạo ren của dây chuyền ủ có thể trở nên khó khăn. Do vậy, độ dày tấm t của nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 tốt hơn là được thiết lập đến bằng $0,10mm$ hoặc lớn hơn và bằng $0,40mm$ hoặc nhỏ hơn. Độ dày tấm t của nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 tốt hơn nữa là bằng $0,15mm$ hoặc lớn hơn và bằng $0,35mm$ hoặc nhỏ hơn.

Như vậy, nền 11 trong tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế đã được mô tả chi tiết.

Về lớp phủ cách điện

Tiếp theo, lớp phủ cách điện 13 mà tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế nên có sẽ được mô tả đơn giản.

Để cải thiện các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, mặc dù quan trọng là để làm giảm sự tổn hao do sắt, sự tổn hao do sắt được hình thành bởi sự tổn hao do dòng xoáy và sự tổn hao do trễ. Khi lớp phủ cách điện 13 được tạo ra trên bề mặt của nền 11, nó có thể ngăn chặn sự dẫn điện giữa các tấm thép kỹ thuật điện được cán mỏng làm lõi sắt và làm giảm sự tổn hao do dòng xoáy của lõi sắt, và

như vậy có thể tiếp tục cải thiện các đặc tính từ thực tế của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10.

Ở đây, lớp phủ cách điện 13 mà tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế có không bị giới hạn cụ thể miễn là lớp phủ cách điện có thể được sử dụng làm lớp phủ cách điện cho các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng, và có thể sử dụng các lớp phủ cách điện đã biết. Về lớp phủ cách điện nêu trên, ví dụ, các lớp phủ cách điện hỗn hợp chủ yếu bao gồm chất vô cơ làm thành phần chính và còn bao gồm chất hữu cơ có thể được đề cập. Ở đây, lớp phủ cách điện hỗn hợp là để chỉ lớp phủ cách điện mà gồm có ít nhất là chất vô cơ bất kỳ, ví dụ, muối kim loại của axit cromic, muối kim loại của axit phosphoric, silic oxit dạng keo, hợp chất Zr, hợp chất Ti, hoặc tương tự làm thành phần chính và trong đó các hạt mịn của nhựa hữu cơ được phân tán. Cụ thể, từ quan điểm làm giảm tải cho môi trường trong khi sản xuất, mà ngày càng được quan tâm trong những năm gần đây, các lớp phủ cách điện trong đó muối kim loại của axit phosphoric, chất kết hợp Zr hoặc Ti, hoặc muối carbonat hoặc muối amoni của chúng được sử dụng làm nguyên liệu khởi đầu được ưu tiên sử dụng.

Lượng kết dính của lớp phủ cách điện 13 như nêu trên không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là được thiết lập đến, ví dụ, bằng $0,1\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn và bằng $2,0\text{g/m}^2$ hoặc nhỏ hơn trên một mặt của bề mặt và tốt hơn nữa là được thiết lập đến bằng $0,3\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn và bằng $1,5\text{g/m}^2$ hoặc nhỏ hơn trên một mặt của bề mặt. Khi lớp phủ cách điện 13 được tạo ra đạt được lượng kết dính nêu trên, thì có thể duy trì được sự đồng nhất tuyệt vời. Trong trường hợp mà lượng kết dính của lớp phủ cách điện 13 được đo sau đó, có thể sử dụng nhiều loại phương pháp đo đã biết. Lượng kết dính của lớp phủ cách điện 13 có thể được tính từ, ví dụ, sự chênh lệch về khối lượng trước và sau khi loại bỏ lớp phủ cách điện 13 bằng cách nhúng tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 có lớp phủ cách điện 13 được tạo ra trong dung dịch kiềm nhiệt để chỉ loại bỏ lớp phủ cách điện 13.

Về phương pháp đo các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng

Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế có

cấu trúc nêu trên và như vậy biểu hiện các đặc tính từ tuyệt vời. Ở đây, các đặc tính từ khác nhau được biểu hiện bởi tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế có thể được đo trên cơ sở phương pháp Epstein được quy định trong JIS C2550 hoặc phương pháp đo các đặc tính từ của tấm đơn (thiết bị thử nghiệm tấm đơn: SST) được quy định trong JIS C2556.

Như vậy, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế đã được mô tả chi tiết với sự tham khảo FIG. 1 và FIG. 2.

Về phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng

Tiếp theo, phương pháp ưu tiên sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế như nêu trên sẽ được mô tả đơn giản với sự tham khảo FIG. 3.

FIG. 3 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về lưu đồ của phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế.

