



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ 1-0043435
(51)^{2006.01} C21D 8/12; C22C 38/60; H01F 1/147; (13) B
C22C 38/00
-

- (21) 1-2022-02832 (22) 13/11/2020
(86) PCT/JP2020/042458 13/11/2020 (87) WO 2021/095851 A1 20/05/2021
(30) 2019-206813 15/11/2019 JP; 2019-206711 15/11/2019 JP
(45) 25/02/2025 443 (43) 25/08/2022 413A
(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan
(72) Tesshu MURAKAWA (JP); Miho TOMITA (JP); Hiroshi FUJIMURA (JP); Satoshi KANO (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

- (54) TẤM THÉP ĐIỆN KHÔNG ĐỊNH HƯỚNG

(21) 1-2022-02832

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép điện không định hướng có thành phần hóa học trong đó, theo % khối lượng, C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%, sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%, S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00% được chứa và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, trong đó độ dày tấm nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm, và, trong mặt cắt ngang tùy ý, khi tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} được ký hiệu là S_{ac} , tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {110} được ký hiệu là S_{ag} , và tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} trong vùng lên tới 20% từ phía có giá trị KAM cao được ký hiệu là S_{bc} , thì $S_{ac} > S_{bc} > S_{ag}$ và $0,05 > S_{ag}$ được thỏa mãn.

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

Các tấm thép điện không định hướng được sử dụng cho, chẳng hạn, lõi của động cơ, và các tấm thép điện không định hướng cần phải có các đặc tính từ vượt trội, chẳng hạn, tổn hao do sắt thấp và mật độ từ thông cao, trên trung bình theo mọi hướng song song với bề mặt tấm của nó (sau đây, được gọi là “trung bình trên toàn bộ chu vi (trung bình theo mọi hướng) trong bề mặt tấm” trong một số trường hợp). Nhiều kỹ thuật khác nhau đã được đề xuất cho đến nay, nhưng khó thu được các đặc tính từ đủ theo mọi hướng trong bề mặt tấm. Chẳng hạn, có các trường hợp, ngay cả khi các đặc tính từ đủ có thể thu được theo một hướng cụ thể trong bề mặt tấm, thì các đặc tính từ đủ có thể không thu được theo các hướng khác.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4029430

Tài liệu sáng chế 2: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 6319465

Tài liệu sáng chế 3: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4790537

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Sáng chế đã được thực hiện dựa vào các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép điện không định hướng, trong đó có thể thu được các đặc tính từ vượt trội trên mức trung bình trên toàn bộ chu vi (trung bình theo mọi hướng)

Cách thức giải quyết vấn đề

(1) Tấm thép điện không định hướng theo khía cạnh của sáng chế có thành phần hóa học trong đó,

theo % khối lượng,

C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%,

Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%,

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%,

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%,

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%,

một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,

P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và

một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100% được chứa,

khi hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni (% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được ký hiệu là [sol. Al], công thức (1) dưới đây được thỏa mãn, và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất,

trong đó độ dày tấm nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm, và,

trong mặt cắt ngang tùy ý, khi tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} được ký hiệu là S_{ac} , tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {110} được ký hiệu là S_{ag} , và tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} trong vùng lên tới 20% từ phía mà giá trị định hướng sai trung bình của nhân tinh thể (kernel average misorientation, KAM) cao được ký hiệu là S_{bc} , thì $S_{ac} > S_{bc} > S_{ag}$ và $0,05 > S_{ag}$ được thỏa mãn.

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \dots (1).$$

(2) Trong tấm thép điện không định hướng theo mục (1),

khi giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng cán được ký hiệu là B50L, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 45° so với hướng cán được ký hiệu là B50D1, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 135° so với hướng cán được ký hiệu là B50D2, sau khi tấm thép điện không định hướng được ủ ở 800°C trong hai giờ, công thức (2) dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > (B50L + B50C)/2 \dots (2)$$

(3) Trong tấm thép điện không định hướng theo mục (2),

công thức (3) dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,1 \times (B50L + B50C)/2 \dots (3)$$

(4) Tấm thép điện không định hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) có thể còn chứa,

theo % khối lượng, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có:

Sn: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%, và

P: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%.

