



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0040313

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

(21) 1-2019-06700

(22) 02/06/2017

(86) PCT/JP2017/020665 02/06/2017

(87) WO 2018/220837 A1 06/12/2018

(45) 25/06/2024 435

(43) 25/05/2020 386

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) Takeshi KUBOTA (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 ĐIỆN KHÔNG ĐỊNH HƯỚNG

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép điện không định hướng, trong đó có hàm lượng Si (% khối lượng) là [Si], hàm lượng Al (% khối lượng) là [Al] và hàm lượng Mn (% khối lượng) là [Mn], tham số Q được tính theo phương trình " $Q = [Si] + 2[Al] - [Mn]$ " là 2,00 hoặc lớn hơn, tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, hoặc Cd là 40% hoặc lớn hơn trên tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể {100} là 3,0 hoặc cao hơn, độ dày là 0,15mm đến 0,30mm và đường kính hạt tinh thể trung bình là 65μm đến 100μm.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép điện không định hướng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép điện không định hướng được sử dụng cho, ví dụ như lõi sắt của động cơ và tấm thép điện không định hướng cần phải có các đặc tính từ tuyệt vời, ví dụ như tổn hao lõi thấp và mật độ từ thông cao ở tất cả các hướng song song với chính bề mặt tấm đó (đôi khi được nhắc đến ở đây là “tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm”). Mặc dù có nhiều kỹ thuật đã được đề xuất cho đến nay nhưng vẫn khó thu được đủ các đặc tính từ ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm. Ví dụ như, ngay cả nếu có thể thu được đủ các đặc tính từ ở hướng cụ thể nhất định nằm trong bề mặt tấm, thì đôi khi vẫn không thể thu được đủ các đặc tính từ ở các hướng khác.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 3-126845

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2006-124809

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 61-231120

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-197217

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 5-140648

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2008-132534

Tài liệu sáng chế 7: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-323972

Tài liệu sáng chế 8: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 62-240714

Tài liệu sáng chế 9: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-157603

Tài liệu sáng chế 10: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2008-127659

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép điện không định hướng có khả năng đạt được các đặc tính từ tuyệt vời ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm.

Giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu cẩn thận để giải quyết các vấn đề nêu trên. Kết quả là, rõ ràng điều quan trọng là phải thiết lập được thành phần hóa học, độ dày và đường kính hạt tinh thể trung bình một cách chính xác. Cũng nhận thấy rõ rằng để sản xuất tấm thép điện không định hướng đã mô tả ở trên, thì điều quan trọng là phải kiểm soát được phân trăm tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình trong quá trình đúc hoặc hóa rắn nhanh thép nóng chảy tại thời điểm thu được dải thép để cán nguội như là dải thép cán nóng, kiểm soát tỷ lệ khử khi cán nguội và kiểm soát sức căng đường truyền tấm và tốc độ làm mát khi ủ hoàn thiện.

Các tác giả sáng chế còn tiến hành nghiên cứu cẩn thận nhiều lần dựa trên các phát hiện này và do vậy, các tác giả sáng chế đã đưa ra nhiều ví dụ khác nhau để mô tả như sau.

(1)

Tấm thép điện không định hướng khác biệt ở chỗ bao gồm thành phần hóa học theo % khối lượng là, C: 0,0030% hoặc nhỏ hơn; Si: 2,00% đến 4,00%; Al: 0,10% đến 3,00%; Mn: 0,10% đến 2,00%; S: 0,0030% hoặc nhỏ hơn; một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: 0,0015% đến 0,0100% tổng khối lượng; tham số Q được tính theo phương trình 1 với hàm lượng Si (% khối lượng) là [Si], hàm lượng Al (% khối lượng) là [Al] và hàm lượng Mn (% khối lượng) là [Mn]: 2,00 hoặc lớn hơn; Sn: 0,00% đến 0,40%; Cu: 0,0% đến 1,0%; Cr: 0,0% đến 10,0%; và phần còn lại là Fe và tạp chất, trong đó tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, hoặc Cd chiếm 40% hoặc lớn hơn trên tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng; cường độ định hướng tinh thể {100} là 3,0 hoặc cao hơn; độ dày là 0,15mm đến 0,30mm; và đường kính hạt tinh thể trung bình là 65 μ m đến

100 μ m.

$$Q = [\text{Si}] + 2[\text{Al}] - [\text{Mn}] \quad (\text{Phương trình 1})$$

(2)

Tấm thép điện không định hướng theo mô tả ở (1) khác biệt ở thành phần hóa học với Sn: 0,02% đến 0,40% hoặc Cu: 0,1% đến 1,0% là thỏa mãn hoặc cả hai đều thỏa mãn.

(3)

Tấm thép điện không định hướng theo mô tả ở (1) hoặc (2) khác biệt ở thành phần hóa học với Cr: 0,2% đến 10,0% là thỏa mãn.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, do thành phần hóa học, độ dày và đường kính hạt tinh thể trung bình là chính xác, nên có thể thu được các đặc tính từ tuyệt vời ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Ở đây, các phương án theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Thứ nhất, thành phần hóa học của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế và thép nóng chảy được sử dụng để sản xuất tấm thép điện không định hướng sẽ được mô tả. Mặc dù sẽ được mô tả chi tiết sau, nhưng tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế được sản xuất bằng cách đúc thép nóng chảy và cán nóng, hoặc hóa rắn nhanh thép nóng chảy, cán nguội và ủ hoàn thiện và tương tự. Do đó, thành phần hóa học của tấm thép điện không định hướng và thép nóng chảy này không những mang các đặc tính của tấm thép điện không định hướng mà còn giải quyết được các vấn đề xem xét ở trên. Ở phần giải thích sau đây, “%” là đơn vị hàm lượng của mỗi nguyên tố được chứa trong tấm thép điện không định hướng hoặc thép nóng chảy nghĩa là “% khối lượng” trừ khi có lưu ý khác. Tấm thép điện không định hướng theo phương án này có thành phần hóa học là: C: 0,0030% hoặc nhỏ hơn; Si: 2,00% đến 4,00%; Al: 0,10% đến 3,00%; Mn: 0,10% đến 2,00%; S: 0,0030% hoặc nhỏ hơn; một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: 0,0015% đến 0,0100% tổng khối

lượng; tham số Q được tính theo phương trình 1 với hàm lượng Si (% khối lượng) là [Si], hàm lượng Al (% khối lượng) là [Al] và hàm lượng Mn (% khối lượng) là [Mn]: 2,00 hoặc lớn hơn; Sn: 0,00% đến 0,40%; Cu: 0,0% đến 1,0%; Cr: 0,0% đến 10,0%; và phần còn lại là Fe và tạp chất. Về các tạp chất, một phần nằm trong nguyên liệu thô của quặng, sắt vụn hoặc tương tự và một phần nằm trong quy trình sản xuất có thể được lấy làm ví dụ.

$$Q = [\text{Si}] + 2[\text{Al}] - [\text{Mn}] \quad (\text{Phương trình 1})$$

C: 0,0030% hoặc nhỏ hơn

C làm tăng hao tổn lõi và gây hóa già từ. Do đó, tốt hơn là hàm lượng C càng thấp càng tốt. Quan sát thấy rõ hiện tượng này khi hàm lượng C vượt quá 0,0030%. Vì lý do này, hàm lượng C được thiết lập là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Giảm hàm lượng C cũng góp phần cải thiện sự đồng đều các đặc tính từ ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm.

Si: 2,00% đến 4,00%

Si làm tăng điện trở để giảm tổn hao dòng điện xoáy, từ đó giảm hao tổn lõi và Si làm tăng tỷ lệ năng suất, nhờ đó cải thiện khả năng đột dập đối với lõi sắt. Với hàm lượng Si nhỏ hơn 2,00%, thì không thu được đủ các hiệu quả và tác dụng này. Do đó, hàm lượng Si được thiết lập là 2,00% hoặc lớn hơn. Mặt khác, với hàm lượng Si vượt quá 4,00%, có trường hợp mật độ từ thông giảm, khả năng đột dập giảm do độ cứng tăng quá cao và trở nên khó thực hiện cán nguội. Do đó, hàm lượng Si được thiết lập là 4,00% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,10% đến 3,00%

Al làm tăng điện trở để giảm tổn hao dòng điện xoáy, từ đó giảm hao tổn lõi. Al cũng góp phần cải thiện độ lớn tương đối của mật độ từ thông B50 so với mật độ từ thông bão hòa. Ở đây, mật độ từ thông B50 cho biết mật độ từ thông trong từ trường 5000A/m. Khi hàm lượng Al nhỏ hơn 0,10%, thì không thu được đủ các hiệu quả và tác dụng này. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập là 0,10% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Al vượt quá 3,00%, có trường hợp mật độ từ thông giảm và tỷ lệ năng suất giảm do giảm khả năng đột dập. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập là 3,00%

hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,10% đến 2,00%

Mn làm tăng điện trở để giảm tổn hao dòng điện xoáy, từ đó giảm hao tổn lõi. Khi Mn được chứa, thì kết cấu thu được khi tái kết tinh chính có thể là một kết cấu trong đó mặt phẳng của tinh thể song song với bề mặt tấm là mặt phẳng {100} (đôi khi được nhắc đến sau đây là “tinh thể {100}”) được phát triển. Tinh thể {100} là tinh thể thích hợp để cải thiện sự đồng đều các đặc tính từ ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm. Ngoài ra, hàm lượng Mn càng cao, thì nhiệt độ kết tủa MnS càng cao, điều này làm tăng kích cỡ MnS kết tủa. Vì lý do này, khi hàm lượng Mn cao hơn, thì MnS mịn mà có đường kính hạt là khoảng 100nm và ức chế sự tái kết tinh chính và sự phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện trở nên khó kết tủa hơn. Khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 0,10%, thì không thu được đủ các hiệu quả và tác dụng này. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập là 0,10% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Mn vượt quá 2,00%, các hạt tinh thể phát triển không đủ khi ủ hoàn thiện, điều này dẫn đến tăng hao tổn lõi. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập là 2,00% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,0030% hoặc nhỏ hơn

S không phải nguyên tố thiết yếu mà là tạp chất ví dụ như được chứa trong sắt. S ức chế sự tái kết tinh chính và sự phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện do sự kết tủa MnS mịn. Do đó, hàm lượng S tốt hơn là càng thấp càng tốt. Sự tăng hao tổn lõi như trên quan sát được rõ ràng khi hàm lượng S vượt quá 0,0030%. Vì lý do này, hàm lượng S được thiết lập là 0,0030% hoặc nhỏ hơn.