Trong phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế, bước cán nóng, bước ủ tấm được cán nóng, bước tẩy gỉ, bước cán nguội, và bước ủ sau cùng liên tục được thực hiện trên thỏi thép có thành phần hóa học định trước như nêu trên. Ngoài ra, trong trường hợp ở đó lớp phủ cách điện 13 được tạo ra trên bề mặt của nền 11, lớp phủ cách điện được tạo ra sau quá trình ủ sau cùng. Sau đây, các bước riêng biệt được tiến hành trong phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Bước cán nóng

Trong phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, trước tiên, thỏi thép (tấm) trong đó các thành phần được tính theo % khối lượng là C: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Si: 3,0% đến 4,0%, Mn: 1,0% đến 3,3%, P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%, S: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, sol. Al: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, N: lớn hơn 0% và bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, O: nhỏ hơn 0,0100%, Sn: 0% đến 0,050%, Sb: 0% đến 0,050%, Ti: lớn hơn 0% và bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại

gồm Fe và các tạp chất và Sn + Sb là bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn, và Si - 0,5 x Mn là bằng 2,0% hoặc lớn hơn được nung, và thỏi thép đã nung được cán nóng, bằng cách đó thu được tấm thép được cán nóng (bước S101). Mặc dù nhiệt độ nung của thỏi thép mà được đem đi cán nóng không bị điều chỉnh cụ thể, ví dụ, tốt hơn là được thiết lập nằm trong khoảng từ 1050°C đến 1300°C. Nhiệt độ nung của thỏi thép tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1050°C đến 1250°C.

Ngoài ra, mặc dù độ dày tấm của tấm thép được cán nóng sau bước sự cán nóng không bị điều chỉnh cụ thể, ví dụ, tốt hơn là được thiết lập đến khoảng từ 1,6mm đến 3,5mm xét về độ dày tấm sau cùng của nền. Bước cán nóng tốt hơn là được kết thúc trong khi nhiệt độ của tấm thép nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C. Nhiệt độ kết thúc sự cán nóng tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 750°C đến 950°C.

Bước ủ tấm được cán nóng

Sau khi cán nóng, bước ủ tấm được cán nóng (ủ đối với tấm thép được cán nóng) được tiến hành (bước S103). Trong trường hợp ủ liên tục, đối với tấm thép được cán nóng, ví dụ, bước ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750°C đến 1200°C bao gồm sự ngâm trong 10 giây đến 10 phút được thực hiện. Ngoài ra, trong trường hợp ủ hộp, đối với tấm thép được cán nóng, ví dụ, ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650°C đến 950°C bao gồm sự ngâm trong 30 phút đến 24 giờ được thực hiện.

Bước tẩy gỉ

Sau bước ủ tấm được cán nóng, bước tẩy gỉ được tiến hành (bước S105). Do vậy, lớp xỉ chứa oxit làm thành phần chính mà được tạo ra trên bề mặt của tấm thép trong quá trình ủ tấm được cán nóng được loại bỏ. Trong trường hợp mà tấm được cán nóng được xử lý bằng cách ủ hộp, bước tẩy gỉ tốt hơn là được tiến hành trước khi ủ tấm được cán nóng xét về đặc tính làm sạch gỉ.

Bước cán nguội

Sau bước tẩy gỉ (cũng sau bước ủ tấm được cán nóng trong trường hợp mà quá trình ủ tấm được cán nóng được tiến hành bằng cách ủ hộp), trên tấm thép được cán nóng, bước cán nguội được tiến hành (bước S107). Trong bước cán nguội, tấm được tẩy gỉ mà gỉ đã được loại bỏ khỏi đó được cán ở sự giảm tốc độ cán mà độ dày tấm sau

cùng của nền nằm trong khoảng từ 0,10mm đến 0,40mm.

Bước ủ sau cùng

Sau bước cán nguội, đối với tấm thép được cán nguội thu được bởi bước cán nguội, bước ủ sau cùng được tiến hành (bước S109). Trong bước ủ sau cùng, các điều kiện ủ sau cùng được điều chỉnh sao cho hàm lượng O trung bình trong toàn bộ tấm thép được cán nguội theo chiều dày tấm nằm trong khoảng từ 0,0110% khối lượng đến 0,0350% khối lượng sau bước ủ sau cùng. Do vậy, bước ủ sau cùng bao gồm quá trình tăng nhiệt độ, quá trình ngâm, và quá trình làm nguội, và, trong bước ủ sau cùng của phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, cần phải điều khiển các quá trình tương ứng.

Cụ thể, trong quá trình tăng nhiệt độ, tốc độ tăng nhiệt độ trung bình tốt hơn là được thiết lập từ 1°C/giây đến 2000°C/giây. Ngoài ra, môi trường trong lò nung trong khi tăng nhiệt độ tốt hơn là được thiết lập là môi trường hỗn hợp của H_2 và N_2 (tức là, $H_2 + N_2 = 100\%$ thể tích) trong đó phần H_2 chiếm từ 10% thể tích đến 100% thể tích, và điểm sương của môi trường tốt hơn là được thiết lập nằm trong khoảng từ -10°C đến 40°C. Tốc độ tăng nhiệt độ trung bình tốt hơn nữa là từ 5°C/giây đến 1500°C/giây, và phần H_2 trong môi trường tốt hơn nữa là chiếm từ 15% thể tích đến 90% thể tích, và điểm sương của môi trường tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ -5°C đến 35°C và vẫn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0°C đến 30°C.