(5) Tấm thép điện không định hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) có thể còn chứa,

theo % khối lượng, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0100%

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép điện không định hướng trong đó có thể thu được các đặc tính từ vượt trội trên trung bình toàn bộ chu vi (trung bình theo mọi hướng).

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án để thực hiện sáng chế

Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu để giải quyết vấn đề nêu trên. Kết quả là, đã làm rõ được rằng điều quan trọng là tạo ra thành phần hóa học và sự phân bố các biến dạng thích hợp. Cụ thể, đã làm rõ được rằng điều quan trọng là làm giảm các biến dạng của các hạt tinh thể $\{100\}$ và làm tăng các biến dạng của các hạt tinh thể $\{111\}$. Cũng đã làm rõ được rằng, trong khi sản xuất tấm thép điện không định hướng như vậy, điều quan trọng là thành phần hóa học của hệ biến đổi α - γ được giả định trước, cấu trúc tinh thể được tinh luyện bằng cách biến đổi từ austenit thành ferit trong quá trình cán nóng, ngoài ra, quá trình cán nguội được thực hiện theo mức giảm cán đã được xác định trước, nhiệt độ của quá trình ủ trung gian được kiểm soát để nằm trong khoảng đã được xác định trước để tạo ra sự tái kết tinh nhô lên (sau đây, được gọi là phòng lên), và ngoài ra, quá trình cán ép nhẹ được thực hiện theo mức giảm cán đã được xác định trước, do đó tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của các hạt tinh thể $\{100\}$, mà thường khó phát triển.

Kỹ thuật để cải thiện các đặc tính từ bằng cách truyền các tiền biến dạng được mô tả trong tài liệu sáng chế 3. Tuy nhiên, trong phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, các đặc tính từ trở nên thuận lợi theo hướng cán, nhưng các đặc tính từ trở nên thuận lợi theo hướng chiều rộng hoặc hướng 45° . Đó là một đặc điểm của các hạt tinh thể $\{110\}$ mà các đặc tính từ không trở nên thuận lợi chỉ theo một hướng. Nghĩa là, khi quá trình cán ép nhẹ được thực hiện trên các tấm thép điện không định hướng thông thường, số lượng của các hạt tinh thể $\{110\}$ có thể tăng. Điều này là do, tương tự với các hạt tinh thể $\{100\}$, các hạt tinh thể $\{110\}$ cũng không dễ dàng bị biến dạng và có thể phát triển sau khi cán ép nhẹ. Tuy nhiên, hạt tinh thể $\{110\}$ có các đặc tính từ thuận lợi theo một hướng nhất định, nhưng các đặc tính từ gần như tương tự với các đặc tính từ của các tấm thép điện không định hướng thông thường trên trung bình toàn bộ chu vi. Mặt khác, hạt tinh thể $\{100\}$ có các đặc tính từ vượt trội thậm chí trên trung bình toàn bộ chu vi. Do đó, đã phát hiện ra rằng cần đến kỹ thuật để phát triển chọn lọc các hạt tinh thể $\{100\}$, chứ không phải là các hạt tinh thể $\{110\}$.

Nhờ việc lặp lại các nghiên cứu chuyên sâu bổ sung dựa trên phát hiện như vậy, các tác giả sáng chế đã thu được ý tưởng của sáng chế.

Sau đây, phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết. Theo sáng chế, các khoảng số được biểu hiện bằng cách sử dụng từ “đến” bao gồm các giá trị số trước và sau từ “đến” dưới dạng giá trị giới hạn dưới và giá trị giới hạn trên. Ngoài ra, rõ ràng là các yếu tố riêng lẻ của phương án sau đây có thể được phối hợp với nhau.

Trước tiên, thành phần hóa học của vật liệu thép được sử dụng trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế và phương pháp sản xuất nó sẽ được mô tả. Trong phần mô tả sau đây, “%” là đơn vị của lượng của mỗi nguyên tố được chứa trong tấm thép điện không định hướng hoặc vật liệu thép, có nghĩa là “% khối lượng” trừ khi có quy định cụ thể khác. Ngoài ra, thành phần hóa học của tấm thép điện không định hướng được chỉ ra bởi các lượng trong trường hợp lượng của vật liệu cơ bản ngoại trừ lớp phủ hoặc loại tương tự được đặt đến 100%.