Một nguyên tố hoặc nhiều hơn được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: 0,0015% đến 0,0100% tổng khối lượng

Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd phản ứng với S trong thép nóng chảy trong quá trình đúc hoặc hóa rắn nhanh thép nóng chảy để tạo ra các kết tủa sulphua hoặc các oxysulphua, hoặc cả hai. Sau đây, Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd đôi khi được gọi chung là “các nguyên tố tạo kết tủa thô”. Đường kính hạt của chất kết tủa của nguyên tố tạo kết tủa thô là khoảng 1μm đến 2μm, đường kính này lớn hơn nhiều đường kính hạt (khoảng 100nm) kết tủa mịn của MnS, TiN, AlN, hoặc tương tự. Vì lý do này, các kết tủa mịn này bám chặt vào chất kết tủa của nguyên tố tạo kết tủa

thô, điều này gây khó khăn cho việc ức chế sự tái kết tinh chính và phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện. Khi hàm lượng của các nguyên tố tạo kết tủa thô nhỏ hơn 0,0015% tổng khối lượng, thì không thu được đủ các hiệu quả và tác dụng này. Do đó, hàm lượng của các nguyên tố tạo kết tủa thô được thiết lập là 0,0015% hoặc lớn hơn trên tổng khối lượng. Mặt khác, khi hàm lượng của các nguyên tố tạo kết tủa thô vượt quá 0,0100% tổng khối lượng, thì tổng lượng sulphua hoặc oxysulphua, hoặc cả hai bị vượt quá, điều này làm ức chế sự tái kết tinh chính và phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện. Do đó, hàm lượng của các nguyên tố tạo kết tủa thô được thiết lập là 0,0100% hoặc nhỏ hơn tổng khối lượng.

Thông số Q: 2,00 hoặc lớn hơn

Khi thông số Q được tính theo phương trình 1 nhỏ hơn 2,00, sự biến đổi ferit-auxtenit (sự biến đổi α - γ) có thể xảy ra, dẫn đến phá vỡ các tinh thể cột đã tạo ra một lần do sự biến đổi α - γ và giảm đường kính hạt tinh thể trung bình trong quá trình đúc hoặc hóa rắn nhanh thép nóng chảy. Ngoài ra, sự biến đổi α - γ đôi khi diễn ra khi ủ hoàn thiện. Vì lý do này, khi thông số Q nhỏ hơn 2,00, thì không thể thu được các đặc tính từ mong muốn. Do đó, thông số Q được thiết lập là 2,00 hoặc lớn hơn.

Sn, Cu và Cr không phải các nguyên tố thiết yếu nhưng là các nguyên tố tùy chọn mà có thể được chứa thích hợp, đến lượng định trước là giới hạn, ở tấm thép điện không định hướng.

Sn: 0,00% đến 0,40%, Cu: 0,0% đến 1,0%

Sn và Cu phát triển các tinh thể thích hợp để cải thiện các đặc tính từ khi tái kết tinh tinh cơ bản. Vì lý do này, khi chứa Sn hoặc Cu, hoặc cả hai, thì có khả năng thu được, khi tái kết tinh tinh cơ bản, kết cấu trong đó tinh thể $\{100\}$ phù hợp để cải thiện sự đồng đều các đặc tính từ ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm được phát triển. Sn ngăn sự oxy hóa và nitro hóa bề mặt của tấm thép khi ủ hoàn thiện và ngăn sự thay đổi kích thước ở các hạt tinh thể. Do đó, có thể chứa Sn hoặc Cu, hoặc cả hai. Để thu được đủ các tác dụng và hiệu quả này, tốt hơn là Sn: 0,02% hoặc lớn hơn hoặc Cu: 0,1% hoặc lớn hơn là thỏa mãn hoặc cả hai đều thỏa mãn. Mặt khác, khi Sn vượt quá 0,40%, các tác dụng và hiệu quả trên bị bão hòa, điều này làm tăng chi phí không cần thiết và ngăn cản sự phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện. Do đó, hàm lượng

Sn được thiết lập là 0,40% hoặc nhỏ hơn. Khi hàm lượng Cu vượt quá 1,0%, tấm thép trở nên giòn, dẫn đến khó thực hiện cán nóng và cán nguội và đường truyền tấm trong dây chuyền ủ khi ủ hoàn thiện trở nên khó thực hiện. Do đó, hàm lượng Cu được thiết lập là 1,0% hoặc nhỏ hơn.

Cr: 0,0% đến 10,0%

Cr làm giảm hao tổn lõi cao tần. Sự giảm hao tổn lõi cao tần góp phần vào sự quay tốc độ cao của máy quay và quay tốc độ cao góp phần vào sự giảm kích cỡ và hiệu suất cao của máy quay. Cr làm tăng điện trở để giảm tổn hao dòng điện xoáy, từ đó giảm hao tổn lõi như là hao tổn lõi cao tần. Cr làm giảm độ nhạy ứng suất và cũng góp phần làm giảm đi sự suy yếu các đặc tính từ tương ứng với ứng suất nén đã đưa vào khi hình thành lõi sắt và làm giảm đi sự suy yếu các đặc tính từ tương ứng với ứng suất nén mà đã tác dụng trong khi quay tốc độ cao. Do đó, Cr có thể được chứa. Để thu được đủ các tác dụng và hiệu quả này, tốt hơn là thiết lập Cr: 0,2% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Cr vượt quá 10,0%, mật độ từ thông bị giảm và chi phí tăng lên. Do đó, hàm lượng Cr được thiết lập là 10,0% hoặc nhỏ hơn.

Tiếp theo, sự hình thành S ở tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Ở tấm thép điện không định hướng theo phương án này, tổng khối lượng S được chứa trong các sulphua hoặc các oxysulphua của nguyên tố tạo kết tủa thô chiếm 40% hoặc lớn hơn trên tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng. Như đã mô tả ở trên, nguyên tố tạo kết tủa thô phản ứng với S trong thép nóng chảy trong quá trình đúc hoặc hóa rắn nhanh thép nóng chảy để tạo ra các kết tủa sulphua hoặc các oxysulphua, hoặc cả hai. Do đó, khi tỷ lệ của tổng khối lượng S được chứa trong các sulphua hoặc các oxysulphua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng cao, điều này có nghĩa là lượng vừa đủ nguyên tố tạo kết tủa thô được chứa trong tấm thép điện không định hướng và các kết tủa mịn MnS hoặc tương tự bám chặt hiệu quả vào chất kết tủa của nguyên tố tạo kết tủa thô. Vì lý do này, do tỷ lệ trên ngày càng cao, nên sự tái kết tinh chính và phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện thuận lợi hơn, kết quả là thu được các đặc tính từ tuyệt vời. Ngoài ra, khi tỷ lệ trên nhỏ hơn 40%, thì sự tái kết tinh chính và phát triển của các hạt tinh thể khi ủ hoàn thiện không đủ và

không thể thu được các đặc tính từ tuyệt vời.

Tiếp theo, kết cấu của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Ở tấm thép điện không định hướng theo phương án này, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ là 3,0 hoặc cao hơn. Khi cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ nhỏ hơn 3,0 gây ra sự giảm mật độ từ thông và tăng tổn hao lõi và làm thay đổi các đặc tính từ giữa các hướng song song với bề mặt tấm. Cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ có thể được đo theo phương pháp nhiễu xạ tia X hoặc phương pháp nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược (EBSD). Góc phản xạ hoặc tương tự từ mẫu thử tia X và chùm electron khác nhau đối với mỗi định hướng tinh thể, do vậy cường độ định hướng tinh thể có thể được xác định từ cường độ phản xạ hoặc tương tự của mẫu thử này, dựa trên mẫu thử định hướng ngẫu nhiên.

Tiếp theo, đường kính hạt tinh thể trung bình của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được giải thích. Đường kính hạt tinh thể trung bình của tấm thép điện không định hướng theo phương án này là 65 μm đến 100 μm . Khi đường kính hạt tinh thể trung bình nhỏ hơn 65 μm hoặc khi vượt quá 100 μm , thì hao tổn lõi W10/800 cao. Ở đây, hao tổn lõi W10/800 nghĩa là hao tổn lõi khi mật độ từ thông là 1,0 T và tần số là 800 Hz.

Tiếp theo, độ dày tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được giải thích. Độ dày tấm thép điện không định hướng theo phương án này ví dụ như là, 0,15mm hoặc lớn hơn và 0,30mm hoặc nhỏ hơn. Khi độ dày vượt quá 0,30mm thì không thể thu được hao tổn lõi cao tần tuyệt vời. Do đó, độ dày được thiết lập là 0,30mm hoặc nhỏ hơn. Khi độ dày nhỏ hơn 0,15mm, các đặc tính từ ở bề mặt của tấm thép điện không định hướng có tính ổn định thấp vượt trội hơn các đặc tính từ ở bên trong tấm thép điện không định hướng có tính ổn định cao. Ngoài ra, khi độ dày nhỏ hơn 0,15mm, đường truyền tấm trong dây chuyền ủ khi ủ hoàn thiện trở nên khó thực hiện và số lượng các tấm thép điện không định hướng cần cho lõi sắt có kích cỡ nhất định tăng lên gây ra giảm năng suất và tăng chi phí sản xuất do tăng số giờ làm việc. Do đó, độ dày được thiết lập là 0,15mm hoặc lớn hơn.