Trong phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, quá trình tăng nhiệt độ trong bước ủ sau cùng là sự gia nhiệt nhanh. Khi sự gia nhiệt trong quá trình tăng nhiệt độ được tiến hành nhanh chóng, kết cấu tái kết tinh có lợi cho các đặc tính từ được tạo ra trong nền 11. Trong trường hợp ở đó quá trình tăng nhiệt độ trong bước ủ sau cùng là sự gia nhiệt nhanh, trong phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, bước ủ sau cùng tốt hơn là được tiến hành bằng cách ủ liên tục. Tốc độ gia nhiệt trung bình nêu trên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng sự gia nhiệt trực tiếp hoặc sự gia nhiệt gián tiếp trong đó ống bức xạ được sử dụng hoặc bằng cách sử dụng phương pháp gia nhiệt đã biết khác như gia nhiệt kích thích hoặc gia nhiệt cảm ứng trong trường hợp gia nhiệt bằng sự đốt cháy khí.

Trong quá trình ngâm sau quá trình tăng nhiệt độ, tốt hơn là nhiệt độ ngâm được thiết lập nằm trong khoảng từ 700°C đến 1100°C, thời gian ngâm được thiết lập ở 1 giây đến 300 giây, môi trường được thiết lập ở môi trường hỗn hợp của H_2 và N_2 (tức là, $H_2 + N_2 = 100\%$ thể tích) trong đó phần H_2 chiếm từ 10% thể tích đến 100% thể tích, và điểm sương của môi trường được thiết lập nằm trong khoảng từ -10°C đến 40°C. Nhiệt độ ngâm tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 750°C đến 1050°C, và phần H_2 trong môi trường tốt hơn nữa là chiếm từ 15% thể tích đến 90% thể tích, và điểm sương của môi trường tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ -10°C đến 30°C và vẫn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ -5°C đến 20°C.

Trong quá trình làm nguội sau quá trình ngâm, tấm thép được cán nguội tốt hơn là được làm nguội đến nhiệt độ 200°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội trung bình từ 1°C/giây đến 50°C/giây. Tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn nữa là từ 5°C/giây đến 30°C/giây.

Theo phương pháp sản xuất bao gồm các quy trình tương ứng nêu trên, có thể tạo ra tấm thép kỹ thuật điện không định hướng 10 theo phương án của sáng chế.

Bước tạo lớp phủ cách điện

Sau bước ủ sau cùng, bước tạo lớp phủ cách điện được tiến hành nếu cần (bước S111). Ở đây, bước tạo lớp phủ cách điện không bị giới hạn cụ thể, và sự phủ và làm khô chất lỏng xử lý có thể được tiến hành bằng phương pháp đã biết bằng cách sử dụng lớp chất lỏng xử lý phủ cách điện đã biết như nêu trên.

Trên bề mặt của nền 11 trên đó lớp phủ cách điện được tạo ra, quá trình xử lý sơ bộ tùy ý như sự tẩy nhờn bằng cách sử dụng chất kiềm hoặc chất tương tự hoặc quá trình xử lý tẩy gỉ bằng cách sử dụng axit clohydric, axit sulfuric, axit phosphoric, hoặc chất tương tự có thể được tiến hành trước khi phủ chất lỏng xử lý. Sự phủ và làm khô chất lỏng xử lý có thể được tiến hành trên bề mặt mà đã được đem đi ủ sau cùng mà không cần tiến hành quá trình xử lý sơ bộ.

Như vậy, phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế đã được mô tả chi tiết với sự tham khảo FIG. 3.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, tấm thép kỹ thuật điện không định hướng và phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo sáng chế sẽ được mô tả cụ thể trong khi trình bày các ví dụ. Các ví dụ được đề cập dưới đây đơn giản là các mẫu của tấm thép kỹ thuật điện không định hướng và phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo phương án của sáng chế, và tấm thép kỹ thuật điện không định hướng và phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện không định hướng theo sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ dưới đây.