Tấm thép điện không định hướng và vật liệu thép theo phương án của sáng chế có thành phần hóa học trong đó sự biến đổi ferit-austenit (sau đây, được gọi là sự biến đổi α - γ) có thể xảy ra, C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%, sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%, S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%, Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400% và một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100% được chứa, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất.

Trong tấm thép điện không định hướng và vật liệu thép theo phương án của sáng chế, ngoài ra, các lượng của Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, Au, Si và sol. Al thỏa mãn các điều kiện đã được xác định trước sẽ được mô tả dưới đây. Các ví dụ của các tạp chất bao gồm các tạp chất được chứa trong nguyên liệu thô như quặng hoặc phế liệu hoặc các tạp chất được chứa trong các bước sản xuất.

C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%

C làm tăng tổn hao do sắt hoặc gây ra sự già hóa từ. Do đó, hàm lượng C tốt hơn là càng nhỏ càng tốt. Hiện tượng như vậy trở nên đáng kể khi hàm lượng C vượt

quá 0,010%. Do đó, hàm lượng C được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%. Sự giảm hàm lượng C cũng góp phần cải thiện đồng đều các đặc tính từ theo mọi hướng trong bề mặt tấm. Giá trị giới hạn dưới của hàm lượng C không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là được đặt để lớn hơn hoặc bằng 0,0005% dựa trên chi phí của quá trình khử cacbon ở thời điểm tinh luyện.

Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%

Si làm tăng điện trở để giảm tổn hao do dòng xoáy để làm giảm tổn hao do sắt hoặc làm tăng tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền để cải thiện khả năng gia công đột dập thành lõi. Khi hàm lượng Si nhỏ hơn 1,50%, các tác động và tác dụng này có thể không thu được đủ. Do đó, hàm lượng Si được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 1,50%. Mặt khác, khi hàm lượng Si lớn hơn 4,00%, mật độ từ thông giảm xuống, khả năng gia công đột dập kém đi do sự tăng quá mức độ cứng, hoặc quá trình cán nguội trở nên khó khăn. Do đó, hàm lượng Si được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 4,00%.

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%

sol. Al làm tăng điện trở để giảm tổn hao do dòng xoáy để làm giảm tổn hao do sắt. sol. Al cũng góp phần cải thiện độ lớn tương đối của mật độ từ thông B50 so với mật độ từ thông bão hòa. Khi hàm lượng sol. Al nhỏ hơn 0,0001%, các tác dụng và các tác động này có thể không thu được đủ. Ngoài ra, Al cũng có tác dụng tăng tốc khử lưu huỳnh trong quá trình sản xuất thép. Do đó, hàm lượng sol. Al được đặt để lớn hơn hoặc bằng 0,0001%. Mặt khác, khi hàm lượng sol. Al lớn hơn 1,0%, mật độ từ thông giảm hoặc tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền bị giảm xuống dẫn đến làm cho khả năng gia công đột dập kém đi. Do đó, hàm lượng sol. Al được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

Ở đây, mật độ từ thông B50 dùng để chỉ mật độ từ thông trong từ trường 5000A/m.

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%

S không phải là nguyên tố cơ bản và được chứa trong thép, chẳng hạn, dưới dạng tạp chất. S gây ra sự kết tủa của MnS mịn và do đó làm hỏng quá trình tái kết tinh và phát triển của các hạt tinh thể trong quá trình ủ. Do đó, hàm lượng S tốt hơn là càng nhỏ càng tốt. Sự tăng tổn hao do sắt và sự giảm mật độ từ thông do sự làm hỏng quá

trình tái kết tinh và phát triển hạt trở nên đáng kể khi hàm lượng S lớn hơn 0,010%. Do đó, hàm lượng S được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%. Giá trị giới hạn dưới của hàm lượng S không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là được đặt để lớn hơn hoặc bằng 0,0003% dựa trên chi phí của quá trình xử lý khử lưu huỳnh ở thời điểm tinh luyện.