Tiếp theo, các đặc tính từ của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được giải thích. Tấm thép điện không định hướng theo phương án này

có thể thể hiện các đặc tính từ với mật độ từ thông B50 là 1,67 T hoặc lớn hơn và hao tổn lõi W10/800 là $30 \times [0,45 + 0,55 \times \{0,5 \times (t/0,20) + 0,5 \times (t/0,20)^2\}]$ W/kg hoặc nhỏ hơn khi độ dày tấm thép điện không định hướng là t (mm) trong từ kế vòng, chẳng hạn.

Trong từ kế vòng, mẫu thử dạng vòng được lấy từ tấm thép điện không định hướng, ví dụ như, mẫu thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ (12,70cm) và đường kính trong là 4in-sơ (10,16cm) được kích thích để tạo ra dòng từ thông qua toàn bộ chu vi của mẫu thử này. Các đặc tính từ thu được bởi từ kế vòng phản ánh cấu trúc ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm.

Tiếp theo, phương pháp thứ nhất sản xuất tấm thép điện không định hướng theo phương án này sẽ được giải thích. Theo phương pháp sản xuất thứ nhất, đúc thép nóng chảy, cán nóng, cán nguội, ủ hoàn thiện và cứ tiếp tục thực hiện như thế.

Khi đúc thép nóng chảy và cán nóng, thép nóng chảy có thành phần hóa học nêu trên được đúc để sản xuất ra thỏi thép như là tấm và thỏi thép này được cán nóng để thu được dải thép trong đó phần trăm cấu trúc tinh thể cán nóng mà là tinh thể dạng cột ở thỏi thép này như là tấm được thiết lập có cấu trúc đúc ban đầu là 80% hoặc lớn hơn ở một phần diện tích và đường kính hạt tinh thể trung bình là 0,1mm hoặc lớn hơn.

Tinh thể dạng cột có kết cấu $\{100\}<0vw>$ được mong chờ là cải thiện sự đồng đều các đặc tính từ của tấm thép điện không định hướng, cụ thể là, các đặc tính từ ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm. Kết cấu $\{100\}<0vw>$ là kết cấu có mặt phẳng của tinh thể song song với bề mặt tấm là mặt phẳng $\{100\}$ và hướng cán của nó nằm trong sự định hướng $<0vw>$ được phát triển (v và w là các con số thực bất kỳ (ngoại trừ trường hợp cả v và w đều là 0)). Khi phần trăm các tinh thể dạng cột nhỏ hơn 80%, thì khó có thể thu được kết cấu trong đó tinh thể $\{100\}$ được phát triển nhờ quá trình ủ hoàn thiện này. Do đó, phần trăm các tinh thể dạng cột được thiết lập là 80% hoặc lớn hơn. Phần trăm các tinh thể dạng cột có thể được định rõ qua quan sát bằng kính hiển vi. Theo phương pháp sản xuất thứ nhất, để thiết lập phần trăm các tinh thể dạng cột đến 80% hoặc lớn hơn, ví dụ như, sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt này và bề mặt còn lại của tấm đúc trong quá trình hóa rắn được thiết lập là 40°C hoặc cao hơn. Sự chênh lệch nhiệt độ này có thể kiểm soát được nhờ cấu trúc làm mát của khuôn, vật

liệu, côn khuôn, dòng khuôn, hoặc tương tự. Khi thép nóng chảy được đúc trong điều kiện có phần trăm các tinh thể dạng cột là 80% hoặc lớn hơn, thì các sulphua hoặc các oxysulphua, hoặc cả hai của Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, hoặc Cd được tạo ra dễ dàng hơn, kết quả là ngăn được sự tạo thành các sulphua mịn như là MnS.

Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép càng nhỏ, thì số lượng các hạt tinh thể càng nhiều và diện tích biên hạt tinh thể càng rộng. Khi tái kết tinh chính khi ủ hoàn thiện, các tinh thể được phát triển từ bên trong hạt tinh thể và từ biên hạt tinh thể này, trong đó tinh thể được phát triển từ bên trong hạt tinh thể là tinh thể $\{100\}$ được mong đợi về các đặc tính từ và ngược lại, tinh thể phát triển từ biên hạt tinh thể là tinh thể không được mong đợi về các đặc tính từ, như là tinh thể $\{111\}<112>$. Do đó, khi đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép lớn hơn, tinh thể $\{100\}$ được mong đợi về các đặc tính từ có nhiều khả năng phát triển khi ủ hoàn thiện và khi đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép là 0,1mm hoặc lớn hơn, cụ thể là, có khả năng thu được các đặc tính từ tuyệt vời. Do đó, đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép được thiết lập là 0,1mm hoặc lớn hơn. Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép có thể điều chỉnh nhờ nhiệt độ ban đầu của quá trình cán nóng, nhiệt độ cuộn và tương tự. Khi nhiệt độ ban đầu được thiết lập là 900°C hoặc nhỏ hơn và nhiệt độ cuộn được thiết lập là 650°C hoặc nhỏ hơn, hạt tinh thể được chứa trong dải thép trở thành hạt tinh thể mà không tái kết tinh chính được và kéo dài theo hướng cán và do đó có thể thu được dải thép mà đường kính hạt tinh thể trung bình của nó là 0,1mm hoặc lớn hơn.

Tốt hơn là nguyên tố tạo kết tủa thô được đặt từ trước ở đáy nồi cuối cùng trước khi đúc trong quy trình luyện thép và thép nóng chảy chứa các nguyên tố khác ngoài nguyên tố tạo kết tủa thô được rót vào trong nồi, nhờ đó tạo ra nguyên tố tạo kết tủa thô hòa tan trong thép nóng chảy. Điều này có thể khiến cho việc phân tán nguyên tố tạo kết tủa thô từ thép nóng chảy khó khăn hơn và ngoài ra, có thể tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng giữa nguyên tố tạo kết tủa thô và S. Nồi cuối cùng trước khi đúc trong quy trình sản xuất thép là, ví dụ như, nồi ngay phía trên thùng trung gian của máy đúc liên tục.

Khi tỷ lệ khử khi cán nguội được thiết lập lớn hơn 90%, thì kết cấu mà ức chế sự cải thiện các đặc tính từ, ví dụ như, kết cấu $\{111\}<112>$ có khả năng phát triển khi

thực hiện ủ hoàn thiện. Do đó, tỷ lệ khử khi cán nguội được thiết lập là 90% hoặc nhỏ hơn. Khi tỷ lệ khử khi cán nguội được thiết lập nhỏ hơn 40%, thì sẽ khó đảm bảo được tính chính xác của độ dày và độ phẳng của tấm thép điện không định hướng trong nhiều trường hợp. Do đó, tỷ lệ khử khi cán nguội tốt hơn là được thiết lập đến 40% hoặc lớn hơn.

Nhờ quá trình ủ hoàn thiện này, sự tái kết tinh chính và sự phát triển của các hạt tinh thể đã xảy ra, nhờ đó làm cho đường kính hạt tinh thể trung bình là 65 μ m đến 100 μ m. Nhờ quá trình ủ hoàn thiện này, có thể thu được kết cấu trong đó tinh thể {100} phù hợp để cải thiện sự đồng đều các đặc tính từ ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm được phát triển. Khi ủ hoàn thiện, ví dụ như, nhiệt độ duy trì được thiết lập là 900°C hoặc cao hơn và 1000°C hoặc nhỏ hơn và thời gian duy trì được thiết lập là 10 giây hoặc nhiều hơn và 60 giây hoặc ít hơn.

Khi sức căng đường truyền tấm khi ủ hoàn thiện được thiết lập lớn hơn 3Mpa, thì biến dạng đàn hồi có tính dị hướng có khả năng duy trì trong tấm thép điện không định hướng. Biến dạng đàn hồi có tính dị hướng làm biến dạng kết cấu, như vậy ngay cả nếu có thể thu được kết cấu trong đó tinh thể {100} được phát triển, thì kết cấu cũng bị biến dạng và tính đồng đều của các đặc tính từ nằm trong bề mặt tấm giảm đi. Do đó, sức căng đường truyền tấm khi ủ hoàn thiện được thiết lập là 3Mpa hoặc nhỏ hơn. Cũng vậy, khi tốc độ làm mát giữa 950°C và 700°C khi ủ hoàn thiện được thiết lập lớn hơn 1°C/giây, biến dạng đàn hồi có tính dị hướng có khả năng duy trì trong tấm thép điện không định hướng. Do đó, tỷ lệ làm mát giữa 950°C và 700°C khi ủ hoàn thiện được thiết lập là 1°C/giây hoặc thấp hơn.

Tấm thép điện không định hướng theo phương án này có thể được sản xuất theo cách đã mô tả ở trên. Cũng có thể là sau khi ủ hoàn thiện, thì màng phủ cách điện được hình thành bằng cách phủ và nung.

Tiếp theo, phương pháp thứ hai sản xuất tấm thép điện không định hướng theo phương án này sẽ được giải thích. Theo phương án sản xuất thứ hai này, thực hiện hóa rắn nhanh thép nóng chảy, cán nguội, ủ hoàn thiện và cứ tiếp tục như thế.

Khi hóa rắn nhanh thép nóng chảy, thép nóng chảy có thành phần hóa học nêu trên được hóa rắn nhanh trên bề mặt thân làm mát động, từ đó thu được dải thép có

phần trăm các tinh thể dạng cột là 80% hoặc lớn hơn ở một phần diện tích và đường kính hạt tinh thể trung bình là 0,1mm hoặc lớn hơn.