Ví dụ thử nghiệm 1

Các tấm thép chứa thành phần được thể hiện trong bảng 1 dưới đây với phần còn lại gồm Fe và các tạp chất được nung đến nhiệt độ 1150°C và sau đó được cán đến độ dày 2,0mm bằng cách cán nóng. Tiếp theo, các tấm thép đã cán nóng được ủ ở nhiệt độ ngâm 1000°C trong thời gian ngâm 40 giây trong lò ủ kiểu ủ liên tục và sau đó được cán nguội, bằng cách đó tạo ra các tấm thép được cán nguội có độ dày 0,25mm. Đối với các tấm thép được cán nguội này, bước ủ sau cùng được tiến hành ở nhiệt độ ngâm 1000°C trong thời gian ngâm 15 giây. Hơn nữa, sau đó, dung dịch chứa muối kim loại của axit phosphoric làm thành phần chính và chứa nhũ tương của nhựa acrylic được phủ và được sấy khô cho cả hai bề mặt của các tấm thép để tạo ra các lớp phủ cách điện hỗn hợp, bằng cách đó chế tạo ra các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.

Trong khi ủ sau cùng, đối với toàn bộ các thử nghiệm số, các môi trường của quá trình tăng nhiệt độ và quá trình ngâm được điều chỉnh để trở thành môi trường gồm 20% thể tích H₂ và 80% thể tích N₂. Ngoài ra, các điểm sương là -30°C cho thử nghiệm số 1, +5°C cho thử nghiệm số 2, +15°C cho thử nghiệm số 3, +45°C cho thử nghiệm số 4, +15°C cho thử nghiệm số 5, -15°C cho thử nghiệm số 6, và +45°C cho thử nghiệm số 7. Ngoài ra, tốc độ tăng nhiệt độ trung bình trong quá trình tăng nhiệt độ trong khi ủ sau cùng được thiết lập đến 200°C/giây, và tốc độ làm nguội trung bình trong quá trình làm nguội được thiết lập đến 20°C/giây. Sau khi ủ sau cùng, các tấm thép được cán nguội được làm nguội đến nhiệt độ 200°C hoặc thấp hơn.

Trong bảng 1, “Tr.” biểu thị rằng thành phần tương ứng không được bổ sung có chủ đích. Ngoài ra, các đường gạch dưới biểu thị rằng các giá trị đó không nằm trong phạm vi của sáng chế.

Sau đó, đối với các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng đã được tạo ra tương ứng, mật độ từ thông B_{50} và mức tổn hao do sắt $W_{10/400}$ được đánh giá bằng cách sử dụng phương pháp Epstein được quy định trong JIS C2550. Các kết quả thu được được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Thứ nghiệm số	Thành phần của thép tấm (% khối lượng)													Hàm lượng O sau quá trình ủ sau cùng (% khối lượng)		$W_{10/400}$ (W/kg)	B_{50LC} (T)	Lưu ý
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	O	Sn	Sb	Ti	Sn+Sb	Si-0,5 × Mn	Sau khi loại bỏ 10µm từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau	Tổng độ dày tấm			
1	0,0026	3,6	1,8	0,008	0,0020	0,0012	0,0015	0,0032	0,020	Tr.	0,0012	0,020	2,7	0,0033	<u>0,0039</u>	11,8	1,65	Ví dụ so sánh
2														0,0034	0,0120	11,1	1,65	Ví dụ sánh chế
3														0,0032	0,0215	10,9	1,65	Ví dụ sánh chế
4														0,0032	<u>0,0432</u>	12,1	1,63	Ví dụ so sánh
5	0,0025	3,6	1,8	0,007	0,0020	0,0013	0,0014	<u>0,0120</u>	0,021	Tr.	0,0012	0,021	2,7	<u>0,0120</u>	0,0220	12,0	1,63	Ví dụ so sánh
6	0,0023	3,4	2,6	0,008	0,0023	0,0010	0,0016	0,0035	0,025	Tr.	0,0011	0,025	2,1	0,0035	0,0115	11,2	1,64	Ví dụ sánh chế
7														0,0035	<u>0,0385</u>	12,2	1,62	Ví dụ so sánh

Từ bảng 1 thấy rằng, thử nghiệm số 1 trong đó hàm lượng O sau bước ủ sau cùng là thấp hơn khoảng giá trị của sáng chế, thử nghiệm số 4 và thử nghiệm số 7 trong đó các hàm lượng O sau bước ủ sau cùng là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế, và thử nghiệm số 5 trong đó hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế có mức tổn hao do sắt và/hoặc mật độ từ thông là kém. Mặt khác, thử nghiệm số 2, thử nghiệm số 3, và thử nghiệm số 6 trong đó các hàm lượng O ở các tấm thép sau khi ủ sau cùng nằm trong khoảng giá trị của sáng chế có cả mức tổn hao do sắt và mật độ từ thông tuyệt vời.