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%

Giống như C, N làm cho các đặc tính từ kém đi, và do đó hàm lượng N tốt hơn là càng nhỏ càng tốt. Do đó, hàm lượng N được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%. Giá trị giới hạn dưới của hàm lượng N không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là được đặt để lớn hơn hoặc bằng 0,0010% dựa trên chi phí của quá trình xử lý khử nitơ ở thời điểm tinh luyện.

Một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%

Do Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu hoặc Au là nguyên tố cần thiết để tạo ra sự biến đổi α - γ , ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố này cần được chứa với lượng tổng cộng lớn hơn hoặc bằng 2,50%. Ngoài ra, về lượng của các nguyên tố này, từ quan điểm làm tăng điện trở để giảm tổn hao do sắt, tổng của ít nhất một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố này tốt hơn nữa là được đặt để lớn hơn 2,50%. Mặt khác, khi tổng lượng của các nguyên tố này vượt quá 5,00%, có trường hợp chi phí tăng lên và mật độ từ thông giảm xuống. Do đó, tổng của ít nhất một trong số các nguyên tố này được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 5,00%.

Ngoài ra, tấm thép điện không định hướng và vật liệu thép theo phương án của sáng chế được làm cho thỏa mãn thêm các điều kiện sau đây là các điều kiện cho phép quá trình biến đổi α - γ xảy ra. Nghĩa là, khi hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni (% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được ký hiệu là [sol. Al], các hàm lượng này được làm cho thỏa mãn công thức (1) dưới đây, theo % khối lượng.

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \dots (1).$$

Trong trường hợp công thức (1) không được thỏa mãn, vì sự biến đổi α - γ không xảy ra, mật độ từ thông giảm.

Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400% và P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%

Sn hoặc Sb cải thiện kết cấu sau quá trình cán nguội hoặc quá trình tái kết tinh để cải thiện mật độ từ thông. Do đó, các nguyên tố này có thể được chứa nếu cần; tuy nhiên, khi được chứa quá mức, thép trở nên giòn. Do đó, cả hàm lượng Sn và hàm lượng Sb đều được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 0,400%. Ngoài ra, P có thể được chứa để bảo đảm độ cứng của tấm thép sau quá trình tái kết tinh; tuy nhiên, khi được chứa quá mức, sẽ làm cho thép giòn. Do đó, hàm lượng P được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 0,400%. Trong trường hợp truyền tác dụng bổ sung lên các đặc tính từ hoặc đặc tính tương tự, tốt hơn là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Sn nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%, Sb nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400% và P nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400% được chứa.

Một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100%

Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd phản ứng với S trong thép nóng chảy trong quá trình đúc thép nóng chảy để tạo ra chất kết tủa gồm sulfua, oxysulfua hoặc cả hai. Sau đây, Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd sẽ được gọi chung là “nguyên tố tạo chất kết tủa thô” trong một số trường hợp. Các đường kính hạt trong chất kết tủa của nguyên tố tạo chất kết tủa thô xấp xỉ từ 1 μ m đến 2 μ m, lớn hơn đáng kể các đường kính hạt (xấp xỉ 100nm) của các chất kết tủa mịn của MnS, TiN, AlN hoặc loại tương tự. Do đó, các chất kết tủa mịn này bám dính vào chất kết tủa của nguyên tố tạo chất kết tủa thô và ít có khả năng làm hỏng quá trình tái kết tinh và phát triển của các hạt tinh thể trong quá trình ủ như quá trình ủ trung gian. Để thu được đủ các tác động và tác dụng này, tổng của nguyên tố tạo chất kết tủa thô tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,0005%. Tuy nhiên, khi tổng của các nguyên tố này vượt quá 0,0100%, tổng lượng của sulfua, oxysulfua hoặc cả hai trở nên quá mức, và quá trình tái kết tinh và phát triển của các hạt

tinh thể trong quá trình ủ như quá trình ủ trung gian bị làm hỏng. Do đó, lượng của nguyên tố tạo chất kết tủa thô được đặt để tổng cộng nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%.

Tiếp theo, độ dày của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Độ dày của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm. Khi độ dày vượt quá 0,50mm, không thể thu được tổn hao do sắt ở tần số cao vượt trội. Do đó, độ dày được đặt để nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm. Ngoài ra, từ quan điểm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất, độ dày của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,10mm.