Để thiết lập phần trăm các tinh thể dạng cột đến 80% hoặc lớn hơn theo phương pháp sản xuất thứ hai, ví dụ như, nhiệt độ thép nóng chảy khi được rót vào trong bề mặt thân làm mát động được thiết lập cao hơn nhiệt độ hóa rắn 25°C hoặc cao hơn. Cụ thể là, khi nhiệt độ thép nóng chảy được thiết lập cao hơn nhiệt độ hóa rắn 40°C hoặc cao hơn, phần trăm các tinh thể dạng cột có thể được thiết lập gần như 100%. Khi thép nóng chảy được hóa rắn trong điều kiện này trong đó phần trăm các tinh thể dạng cột là 80% hoặc lớn hơn, thì các sulphua hoặc các oxysulphua, hoặc cả hai của Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, hoặc Cd được tạo ra dễ dàng hơn, kết quả là ngăn được sự tạo thành các sulphua mịn như là MnS.

Cũng theo phương pháp sản xuất thứ hai, đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép được thiết lập là 0,1mm hoặc lớn hơn. Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép có thể điều chỉnh được theo nhiệt độ thép nóng chảy khi được rót vào trong bề mặt của thân làm mát, tỷ lệ làm mát ở bề mặt của thân làm mát và tương tự trong quy trình hóa rắn nhanh.

Khi thực hiện hóa rắn nhanh, tốt hơn là nguyên tố tạo kết tủa thô được đặt từ trước ở đáy nồi cuối cùng trước khi đúc trong quy trình luyện thép và thép nóng chảy chứa các nguyên tố khác ngoài nguyên tố tạo kết tủa thô được rót vào trong nồi, nhờ đó tạo ra nguyên tố tạo kết tủa thô hòa tan trong thép nóng chảy. Điều này có thể khiến cho việc phân tán nguyên tố tạo kết tủa thô từ thép nóng chảy khó khăn hơn và ngoài ra, có thể tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng giữa nguyên tố tạo kết tủa thô và S. Nồi cuối cùng trước khi đúc trong quy trình sản xuất thép là, ví dụ như, nồi ngay phía trên thùng trung gian của máy đúc được tạo ra để thực hiện hóa rắn nhanh.

Cán nguội và ủ hoàn thiện có thể được thực hiện ở các điều kiện tương tự các điều kiện ở phương pháp sản xuất thứ nhất.

Tấm thép điện không định hướng theo phương án này có thể được sản xuất theo cách đã mô tả ở trên. Cũng có thể là sau khi ủ hoàn thiện, thì màng phủ cách điện được hình thành bằng cách phủ và nung.

Tấm thép điện không định hướng theo phương án này đã mô tả ở trên thể hiện

các đặc tính tuyệt vời và đồng đều ở tất cả các hướng nằm trong bề mặt tấm và được sử dụng cho lõi sắt của thiết bị điện như là máy quay, máy biến áp loại nhỏ và vừa và linh kiện điện. Ngoài ra, tấm thép điện không định hướng theo phương án này cũng góp phần nâng cao hiệu suất và giảm kích cỡ máy quay.

Các phương án ưu tiên theo sáng chế đã mô tả chi tiết ở trên, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ này. Rõ ràng là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà sáng chế đề cập đến có thể đưa ra nhiều ví dụ cải biên hoặc thay đổi khác nằm trong phạm vi các ý tưởng kỹ thuật được mô tả ở các yêu cầu bảo hộ và hiển nhiên là nên hiểu rằng các ví dụ đó thuộc phạm vi kỹ thuật của sáng chế này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được giải thích cụ thể qua các ví dụ. Các ví dụ thể hiện dưới đây chỉ là các ví dụ về tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế và tấm thép điện không định hướng theo sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ được mô tả sau đây.

Thử nghiệm thứ nhất

Ở thử nghiệm thứ nhất, các thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện ở bảng 1 được đúc để sản xuất các tấm và các tấm được cán nóng để thu được các dải thép. Cột trống ở bảng 1 cho biết rằng hàm lượng nguyên tố của cột đó ít hơn giới hạn phát hiện và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất. Gạch chân ở bảng 1 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Tiếp theo, các dải thép được cán nguội và ủ hoàn thiện để sản xuất ra các tấm thép điện không định hướng khác nhau. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r. Các kết quả được thể hiện ở bảng 2. Gạch chân ở bảng 2 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 1]

Thành phần hóa học (% khối lượng)																	
Ký hiệu thép	C	Si	Al	Mn	S	Mg	Ca	Sr	Ba	Ce	Zn	Cd	Sn	Cu	Cr	Tổng lượng nguyên tố tạo kết tủa thô	Thông số Q
A1	0,0014	<u>1,31</u>	0,54	0,20	0,0022			0,0020								0,0020	2,19
B1	0,0013	2,78	0,90	0,18	0,0020			0,0034								0,0034	4,40
C1	0,0021	2,75	0,88	0,17	0,0019				0,0043							0,0043	4,34
D1	0,0025	2,77	0,89	0,18	0,0023				0,0039							0,0039	4,37
E1	0,0018	2,69	0,94	0,22	0,0024					0,0078						0,0078	4,35
F1	0,0019	2,78	0,90	0,17	0,0016						0,0043					0,0043	4,41
G1	0,0011	2,75	0,88	0,26	<u>0,0035</u>		0,0019									0,0019	4,25
H1	0,0021	2,72	0,89	0,21	0,0020		0,0012									<u>0,0012</u>	4,29
I1	0,0022	2,80	0,94	0,19	0,0018		0,0147									<u>0,0147</u>	4,49
J1	0,0020	<u>1,22</u>	0,89	1,18	0,0027	0,0027										0,0027	<u>1,82</u>
K1	0,0018	2,78	0,94	0,24	0,0022	0,0021										0,0021	4,42
L1	0,0016	2,75	0,87	0,21	0,0019		0,0041									0,0041	4,28
M1	0,0016	2,81	0,90	0,22	0,0021			0,0028								0,0028	4,39
N1	0,0020	2,77	0,89	0,22	0,0018				0,0035							0,0035	4,33
O1	0,0019	2,78	0,91	0,21	0,0017					0,0063						0,0063	4,39
P1	0,0017	2,77	0,94	0,24	0,0024						0,0054					0,0054	4,41
Q1	0,0021	2,75	0,92	0,21	0,0022							0,0038				0,0038	4,38
R1	0,0024	2,76	0,88	0,22	0,0015							0,0042	0,14			0,0042	4,30
S1	0,0022	2,83	0,93	0,24	0,0018							0,0039		0,32		0,0039	4,45
T1	0,0023	2,89	0,85	0,20	0,0023							0,0044			6,41	0,0044	4,39

[Bảng 2]

Mẫu thử số	Ký hiệu thép	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
1	<u>A1</u>	<u>38</u>	5,1	0,20	88	Ví dụ so sánh
2	B1	72	<u>2,8</u>	0,20	84	Ví dụ so sánh
3	C1	65	5,2	<u>0,13</u>	83	Ví dụ so sánh
4	D1	48	4,9	<u>0,32</u>	85	Ví dụ so sánh
5	E1	45	5,2	0,20	<u>61</u>	Ví dụ so sánh
6	F1	96	5,1	0,20	<u>105</u>	Ví dụ so sánh
7	<u>G1</u>	75	5,5	0,20	83	Ví dụ so sánh
8	<u>H1</u>	48	4,9	0,20	84	Ví dụ so sánh
9	<u>I1</u>	97	5,2	0,20	82	Ví dụ so sánh
10	<u>J1</u>	94	4,9	0,20	95	Ví dụ so sánh
11	K1	96	4,7	0,20	82	Ví dụ theo sáng chế
12	L1	95	5,3	0,20	81	Ví dụ theo sáng chế
13	M1	56	5,1	0,20	79	Ví dụ theo sáng chế
14	N1	56	5,4	0,20	85	Ví dụ theo sáng chế
15	O1	51	4,9	0,20	77	Ví dụ theo sáng chế
16	P1	92	5,2	0,20	79	Ví dụ theo sáng chế
17	Q1	58	5,3	0,20	80	Ví dụ theo sáng chế
18	R1	93	4,9	0,20	79	Ví dụ theo sáng chế
19	S1	72	5,1	0,20	88	Ví dụ theo sáng chế
20	T1	64	5,2	0,20	94	Ví dụ theo sáng chế

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 3. Gạch chân ở bảng 3 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột hao tổn lõi W10/800 cho biết rằng giá trị được gạch chân bằng hoặc lớn hơn tiêu chuẩn đánh giá W0 (W/kg) tính theo phương trình 2.

$$W0 = 30 \times [0,45 + 0,55 \times \{0,5 \times (t/0,20) + 0,5 \times (t/0,20)^2\}] \quad (\text{Phương trình 2})$$

[Bảng 3]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
1	30,0	<u>36,1</u>	1,75	Ví dụ so sánh
2	30,0	<u>31,1</u>	1,68	Ví dụ so sánh
3	22,3	<u>24,9</u>	1,67	Ví dụ so sánh
4	47,8	<u>48,6</u>	1,70	Ví dụ so sánh
5	30,0	<u>32,6</u>	1,69	Ví dụ so sánh
6	30,0	<u>31,4</u>	1,68	Ví dụ so sánh
7	30,0	<u>34,7</u>	1,69	Ví dụ so sánh
8	30,0	<u>36,1</u>	1,69	Ví dụ so sánh
9	30,0	<u>30,3</u>	1,67	Ví dụ so sánh
10	30,0	<u>31,4</u>	1,71	Ví dụ so sánh
11	30,0	24,8	1,72	Ví dụ theo sáng chế
12	30,0	25,1	1,72	Ví dụ theo sáng chế
13	30,0	24,4	1,71	Ví dụ theo sáng chế
14	30,0	25,0	1,72	Ví dụ theo sáng chế
15	30,0	24,8	1,71	Ví dụ theo sáng chế
16	30,0	25,2	1,72	Ví dụ theo sáng chế
17	30,0	25,0	1,71	Ví dụ theo sáng chế
18	30,0	23,7	1,73	Ví dụ theo sáng chế
19	30,0	23,9	1,73	Ví dụ theo sáng chế
20	30,0	18,6	1,69	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 3, ở từng mẫu thử từ mẫu thử số 11 đến mẫu thử số 20, thành phần hóa học nằm trong phạm vi của sáng chế và tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng.