Ví dụ thử nghiệm 2

Các tấm thép chứa thành phần được thể hiện trong bảng 2 với phần còn lại gồm Fe và các tạp chất được nung đến nhiệt độ 1150°C và sau đó được cán đến độ dày 2,0mm bằng cách cán nóng. Tiếp theo, các tấm thép đã cán nóng được ủ trong lò ủ kiểu ủ liên tục dưới các điều kiện trong đó nhiệt độ ngâm là 1000°C và thời gian ngâm là 40 giây và sau đó được cán nguội, bằng cách đó thu được các tấm thép được cán nguội có độ dày 0,25mm. Tiếp theo, đối với các tấm thép được cán nguội này, bước ủ sau cùng được tiến hành dưới các điều kiện trong đó nhiệt độ ngâm là 1000°C và thời gian ngâm là 15 giây. Hơn nữa, sau đó, dung dịch chứa muối kim loại của axit phosphoric làm thành phần chính và chứa nhũ tương của nhựa acrylic được phủ và được sấy khô cho cả hai bề mặt của các tấm thép để tạo ra các lớp phủ cách điện hỗn hợp, bằng cách đó chế tạo ra các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.

Trong khi ủ sau cùng, đối với tất cả các thử nghiệm số, các điều kiện môi trường được chọn trong suốt quá trình tăng nhiệt độ và quá trình ngâm được điều chỉnh để trở thành môi trường gồm 20% thể tích H₂ và 80% thể tích N₂. Điểm sương là +10°C. Ngoài ra, tốc độ tăng nhiệt độ trung bình trong quá trình tăng nhiệt độ trong khi ủ sau cùng được thiết lập đến 30°C/giây, và tốc độ làm nguội trung bình trong quá trình làm nguội được thiết lập đến 20°C/giây. Sau bước ủ sau cùng, các tấm thép được cán nguội được làm nguội đến nhiệt độ bằng 200°C hoặc thấp hơn.

Trong bảng 2, “Tr.” biểu thị rằng thành phần tương ứng không được bổ sung có chủ đích. Ngoài ra, các đường gạch dưới biểu thị rằng các giá trị đó không nằm

trong phạm vi của sáng chế.

Sau đó, đối với các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng đã được tạo ra tương ứng, mật độ từ thông B_{50} và mức tổn hao do sắt $W_{10/400}$ được đánh giá bằng cách sử dụng phương pháp Epstein được quy định trong JIS C2550. Các kết quả thu được cũng được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2

Thứ nghiệm số	Thành phần của thép tấm (% khối lượng)												Hàm lượng O sau quá trình ủ sau cùng (% khối lượng)		W _{10/400} (W/kg)	B _{500C} (T)	Lưu ý
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	O	Sn	Sb	Ti	Sn+Sb	Si-0,5 × Mn	Sau khi loại bỏ 10µm từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau	Tổng độ dày tấm		
8	0,0026	<u>4,2</u>	2,6	0,008	0,0018	0,0010	0,0015	0,0029	Tr.	Tr.	0,0014	Tr.	2,9	-	-	-	Ví dụ so sánh
9	0,0026	3,8	2,6	0,008	0,0018	0,0011	0,0015	0,0028	Tr.	Tr.	0,0015	Tr.	2,5	0,0029	0,0186	1,63	Ví dụ sáng chế
10	0,0027	3,8	2,6	0,008	0,0019	0,0012	0,0018	0,0028	0,023	Tr.	0,0015	0,023	2,5	0,0029	0,0176	1,64	Ví dụ sáng chế
11	0,0026	3,8	2,6	0,008	0,0017	0,0011	0,0016	0,0029	<u>0,082</u>	Tr.	0,0014	<u>0,082</u>	2,5	-	-	-	Ví dụ so sánh
12	0,0027	3,8	2,6	0,008	0,0019	0,0013	0,0018	0,0025	0,045	0,0043	0,0014	<u>0,088</u>	2,5	-	-	-	Ví dụ so sánh
13	0,0027	3,8	2,6	0,008	0,0018	0,0009	0,0016	0,0028	0,013	0,0080	0,0015	0,021	2,5	0,0028	0,0171	1,63	Ví dụ sáng chế
14	0,0026	3,8	2,6	<u>0,055</u>	0,0017	0,0012	0,0015	0,0025	0,013	Tr.	0,0014	0,013	2,5	-	-	-	Ví dụ so sánh
15	0,0025	3,8	2,6	0,008	0,0018	<u>0,0056</u>	0,0018	0,0028	0,010	Tr.	0,0015	0,010	2,5	0,0027	0,0180	1,62	Ví dụ so sánh
16	0,0026	3,8	2,6	0,008	0,0008	0,0011	0,0018	0,0025	0,013	Tr.	0,0012	0,013	2,5	0,0028	0,0182	1,63	Ví dụ sáng chế
17	0,0025	3,3	1,6	0,007	0,0015	0,0009	0,0012	0,0028	0,028	Tr.	0,0010	0,028	2,5	0,0027	0,0135	1,66	Ví dụ sáng chế
18	0,0024	3,3	<u>0,8</u>	0,007	0,0014	0,0010	0,0012	0,0026	0,030	Tr.	0,0011	0,030	2,9	0,0026	0,0130	1,66	Ví dụ so sánh
19	0,0026	3,3	1,6	0,007	0,0015	0,0008	0,0013	0,0026	0,028	Tr.	<u>0,0105</u>	0,028	2,5	0,0026	0,0130	1,62	Ví dụ so sánh