Ở mẫu thử số 1, tỷ lệ R_s quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 2, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 3, độ dày t quá nhỏ và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 4, độ dày t quá lớn và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 5, đường kính hạt tinh thể trung

binh r quá nhỏ và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 6, đường kính hạt tinh thể trung bình r quá lớn và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 7, hàm lượng S quá cao và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 8, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 9, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá cao và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 10, thông số Q quá nhỏ và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn.

Thử nghiệm thứ hai

Theo thử nghiệm thứ hai, mỗi thép nóng chảy đều chứa, theo % khối lượng, C: 0,0023%, Si: 3,46%, Al: 0,63%, Mn: 0,20%, S: 0,0003% và Pr: 0,0034% và còn lại là Fe và các tạp chất, được đúc để sản xuất các tấm và các tấm được cán nóng để thu được các dải thép có độ dày là 1,4mm. Khi tiến hành đúc, sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt của tấm đúc đã được điều chỉnh để thay đổi phần trăm các tinh thể cột trong tấm là vật liệu ban đầu của dải thép và nhiệt độ khi bắt đầu cán nóng và nhiệt độ cuộn được điều chỉnh để thay đổi đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Bảng 4 cho thấy sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt, phần trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Tiếp theo, tiến hành cán nguội với tỷ lệ khử là 78,6%, để thu được các tấm thép có độ dày là 0,30mm. Sau đó, thực hiện ủ hoàn thiện ở 950°C trong 30 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r . Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 4. Gạch chân ở bảng 4 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 4]

Mẫu thử số	Chênh lệch nhiệt độ (°C)	Phần trăm các tinh thể cột (% diện tích)	Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép (mm)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
31	16	45	0,18	<u>34</u>	<u>2,2</u>	0,30	82	Ví dụ so sánh
32	36	71	0,21	64	<u>2,7</u>	0,30	83	Ví dụ so sánh

33	71	86	0,19	96	5,9	0,30	80	Ví dụ theo sáng chế
----	----	----	------	----	-----	------	----	---------------------

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 5. Gạch chân ở bảng 5 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột hao tổn lõi W10/800 cho biết rằng giá trị được gạch chân bằng hoặc lớn hơn tiêu chuẩn đánh giá W0 (W/kg) và gạch chân ở cột mật độ từ thông B50 cho biết rằng giá trị được gạch chân nhỏ hơn 1,67 T.

[Bảng 5]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
31	44,4	<u>46,3</u>	<u>1,64</u>	Ví dụ so sánh
32	44,4	<u>44,8</u>	<u>1,66</u>	Ví dụ so sánh
33	44,4	39,8	1,69	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 5, ở mẫu thử số 33 việc sử dụng dải thép có phần trăm các tinh thể dạng cột trong tấm là vật liệu ban đầu là chính xác, tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng.

Ở mẫu thử số 31, việc sử dụng dải thép có phần trăm các tinh thể dạng cột trong tấm là vật liệu ban đầu là quá thấp, tỷ lệ R_s và cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn và mật độ từ thông B50 thấp. Ở mẫu thử số 32 việc sử dụng dải thép có phần trăm các tinh thể dạng cột trong tấm là vật liệu ban đầu là quá thấp, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn và mật độ từ thông B50 thấp.

Thử nghiệm thứ ba

Ở thử nghiệm thứ ba, các thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện ở bảng 6 được đúc để sản xuất các tấm và các tấm được cán nóng để thu được các dải thép có độ dày là 1,2mm. Phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất và gạch chân ở bảng 6

cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Khi tiến hành đúc, sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt của tấm đúc đã được điều chỉnh để thay đổi phần trăm các tinh thể cột trong tấm là vật liệu ban đầu của dải thép và nhiệt độ khi bắt đầu cán nóng và nhiệt độ cuộn được điều chỉnh để thay đổi đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt được thiết lập là từ 53°C đến 64°C. Bảng 7 thể hiện phần trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Tiếp theo, tiến hành cán nguội với tỷ lệ khử là 79,2%, để thu được các tấm thép có độ dày là 0,25mm. Sau đó, thực hiện liên tục ủ hoàn thiện ở 920°C trong 45 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r. Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 7. Gạch chân ở bảng 7 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 6]

Ký hiệu thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)							
	C	Si	Al	Mn	S	Cd	Tổng lượng nguyên tố tạo kết tủa thô	Thông số Q
U1	0,0025	3,23	2,51	0,33	0,0011	0,0056	0,0056	7,92
V1	0,0024	3,20	2,45	0,36	0,0012	0,0060	0,0060	7,74
W1	0,0022	3,18	2,43	0,32	0,0009	0,0012	<u>0,0012</u>	7,72
X1	0,0027	3,27	2,48	0,37	0,0010	0,0062	0,0062	7,86
Y1	0,0021	3,25	2,50	0,31	0,0008	0,0138	<u>0,0138</u>	7,94

[Bảng 7]

Mẫu thử số	Ký hiệu thép	Phần trăm các tinh thể cột (% diện tích)	Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép (mm)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
41	U1	88	0,05	84	<u>2,6</u>	0,25	75	Ví dụ so sánh
42	V1	87	0,07	83	<u>2,8</u>	0,25	77	Ví dụ so sánh
43	<u>W1</u>	92	0,16	42	4,3	0,25	76	Ví dụ so sánh

44	X1	90	0,15	85	6,1	0,25	74	Ví dụ theo sáng chế
45	<u>Y1</u>	91	0,18	97	4,2	0,25	<u>57</u>	Ví dụ so sánh

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 8. Gạch chân ở bảng 8 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột mật độ từ thông B50 cho biết rằng giá trị được gạch chân nhỏ hơn 1,67 T.

[Bảng 8]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
41	36,7	30,4	<u>1,60</u>	Ví dụ so sánh
42	36,7	29,1	<u>1,62</u>	Ví dụ so sánh
43	36,7	32,9	<u>1,65</u>	Ví dụ so sánh
44	36,7	27,2	1,67	Ví dụ theo sáng chế
45	36,7	32,6	<u>1,65</u>	Ví dụ so sánh

Như được thể hiện ở bảng 8, ở mẫu thử số 44 sử dụng dải thép có thành phần hóa học, phần trăm các tinh thể dạng cột trong tấm là vật liệu ban đầu và đường kính hạt tinh thể trung bình chính xác, tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể {100} I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng.

Ở mẫu thử số 41 và mẫu thử số 42 đều sử dụng dải thép mà đường kính hạt tinh thể trung bình của nó quá thấp, cường độ định hướng tinh thể {100} I quá thấp và do đó mật độ từ thông B50 thấp. Ở mẫu thử số 43, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá thấp và do đó mật độ từ thông B50 thấp. Ở mẫu thử số 45, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá cao và đường kính hạt tinh thể trung bình r quá nhỏ và do đó mật độ từ thông B50 thấp.

Thử nghiệm thứ tư

Ở thử nghiệm thứ tư, các thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện

ở bảng 9 được đúc để sản xuất các tấm và các tấm được cán nóng để thu được các dải thép có độ dày như ở bảng 10. Cột trống ở bảng 9 cho biết rằng hàm lượng nguyên tố của cột đó ít hơn giới hạn phát hiện và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất. Khi tiến hành đúc, sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt của tấm đúc đã được điều chỉnh để thay đổi phần trăm các tinh thể cột trong tấm là vật liệu ban đầu của dải thép và nhiệt độ khi bắt đầu cán nóng và nhiệt độ cuộn được điều chỉnh để thay đổi đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt được thiết lập là từ 49°C đến 76°C. Bảng 10 cũng thể hiện phần trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Tiếp theo, tiến hành cán nguội ở các tỷ lệ khử như ở bảng 10, để thu được các tấm thép có độ dày là 0,20mm. Sau đó, tiến hành ủ hoàn thiện ở 930°C trong 40 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r. Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 10. Gạch chân ở bảng 10 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 9]

Ký hiệu thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)										Thông số Q
	C	Si	Al	Mn	S	Ba	Sn	Cu	Cr	Tổng lượng nguyên tố tạo kết tủa thô	
Z1	0,0017	2,56	1,12	0,49	0,0022	0,0073				0,0073	4,31
AA1	0,0018	2,49	1,14	0,51	0,0019	0,0071				0,0071	4,26
BB1	0,0014	2,53	1,15	0,50	0,0018	0,0077	0,09			0,0077	4,33
CC1	0,0016	2,57	1,09	0,47	0,0022	0,0074		0,48		0,0074	4,28
DD1	0,0012	2,47	1,10	0,45	0,0020	0,0070			3,83	0,0070	4,22
EE1	0,0013	2,52	1,07	0,56	0,0021	0,0079				0,0079	4,10

[Bảng 10]

Mẫu thử số	Ký hiệu thép	Độ dày của dải thép (mm)	Phần trăm các tinh thể cột (% diện tích)	Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép (mm)	Tỷ lệ khử (%)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μ m)	Ghi chú
51	Z1	0,38	92	0,22	47,4	69	4,7	0,20	71	Ví dụ theo sáng chế
52	AA1	0,62	97	0,21	67,7	78	5,1	0,20	73	Ví dụ theo sáng chế
53	BB1	0,81	88	0,24	75,3	94	6,3	0,20	70	Ví dụ theo sáng chế
54	CC1	1,02	90	0,23	80,4	88	6,0	0,20	74	Ví dụ theo

										sáng chế
55	DD1	1,50	100	0,20	86,7	73	7,5	0,20	72	Ví dụ theo sáng chế
56	EE1	2,24	86	0,21	91,1	81	<u>2,4</u>	0,20	74	Ví dụ so sánh

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 11. Gạch chân ở bảng 11 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột hao tổn lõi W10/800 cho biết rằng giá trị được gạch chân bằng hoặc lớn hơn tiêu chuẩn đánh giá W0 (W/kg) và gạch chân ở cột mật độ từ thông B50 cho biết rằng giá trị được gạch chân nhỏ hơn 1,67 T.