Về thử nghiệm số 8 trong đó hàm lượng Si là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế, thử nghiệm số 11 trong đó hàm lượng Sn là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế, thử nghiệm số 12 trong đó lượng Sn + Sb là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế, và thử nghiệm số 14 trong đó hàm lượng P là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế thì mẫu nứt gãy trong khi cán nguội, và như vậy quá trình đo từ tính không thể thực hiện được. Thử nghiệm số 15 trong đó lượng sol. Al là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế và thử nghiệm số 19 trong đó hàm lượng Ti là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế có mức tổn hao do sắt và mật độ từ thông là kém. Thử nghiệm số 18 trong đó hàm lượng Mn là thấp hơn khoảng giá trị của sáng chế có mức tổn hao do sắt là kém. Mặt khác, ở các thử nghiệm số 9, 10, 13, 16, và 17 trong đó các thành phần hóa học của các tấm thép nằm trong phạm vi của sáng chế, có thể thực hiện được sự cán nguội, và các mức tổn hao do sắt và các mật độ từ thông là tuyệt vời.

Ví dụ thử nghiệm 3

Các tấm thép chứa thành phần được thể hiện trong bảng 3 dưới đây với phần còn lại gồm Fe và các tạp chất được nung đến nhiệt độ 1150°C và sau đó được cán đến độ dày 2,0mm bằng cách cán nóng. Tiếp theo, các tấm thép đã cán nóng được ủ trong lò ủ kiểu ủ liên tục dưới các điều kiện trong đó nhiệt độ ngâm là 1000°C và thời gian ngâm là 40 giây và sau đó được cán nguội, bằng cách đó thu được các tấm thép được cán nguội có độ dày 0,25mm. Tiếp theo, đối với các tấm thép được cán nguội này, bước ủ sau cùng được tiến hành dưới các điều kiện trong đó nhiệt độ ngâm là 800°C và thời gian ngâm là 15 giây. Sau đó, dung dịch chứa muối kim loại của axit phosphoric làm thành phần chính và chứa nhũ tương của nhựa acrylic được phủ tiếp và được sấy khô cho cả hai bề mặt của các tấm thép để tạo ra các lớp phủ cách điện hỗn hợp, bằng cách đó chế tạo ra các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng. Tiếp theo, đối với các tấm thép thu được, bước ủ để giảm ứng suất có nhiệt độ 750°C trong 2 giờ được thực hiện.

Ở đây, trong khi ủ sau cùng, đối với tất cả các thử nghiệm số, các môi trường của quá trình tăng nhiệt độ và quá trình ngâm được điều chỉnh để trở thành môi trường

gồm 15% thể tích H_2 và 85% thể tích N_2 . Điểm sương là $+10^\circ C$. Ngoài ra, tốc độ tăng nhiệt độ trung bình trong quá trình tăng nhiệt độ trong khi ủ sau cùng được thiết lập đến $20^\circ C$ /giây, và tốc độ làm nguội trung bình trong quá trình làm nguội được thiết lập đến $15^\circ C$ /giây. Sau bước ủ sau cùng, các tấm thép được cán nguội được làm nguội đến nhiệt độ bằng $200^\circ C$ hoặc thấp hơn.

Trong bảng 3, “Tr.” biểu thị rằng thành phần tương ứng không được bổ sung có chủ đích. Ngoài ra, các đường gạch dưới biểu thị rằng các giá trị đó không nằm trong phạm vi của sáng chế.

Sau đó, đối với các tấm thép kỹ thuật điện không định hướng đã được tạo ra tương ứng, mật độ từ thông B_{50} và mức tổn hao do sắt $W_{10/400}$ được đánh giá bằng cách sử dụng phương pháp Epstein được quy định trong JIS C2550. Các kết quả thu được được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3

Thứ nghịên số	Thành phần của thép tấm (% khối lượng)													Hàm lượng O sau quá trình ủ sau cùng (% khối lượng)		W _{10/400} (W/kg)	B _{50LC} (T)	Lưu ý
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	O	Sn	Sb	Ti	Sn+Sb	Si-0,5 × Mn	Sau khi loại bỏ 10µm từ bề mặt phía trước và bề mặt phía sau	Tổng độ dày tấm			
20	0,0027	3,6	2,7	0,008	0,0023	0,0012	0,0016	0,0025	0,016	Tr.	0,0019	0,016	2,3	0,0027	0,0235	9,4	1,64	Ví dụ sáng chế
21	0,0025	3,4	3,2	0,007	0,0023	0,0010	0,0015	0,0029	0,015	Tr.	0,0020	0,013	1,8	0,0029	0,0250	11,6	1,62	Ví dụ so sánh
22	0,0026	3,6	2,7	0,008	0,0008	0,0013	0,0016	0,0026	0,015	Tr.	0,0021	0,015	2,3	0,0027	0,0232	9,2	1,64	Ví dụ sáng chế
23	0,0026	3,6	2,7	0,008	<u>0,0100</u>	0,0011	0,0017	0,0025	0,016	Tr.	0,0021	0,016	2,3	0,0026	0,0228	11,8	1,62	Ví dụ so sánh
24	0,0023	3,8	1,5	0,007	0,0019	0,0008	0,0012	0,0033	0,025	Tr.	0,0012	0,025	3,1	0,0033	0,0153	9,6	1,65	Ví dụ sáng chế