[Bảng 11]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
51	30,0	25,8	1,71	Ví dụ theo sáng chế
52	30,0	25,1	1,71	Ví dụ theo sáng chế
53	30,0	24,4	1,73	Ví dụ theo sáng chế
54	30,0	24,6	1,73	Ví dụ theo sáng chế
55	30,0	20,4	1,69	Ví dụ theo sáng chế
56	30,0	<u>30,7</u>	<u>1,66</u>	Ví dụ so sánh

Như được thể hiện ở bảng 11, từng mẫu thử từ mẫu thử số 51 đến mẫu thử số 55 sử dụng dải thép có thành phần hóa học, phần trăm các tinh thể dạng cột trong tấm là vật liệu ban đầu và đường kính hạt tinh thể trung bình chính xác và tiến hành cán nguội các mẫu thử này với lượng khử chính xác, tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng. Ở mẫu thử số 53 và mẫu thử số 54 đều chứa lượng chính xác Sn hoặc Cu, đặc biệt là thu được mật độ từ thông B50 tuyệt vời. Ở mẫu thử số 55 chứa lượng chính xác Cr, đặc biệt là thu được hao tổn lõi W10/800 tuyệt vời.

Ở mẫu thử số 56 trong đó tỷ lệ khử khi cán nguội được thiết lập là quá cao, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn và mật độ từ thông B50 thấp.

Thử nghiệm thứ năm

Ở thử nghiệm thứ năm, mỗi thép nóng chảy đều chứa, theo % khối lượng, C: 0,0014%, Si: 3,03%, Al: 0,28%, Mn: 1.42%, S: 0,0017% và Sr: 0,0038% và còn lại là Fe và các tạp chất, được đúc để sản xuất các tấm và các tấm được cán nóng để thu được các dải thép có độ dày là 0,8mm. Khi tiến hành đúc, sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt của tấm đúc được thiết lập đến 61°C để thiết lập phần trăm các tinh thể cột trong tấm là vật liệu ban đầu của dải thép đến 90% và nhiệt độ khi bắt đầu cán nóng và điều chỉnh nhiệt độ cuộn để thiết lập đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép đến 0,17mm. Tiếp theo, tiến hành cán nguội với tỷ lệ khử là 81,3% để thu được các tấm thép có độ dày là 0,15mm. Sau đó, tiến hành ủ hoàn thiện ở 970°C trong 20 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Khi ủ hoàn thiện, sức căng đường truyền tấm và tốc độ làm mát giữa 950°C và 700°C được thay đổi. Bảng 12 thể hiện sức căng đường truyền tấm và tỷ lệ làm mát. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r . Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 12.

[Bảng 12]

Mẫu thử số	Sức căng đường truyền tấm (MPa)	Tốc độ làm mát (°C/giây)	Biến dạng đàn hồi dị hướng (%)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
61	4,5	2,3	1,18	64	4,2	0,15	92	Ví dụ theo sáng chế
62	2,6	2,6	1,09	68	5,3	0,15	91	Ví dụ theo sáng chế
63	1,8	2,4	1,07	65	5,7	0,15	92	Ví dụ theo sáng chế
64	1,6	0,7	1,03	71	6,4	0,15	93	Ví dụ theo sáng chế

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 13.

[Bảng 13]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
61	24,3	19,2	1,71	Ví dụ theo sáng chế
62	24,3	18,1	1,72	Ví dụ theo sáng chế
63	24,3	18,3	1,72	Ví dụ theo sáng chế
64	24,3	17,7	1,73	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 13, ở từng mẫu thử từ mẫu thử số 61 đến mẫu thử số 64, có thành phần hóa học nằm trong phạm vi của sáng chế và tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng. Ở mỗi mẫu thử số 62 và mẫu thử số 63 mà sức căng đường truyền tấm được thiết lập là 3Mpa hoặc nhỏ hơn, thì biến dạng đàn hồi dị hướng thấp và đặc biệt thu được hao tổn lõi W10/800 và mật độ từ thông B50 tuyệt vời. Ở mẫu thử số 64 mà tỷ lệ làm mát giữa 950°C và 700°C được thiết lập là từ 1°C/giây hoặc thấp hơn, thì biến dạng đàn hồi dị hướng còn thấp hơn và thu được hao tổn lõi W10/800 và mật độ từ thông B50 tuyệt vời hơn. Lưu ý, khi đo biến dạng đàn hồi dị hướng, mẫu thử có hình tứ giác phẳng trong đó mỗi cạnh có độ dài là 55mm, hai cạnh song song với hướng cán và hai cạnh song song với hướng vuông góc với hướng cán (hướng chiều rộng của tấm), được cắt thành từng tấm thép điện không định hướng và độ dài của mỗi cạnh sau khi bị biến dạng do ảnh hưởng của biến dạng đàn hồi được đo. Ngoài ra, còn xác định được độ dài theo hướng vuông góc với hướng cán dài hơn độ dài theo hướng cán bao nhiêu.

Thử nghiệm sáu

Ở thử nghiệm sáu, các thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện ở bảng 14 được hóa rắn nhanh theo phương pháp hai trục để thu được các dải thép. Cột trống ở bảng 14 cho biết rằng hàm lượng nguyên tố của cột đó ít hơn giới hạn phát hiện và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất. Gạch chân ở bảng 14 cho biết rằng trị số

được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Tiếp theo, các dải thép được cán nguội và ủ hoàn thiện để sản xuất ra các tấm thép điện không định hướng khác nhau. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r . Các kết quả được thể hiện ở bảng 15. Gạch chân ở bảng 15 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 14]

Ký hiệu thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)															Thôn g số Q	
	C	Si	Al	Mn	S	Mg	Ca	Sr	Ba	La	Zn	Cd	Sn	Cu	Cr		Tổng lượng nguyên tố tạo kết tủa thô
A2	0,001 ₄	<u>1,31</u>	0,54	0,2 ₀	0,002 ₂			0,002 ₀								0,0020	2,19
B2	0,001 ₃	2,78	0,90	0,1 ₈	0,002 ₀			0,003 ₄								0,0034	4,40
C2	0,002 ₁	2,75	0,88	0,1 ₇	0,001 ₉				0,004 ₃							0,0043	4,34
D2	0,002 ₅	2,77	0,89	0,1 ₈	0,002 ₃				0,003 ₉							0,0039	4,37
E2	0,001 ₈	2,69	0,94	0,2 ₂	0,002 ₄					0,007 ₈						0,0078	4,35
F2	0,001 ₉	2,78	0,90	0,1 ₇	0,001 ₆						0,004 ₃					0,0043	4,41
G2	0,0011	2,75	0,88	0,2 ₆	<u>0,003₅</u>		0,001 ₉									0,0019	4,25
H2	0,002 ₁	2,72	0,89	0,2 ₁	0,002 ₀		0,001 ₂									<u>0,0012</u>	4,29
I2	0,002 ₂	2,80	0,94	0,1 ₉	0,001 ₈		0,014 ₇									<u>0,0147</u>	4,49
J2	0,002 ₀	<u>1,22</u>	0,89	1,1 ₈	0,002 ₇	0,002 ₇										0,0027	<u>1,82</u>
K2	0,001 ₈	2,78	0,94	0,2 ₄	0,002 ₂	0,002 ₁										0,0021	4,42
L2	0,001 ₆	2,75	0,87	0,2 ₁	0,001 ₉		0,004 ₁									0,0041	4,28
M2	0,001 ₆	2,81	0,90	0,2 ₂	0,002 ₁			0,002 ₈								0,0028	4,39
N2	0,002 ₀	2,77	0,89	0,2 ₂	0,001 ₈				0,003 ₅							0,0035	4,33

[Bảng 15]

Mẫu thử số	Ký hiệu thép	Tỷ lệ Rs (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
101	<u>A2</u>	<u>38</u>	5,1	0,20	88	Ví dụ so sánh
102	B2	72	<u>2,8</u>	0,20	84	Ví dụ so sánh
103	C2	65	5,2	<u>0,13</u>	83	Ví dụ so sánh
104	D2	48	4,9	<u>0,32</u>	85	Ví dụ so sánh
105	E2	45	5,2	0,20	<u>61</u>	Ví dụ so sánh
106	F2	96	5,1	0,20	<u>105</u>	Ví dụ so sánh
107	<u>G2</u>	75	5,5	0,20	83	Ví dụ so sánh
108	<u>H2</u>	48	4,9	0,20	84	Ví dụ so sánh
109	<u>I2</u>	97	5,2	0,20	82	Ví dụ so sánh
110	<u>J2</u>	94	4,9	0,20	95	Ví dụ so sánh
111	K2	96	4,7	0,20	82	Ví dụ theo sáng chế
112	L2	95	5,3	0,20	81	Ví dụ theo sáng chế
113	M2	56	5,1	0,20	79	Ví dụ theo sáng chế
114	N2	56	5,4	0,20	85	Ví dụ theo sáng chế
115	O2	51	4,9	0,20	77	Ví dụ theo sáng chế
116	P2	92	5,2	0,20	79	Ví dụ theo sáng chế
117	Q2	58	5,3	0,20	80	Ví dụ theo sáng chế
118	R2	93	4,9	0,20	79	Ví dụ theo sáng chế
119	S2	72	5,1	0,20	88	Ví dụ theo sáng chế
120	T2	64	5,2	0,20	94	Ví dụ theo sáng chế

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 16. Gạch chân ở bảng 16 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột hao tổn lõi W10/800 cho biết rằng giá trị được gạch chân bằng hoặc lớn hơn tiêu chuẩn đánh giá W0 (W/kg) tính theo phương trình 2.

$$W_0 = 30 \times [0,45 + 0,55 \times \{0,5 \times (t/0,20) + 0,5 \times (t/0,20)^2\}] \text{ (Phương trình 2)}$$

[Bảng 16]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
101	30,0	<u>36,1</u>	1,75	Ví dụ so sánh
102	30,0	<u>31,1</u>	1,68	Ví dụ so sánh
103	22,3	<u>24,9</u>	1,67	Ví dụ so sánh
104	47,8	<u>48,6</u>	1,70	Ví dụ so sánh
105	30,0	<u>32,6</u>	1,69	Ví dụ so sánh
106	30,0	<u>31,4</u>	1,68	Ví dụ so sánh
107	30,0	<u>34,7</u>	1,69	Ví dụ so sánh
108	30,0	<u>36,1</u>	1,69	Ví dụ so sánh
109	30,0	<u>30,3</u>	1,67	Ví dụ so sánh
110	30,0	<u>31,4</u>	1,71	Ví dụ so sánh
111	30,0	24,8	1,72	Ví dụ theo sáng chế
112	30,0	25,1	1,72	Ví dụ theo sáng chế
113	30,0	24,4	1,71	Ví dụ theo sáng chế
114	30,0	25,0	1,72	Ví dụ theo sáng chế
115	30,0	24,8	1,71	Ví dụ theo sáng chế
116	30,0	25,2	1,72	Ví dụ theo sáng chế
117	30,0	25,0	1,71	Ví dụ theo sáng chế
118	30,0	23,7	1,73	Ví dụ theo sáng chế
119	30,0	23,9	1,73	Ví dụ theo sáng chế
120	30,0	18,6	1,69	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 16, ở từng mẫu thử từ mẫu thử số 111 đến mẫu thử số 120, thành phần hóa học nằm trong phạm vi của sáng chế và tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng.

Ở mẫu thử số 101, tỷ lệ R_s quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 102, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 103, độ dày t quá nhỏ và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 104, độ dày t quá lớn và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 105, đường kính hạt tinh thể trung bình r quá nhỏ và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 106, đường kính hạt tinh thể trung bình r quá lớn và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 107, hàm lượng S quá cao và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 108, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 109, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô

quá cao và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn. Ở mẫu thử số 110, thông số Q quá nhỏ và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn.

Thử nghiệm thứ bảy

Ở thử nghiệm thứ bảy, mỗi thép nóng chảy đều chứa, theo % khối lượng, C: 0,0023%, Si: 3,46%, Al: 0,63%, Mn: 0,20%, S: 0,0003% và Nd: 0,0034% và còn lại là Fe và các tạp chất, được hóa rắn nhanh theo phương pháp hai trục để thu được các dải thép có độ dày là 1,4mm. Lúc này, nhiệt độ rót được điều chỉnh để thay đổi phần trăm các tinh thể cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của các tinh thể cột này trong các dải thép. Bảng 17 thể hiện sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ rót và nhiệt độ hóa rắn, phần trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Tiếp theo, tiến hành cán nguội với tỷ lệ khử là 78,6%, để thu được các tấm thép có độ dày là 0,30mm. Sau đó, thực hiện ủ hoàn thiện ở 950°C trong 30 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r. Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 17. Gạch chân ở bảng 17 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 17]

Mẫu thử số	Chênh lệch nhiệt độ (°C)	Phần trăm các tinh thể cột (% diện tích)	Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép (mm)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
131	13	45	0,18	<u>34</u>	<u>2,2</u>	0,30	82	Ví dụ so sánh
132	21	71	0,21	64	<u>2,7</u>	0,30	83	Ví dụ so sánh
133	28	86	0,19	96	5,9	0,30	80	Ví dụ theo sáng chế

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 18. Gạch chân ở bảng 18 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột hao tổn lõi

W10/800 cho biết rằng giá trị được gạch chân bằng hoặc lớn hơn tiêu chuẩn đánh giá W0 (W/kg) và gạch chân ở cột mật độ từ thông B50 cho biết rằng giá trị được gạch chân nhỏ hơn 1,67 T.

[Bảng 18]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
131	44,4	<u>46,3</u>	<u>1,64</u>	Ví dụ so sánh
132	44,4	<u>44,8</u>	<u>1,66</u>	Ví dụ so sánh
133	44,4	39,8	1,69	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 18, ở mẫu thử số 133 sử dụng dải thép có phần trăm các tinh thể dạng cột chính xác, tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng.

Ở mẫu thử số 131 sử dụng dải thép có phần trăm các tinh thể dạng cột quá thấp, tỷ lệ R_s và cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn và mật độ từ thông B50 thấp. Ở mẫu thử số 132 sử dụng dải thép có phần trăm các tinh thể dạng cột quá thấp, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn và mật độ từ thông B50 thấp.

Thử nghiệm số tám

Ở thử nghiệm số tám, các thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện ở bảng 19 được hóa rắn nhanh theo phương pháp hai trục để thu được các dải thép có độ dày là 1,2mm. Phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất và gạch chân ở bảng 19 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Lúc này, nhiệt độ rót được điều chỉnh để thay đổi phần trăm các tinh thể cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của các tinh thể cột này trong các dải thép. Nhiệt độ rót được thiết lập cao hơn nhiệt độ hóa rắn từ 29°C đến 35°C. Bảng 20 thể hiện phần trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Tiếp theo, tiến hành cán nguội với tỷ lệ khử là 79,2%, để thu được các tấm thép có độ dày là 0,25mm. Sau đó, thực hiện liên tục ủ hoàn thiện ở 920°C trong 45 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa

thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r. Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 20. Gạch chân ở bảng 20 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 19]

Ký hiệu thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)							Thông số Q
	C	Si	Al	Mn	S	Cd	Tổng lượng nguyên tố tạo kết tủa thô	
U2	0,0025	3,23	2,51	0,33	0,0011	0,0056	0,0056	7,92
V2	0,0024	3,20	2,45	0,36	0,0012	0,0060	0,0060	7,74
W2	0,0022	3,18	2,43	0,32	0,0009	0,0012	<u>0,0012</u>	7,72
X2	0,0027	3,27	2,48	0,37	0,0010	0,0062	0,0062	7,86
Y2	0,0021	3,25	2,50	0,31	0,0008	0,0138	<u>0,0138</u>	7,94

[Bảng 20]

Mẫu thử số	Ký hiệu thép	Phần trăm các tinh thể cột (% diện tích)	Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép (mm)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
141	U2	88	0,05	84	<u>2,6</u>	0,25	75	Ví dụ so sánh
142	V2	87	0,07	83	<u>2,8</u>	0,25	77	Ví dụ so sánh
143	<u>W2</u>	92	0,16	42	4,3	0,25	76	Ví dụ so sánh
144	X2	90	0,15	85	6,1	0,25	74	Ví dụ theo sáng chế
145	<u>Y2</u>	91	0,18	97	4,2	0,25	<u>57</u>	Ví dụ so sánh

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 21. Gạch chân ở bảng 21 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột mật độ từ thông B50 cho biết rằng giá trị được gạch chân nhỏ hơn 1,67 T.

[Bảng 21]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
141	36,7	30,4	<u>1,60</u>	Ví dụ so sánh
142	36,7	29,1	<u>1,62</u>	Ví dụ so sánh
143	36,7	32,9	<u>1,65</u>	Ví dụ so sánh

144	36,7	27,2	1,67	Ví dụ theo sáng chế
145	36,7	32,6	<u>1,65</u>	Ví dụ so sánh

Như được thể hiện ở bảng 21, ở mẫu thử số 144 sử dụng dải thép có thành phần hóa học, phân trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình chính xác, tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng.

Ở mẫu thử số 141 và mẫu thử số 142 đều sử dụng dải thép in which đường kính hạt tinh thể trung bình quá thấp, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó mật độ từ thông B50 thấp. Ở mẫu thử số 143, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá thấp và do đó mật độ từ thông B50 thấp. Ở mẫu thử số 145, tổng hàm lượng nguyên tố tạo kết tủa thô quá cao và đường kính hạt tinh thể trung bình r quá nhỏ và do đó mật độ từ thông B50 thấp.