Trước tiên, các đặc tính từ của các thử nghiệm số riêng biệt của ví dụ thử nghiệm 3 trong đó bước ủ để giảm ứng suất được tiến hành thường tốt hơn so với các đặc tính từ của các thử nghiệm số tương ứng của ví dụ thử nghiệm 1 và ví dụ thử nghiệm 2 trong đó bước ủ để giảm ứng suất không được thực hiện, và, cụ thể, các thử nghiệm số 20, 22, và 24 trong đó các thành phần hóa học của các tấm thép nằm trong phạm vi của sáng chế có mức tổn hao do sắt và mật độ từ thông là tuyệt vời. Mặt khác, thử nghiệm số 21 trong đó $Si - 0,5 \times Mn$ là thấp hơn khoảng giá trị theo sáng chế có mức tổn hao do sắt và mật độ từ thông là kém. Ngoài ra, thử nghiệm số 23 trong đó hàm lượng S là cao hơn khoảng giá trị của sáng chế có mức tổn hao do sắt và mật độ từ thông kém hơn so với thử nghiệm số 20 hoặc 22 trong đó thành phần gần như là giống nhau ngoại trừ S và nằm trong phạm vi của sáng chế. Như nêu trên, đã thấy rõ rằng tấm thép không định hướng theo sáng chế thể hiện các đặc tính từ tuyệt vời, ngay cả trong trường hợp ở đó bước ủ để giảm ứng suất được thực hiện.

Như vậy, phương án ưu tiên của sáng chế đã được mô tả chi tiết với sự tham khảo các hình vẽ kèm theo, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này. Rõ ràng là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà sáng chế có liên quan đến có thể tiến hành các ví dụ cải biến hoặc các ví dụ hiệu chỉnh khác nhau trong phạm vi khái niệm kỹ thuật trong nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ, và hiển nhiên là các ví dụ này cũng được hiểu là nằm trong phạm vi kỹ thuật của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có khả năng cán nguội tốt và các đặc tính từ tuyệt vời và phương pháp sản xuất tấm thép này, và như vậy sáng chế hoàn toàn có khả năng áp dụng trong công nghiệp.

Mô tả vắn tắt các kí hiệu tham chiếu

- 10 Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng
- 11 Nền
- 11a Phần oxy hóa lớp bề mặt
- 11b Phần vật liệu nền
- 13 Lớp phủ cách điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép kỹ thuật điện không định hướng chứa thành phần hóa học, với lượng tính theo % khối lượng,

C: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%;

Si: từ 3,0% đến 4,0%;

Mn: từ 1,0% đến 3,3%;

P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%;

S: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%;

sol. Al: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0040%;

N: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0040%;

O: từ 0,0110% đến 0,0350%;

Sn: từ 0% đến 0,050%;

Sb: từ 0% đến 0,050%;

Ti: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%; và

phần còn lại bao gồm Fe và tạp chất, trong đó

Sn + Sb: nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%,

Si - 0,5 x Mn: lớn hơn hoặc bằng 2,0%, và

hàm lượng O ở phần giữa độ dày tấm ngoại trừ phần lớp bề mặt mà nằm trong phạm vi từ bề mặt trước và bề mặt sau đến vị trí 10 μ m theo chiều sâu là nhỏ hơn 0,0100%.

và trong đó hàm lượng O từ 0,0110% đến 0,0350% là hàm lượng O trung bình trong toàn bộ nền theo chiều dày tấm, gồm cả phần oxy hóa lớp bề mặt.

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

cán nóng thổi thép chứa thành phần hóa học với lượng tính theo % khối lượng,

C: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%, Si: từ 3,0% đến 4,0%, Mn: từ 1,0% đến 3,3%, P: lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,030%, S: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%, sol. Al: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0040%, N: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0040%, O: nhỏ hơn 0,0100%, Sn: từ 0% đến 0,050%, Sb: từ 0% đến 0,050%, Ti: lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%, và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất, Sn + Sb: nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, Si - 0,5 x Mn: lớn hơn hoặc bằng

2,0% để tạo ra tấm thép cán nóng;

ủ tấm thép cán nóng;

cán nguội tấm thép cán nóng sau khi ủ để tạo ra tấm thép cán nguội; và

ủ sau cùng tấm thép cán nguội, trong đó,

ở bước ủ sau cùng, điều kiện ủ sau cùng được điều chỉnh sao cho hàm lượng O trung bình trong toàn bộ tấm thép cán nguội theo chiều dày tấm sau khi ủ sau cùng nằm trong khoảng từ 0,0110% khối lượng đến 0,0350% khối lượng, và

ở bước ủ sau cùng, điểm sương của môi trường trong khi gia tăng nhiệt độ và trong khi ngâm được điều chỉnh để nằm trong khoảng từ -10°C đến 40°C.

FIG. 1

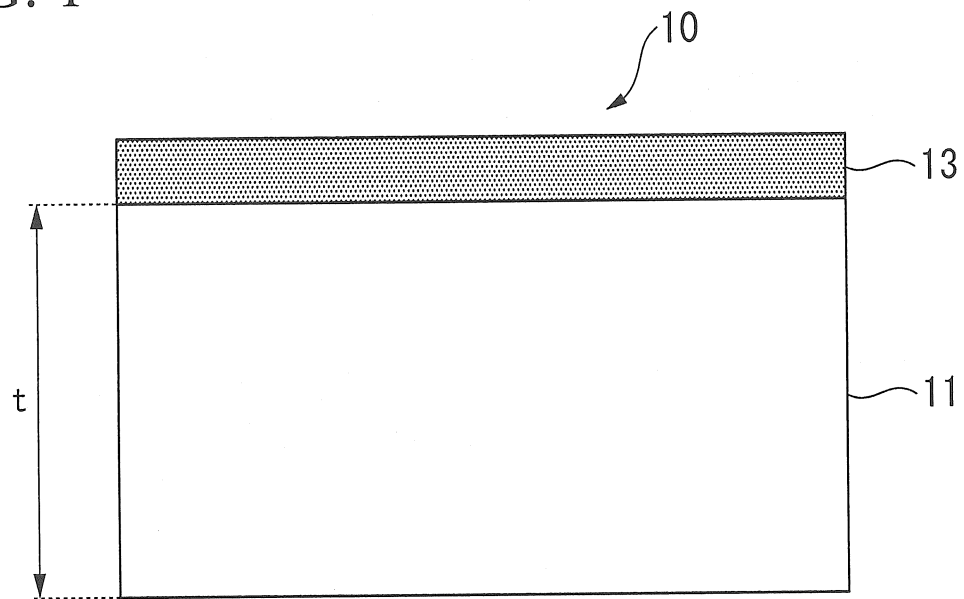


FIG. 2

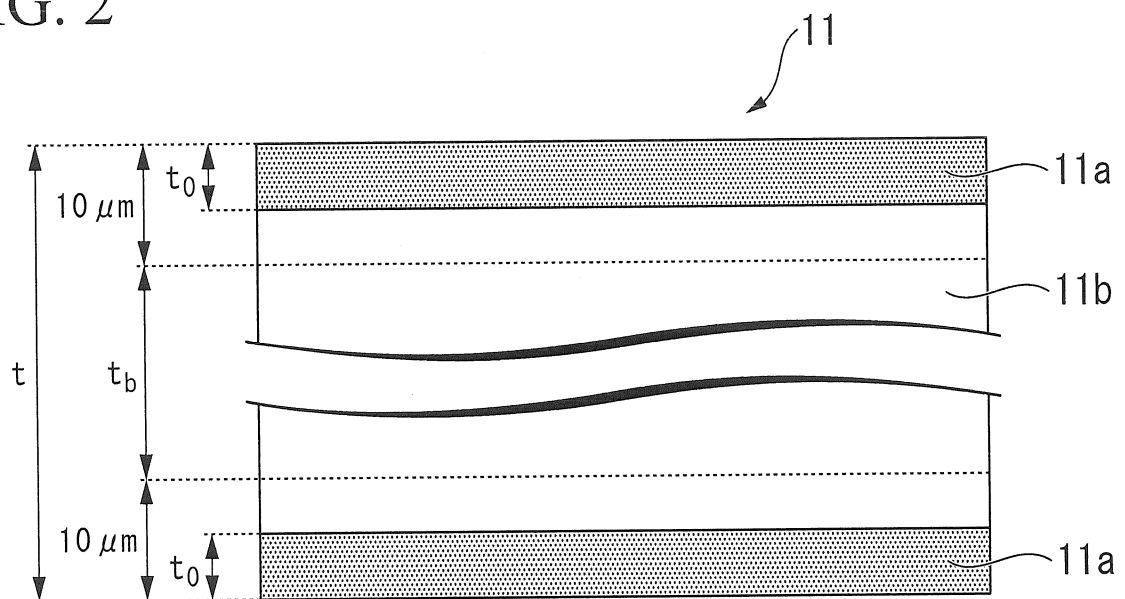


FIG. 3