Thử nghiệm số chín

Ở thử nghiệm số chín, các thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện ở bảng 22 được hóa rắn nhanh theo phương pháp hai trục để thu được các dải thép có độ dày như ở bảng 23. Cột trống ở bảng 22 cho biết rằng hàm lượng nguyên tố của cột đó ít hơn giới hạn phát hiện và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất. Lúc này, nhiệt độ rót được điều chỉnh để thay đổi phân trăm các tinh thể cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của các tinh thể cột này trong các dải thép. Nhiệt độ rót được thiết lập cao hơn nhiệt độ hóa rắn từ 28°C đến 37°C. Bảng 23 cũng thể hiện phân trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép. Tiếp theo, tiến hành cán nguội ở các tỷ lệ khử như ở bảng 23, để thu được các tấm thép có độ dày là 0,20mm. Sau đó, tiến hành ủ hoàn thiện ở 930°C trong 40 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r . Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 23. Gạch chân ở bảng 23 cho biết rằng trị số được gạch chân nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 22]

Ký hiệu thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)										Thông số Q
	C	Si	Al	Mn	S	Ba	Sn	Cu	Cr	Tổng lượng nguyên tố tạo kết tủa thô	
Z2	0,0017	2,56	1,12	0,49	0,0022	0,0073				0,0073	4,31
AA2	0,0018	2,49	1,14	0,51	0,0019	0,0071				0,0071	4,26
BB2	0,0014	2,53	1,15	0,50	0,0018	0,0077	0,09			0,0077	4,33
CC2	0,0016	2,57	1,09	0,47	0,0022	0,0074		0,48		0,0074	4,28
DD2	0,0012	2,47	1,10	0,45	0,0020	0,0070			3,83	0,0070	4,22
EE2	0,0013	2,52	1,07	0,56	0,0021	0,0079				0,0079	4,10

[Bảng 23]

Mẫu thử số	Ký hiệu thép	Độ dày của dải thép (mm)	Phần trăm các tinh thể cột (% diện tích)	Đường kính hạt tinh thể trung bình của dải thép (mm)	Tỷ lệ khử (%)	Tỷ lệ Rs (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
151	Z2	0,38	92	0,22	47,4	69	4,7	0,20	71	Ví dụ theo sáng chế
152	AA2	0,62	97	0,21	67,7	78	5,1	0,20	73	Ví dụ theo sáng chế
153	BB2	0,81	88	0,24	75,3	94	6,3	0,20	70	Ví dụ theo sáng chế
154	CC2	1,02	90	0,23	80,4	88	6,0	0,20	74	Ví dụ theo sáng chế
155	DD2	1,50	100	0,20	86,7	73	7,5	0,20	72	Ví dụ theo sáng chế
156	EE2	2,24	86	0,21	91,1	81	<u>2,4</u>	0,20	74	Ví dụ so sánh

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 24. Gạch chân ở bảng 24 cho biết rằng trị số được gạch chân không nằm trong khoảng mong muốn. Cụ thể là, gạch chân ở cột hao tổn lõi W10/800 cho biết rằng giá trị được gạch chân bằng hoặc lớn hơn tiêu chuẩn đánh giá W0 (W/kg) và gạch chân ở cột mật độ từ thông B50 cho biết rằng giá trị được gạch chân nhỏ hơn 1,67 T.

[Bảng 24]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
------------	-----------	----------------	---------	---------

151	30,0	25,8	1,71	Ví dụ theo sáng chế
152	30,0	25,1	1,71	Ví dụ theo sáng chế
153	30,0	24,4	1,73	Ví dụ theo sáng chế
154	30,0	24,6	1,73	Ví dụ theo sáng chế
155	30,0	20,4	1,69	Ví dụ theo sáng chế
156	30,0	<u>30,7</u>	<u>1,66</u>	Ví dụ so sánh

Như được thể hiện ở bảng 24, ở từng mẫu thử từ mẫu thử số 151 đến mẫu thử số 155 sử dụng dải thép có thành phần hóa học, phần trăm các tinh thể dạng cột và đường kính hạt tinh thể trung bình chính xác và tiến hành cán nguội các mẫu thử này với lượng khử chính xác, tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng. Ở mẫu thử số 153 và mẫu thử số 154 đều chứa lượng chính xác Sn hoặc Cu, đặc biệt là thu được mật độ từ thông B50 tuyệt vời. Ở mẫu thử số 155 chứa lượng chính xác Cr, đặc biệt là thu được hao tổn lõi W10/800 tuyệt vời.

Ở mẫu thử số 156 trong đó tỷ lệ khử khi cán nguội được thiết lập là quá cao, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I quá thấp và do đó hao tổn lõi W10/800 lớn và mật độ từ thông B50 thấp.

Thử nghiệm số mười

Ở thử nghiệm số mười, mỗi thép nóng chảy đều chứa, theo % khối lượng, C: 0,0014%, Si: 3,03%, Al: 0,28%, Mn: 1.42%, S: 0,0017% và Sr: 0,0038% và còn lại là Fe và các tạp chất, được hóa rắn nhanh theo phương pháp hai trục để thu được các dải thép có độ dày là 0,8mm. Lúc này, nhiệt độ rót được thiết lập cao hơn nhiệt độ hóa rắn từ 32°C để thiết lập phần trăm các tinh thể cột của dải thép đến 90% và thiết lập đường kính hạt tinh thể trung bình đến 0,17mm. Tiếp theo, tiến hành cán nguội với tỷ lệ khử là 81,3% để thu được các tấm thép có độ dày là 0,15mm. Sau đó, tiến hành ủ hoàn thiện ở 970°C trong 20 giây để thu được các tấm thép điện không định hướng. Khi ủ hoàn thiện, sức căng đường truyền tấm và tốc độ làm mát giữa 950°C và 700°C được thay đổi. Bảng 25 thể hiện sức căng đường truyền tấm và tỷ lệ làm mát. Sau đó, ở mỗi tấm thép điện không định hướng, đo tỷ lệ R_s là tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của nguyên tố tạo kết tủa thô so với tổng khối lượng S được

chứa trong tấm thép điện không định hướng, cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r . Các kết quả thu được cũng được thể hiện ở bảng 25.

[Bảng 25]

Mẫu thử số	Sức căng đường truyền tấm (MPa)	Tốc độ làm mát ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$)	Biến dạng đàn hồi dị hướng (%)	Tỷ lệ R_s (%)	Cường độ I	Độ dày t (mm)	Đường kính hạt tinh thể trung bình r (μm)	Ghi chú
161	4,5	2,3	1,18	64	4,2	0,15	92	Ví dụ theo sáng chế
162	2,6	2,6	1,09	68	5,3	0,15	91	Ví dụ theo sáng chế
163	1,8	2,4	1,07	65	5,7	0,15	92	Ví dụ theo sáng chế
164	1,6	0,7	1,03	71	6,4	0,15	93	Ví dụ theo sáng chế

Ngoài ra, còn đo các đặc tính từ của từng tấm thép điện không định hướng. Theo cách đo này, miếng thử dạng vòng có đường kính ngoài là 5in-sơ và đường kính trong là 4in-sơ được sử dụng. Cụ thể là, việc đo bằng từ kế vòng được tiến hành. Các kết quả được thể hiện ở bảng 26.

[Bảng 26]

Mẫu thử số	W0 (W/kg)	W10/800 (W/kg)	B50 (T)	Ghi chú
161	24,3	19,2	1,71	Ví dụ theo sáng chế
162	24,3	18,1	1,72	Ví dụ theo sáng chế
163	24,3	18,3	1,72	Ví dụ theo sáng chế
164	24,3	17,7	1,73	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 26, ở từng mẫu thử từ mẫu thử số 161 đến mẫu thử số 164, có thành phần hóa học nằm trong phạm vi của sáng chế và tỷ lệ R_s , cường độ định hướng tinh thể $\{100\}$ I, độ dày t và đường kính hạt tinh thể trung bình r nằm trong phạm vi của sáng chế, như vậy thu được các kết quả tốt ở từ kế vòng. Ở mỗi mẫu thử số 162 và mẫu thử số 163 mà sức căng đường truyền tấm được thiết lập là 3Mpa hoặc nhỏ hơn, thì biến dạng đàn hồi dị hướng thấp và đặc biệt thu được hao tổn lõi

W10/800 và mật độ từ thông B50 tuyệt vời. Ở mẫu thử số 164 mà tỷ lệ làm mát giữa 950°C và 700°C được thiết lập là từ 1°C/giây hoặc thấp hơn, thì biến dạng đàn hồi dị hướng còn thấp hơn và thu được hao tổn lõi W10/800 và mật độ từ thông B50 tuyệt vời hơn. Lưu ý, khi đo biến dạng đàn hồi dị hướng, mẫu thử có hình tứ giác phẳng trong đó mỗi cạnh có độ dài là 55mm, hai cạnh song song với hướng cán và hai cạnh song song với hướng vuông góc với hướng cán (hướng chiều rộng của tấm), được cắt thành từng tấm thép điện không định hướng và độ dài của mỗi cạnh sau khi bị biến dạng do ảnh hưởng của biến dạng đàn hồi được đo. Ngoài ra, còn xác định được độ dài theo hướng vuông góc với hướng cán dài hơn độ dài theo hướng cán bao nhiêu.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế này có thể được sử dụng ví dụ như trong công nghiệp sản xuất tấm thép điện không định hướng và ngành công nghiệp sử dụng tấm thép điện không định hướng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép điện không định hướng chứa thành phần hóa học, tính theo % khối lượng là:

C: 0,0030% hoặc nhỏ hơn;

Si: 2,00% đến 4,00%;

Al: 0,10% đến 3,00%;

Mn: 0,10% đến 2,00%;

S: 0,0030% hoặc nhỏ hơn;

một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: 0,0015% đến 0,0100% tổng khối lượng;

thông số Q được tính theo phương trình 1 với hàm lượng Si (% khối lượng) là [Si], hàm lượng Al (% khối lượng) là [Al] và hàm lượng Mn (% khối lượng) là [Mn]: 2,00 hoặc lớn hơn;

Sn: 0,00% đến 0,40%;

Cu: 0,0% đến 1,0%;

Cr: 0,0% đến 10,0%; và

phần còn lại là Fe và tạp chất, trong đó:

tổng khối lượng S được chứa trong các sulfua hoặc các oxit sulfua của Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, hoặc Cd chiếm 40% hoặc lớn hơn trên tổng khối lượng S được chứa trong tấm thép điện không định hướng;

cường độ định hướng tinh thể {100} là 3,0 hoặc cao hơn;

độ dày là 0,15mm đến 0,30mm; và

đường kính hạt tinh thể trung bình là 65μm đến 100μm.

$Q = [Si] + 2[Al] - [Mn]$ (Phương trình 1)

2. Tấm thép điện không định hướng theo điểm 1, trong đó:

trong thành phần hóa học, Sn: 0,02% đến 0,40% hoặc Cu: 0,1% đến 1,0% là

thỏa mãn hoặc cả hai đều thỏa mãn.

3. Tấm thép điện không định hướng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

trong thành phần hóa học, Cr: 0,2% đến 10,0% là thỏa mãn.