Tiếp theo, sự phân bố các biến dạng trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế có sự phân bố các biến dạng làm cho có thể thu được mật độ từ thông cao theo mọi hướng một cách hoàn toàn hơn. Cụ thể, tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế thỏa mãn $Sac > Sbc > Sag$ và $0,05 > Sag$.

Tiếp theo, Sac , Sag và Sbc sẽ được mô tả. Sac là tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} trong mặt cắt ngang tùy ý, và Sag là tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {110} trong mặt cắt ngang tùy ý. Trong trường hợp quan sát mặt cắt ngang tùy ý (mặt cắt ngang của lớp trung tâm theo hướng độ dày tấm của tấm thép điện không định hướng), khi tổng diện tích của mặt cắt ngang được ký hiệu là $Sall$, diện tích của các hạt tinh thể {100} trong mặt cắt ngang được ký hiệu là $Sallc$, và diện tích của các hạt tinh thể {110} trong mặt cắt ngang được ký hiệu là $Sallg$, Sac được biểu thị bằng $Sac = Sallc/Sall$. Ngoài ra, Sag được biểu thị bằng $Sag = Sallg/Sall$. Hạt tinh thể {100} (hoặc hạt tinh thể {110}) dùng để chỉ hạt tinh thể được xác định trong khoảng sai số cho phép nhỏ hơn hoặc bằng 10° từ định hướng tinh thể đích.

Sbc là tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} trong vùng thể hiện giá trị KAM đã được xác định trước. Sbc được xác định như được mô tả dưới đây. Khi tổng diện tích của vùng trong khoảng lên tới 20% từ phía mà giá trị định hướng sai trung bình của nhân tinh thể (KAM) cao trong mặt cắt ngang giống như được mô tả ở trên được ký hiệu là $Ssab$, và diện tích của các hạt tinh thể {100} trong vùng trong khoảng lên tới 20% từ phía có giá trị KAM cao được ký hiệu là $Ssabc$, Sbc được biểu thị bằng $Sbc = Ssabc/Ssab$.

Giá trị KAM cho biết mức chênh lệch định hướng ở một điểm đo nhất định từ điểm đo liền kề với nó trong cùng một hạt (tuy nhiên, trong trường hợp điểm đo liền kề nằm trong một hạt tinh thể khác, điểm đo liền kề được loại trừ trong quá trình tính KAM). Ở nơi có số lượng lớn của các biến dạng, giá trị KAM tăng. Chỉ vùng bị biến dạng ở mức độ cao có thể được tách ra bằng cách lấy ra vùng lên đến 20% từ phía có giá trị KAM như vậy cao. Điểm đo là vùng gồm điểm ảnh tùy ý. Kích thước của điểm ảnh tạo cấu hình điểm đo tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,10 μm từ quan điểm thu được giá trị KAM một cách chính xác.

Vùng lên đến 20% từ phía KAM cao thu được như được mô tả dưới đây. Trước tiên, biểu đồ thể hiện sự phân bố tần suất của các giá trị KAM trong mặt cắt ngang nêu trên, là đối tượng, được tạo ra. Biểu đồ này thể hiện sự phân bố tần suất của các giá trị KAM trong mặt cắt ngang nêu trên. Tiếp theo, biểu đồ này được chuyển thành biểu đồ tích lũy. Ngoài ra, trong biểu đồ tích lũy, vùng chiếm tới 20% (0% đến 20%) các tần suất tương đối tích lũy từ phía có giá trị KAM cao được xác định. Ngoài ra, vùng (a) bao gồm các giá trị KAM trong phạm vi này được định hình (được vẽ lên bản đồ) trên mặt cắt ngang là “vùng lên đến 20% từ phía có giá trị KAM cao”. Nghĩa là, diện tích của vùng (a) được định hình như được mô tả ở trên là S_{sab} . Tiếp theo, trong mặt cắt ngang nêu trên, vùng (b) của các hạt tinh thể $\{100\}$ được định hình, và vùng (c) nơi mà vùng (a) và vùng (b) gối lên nhau thu được. Diện tích của vùng (c) được định hình như được mô tả ở trên là S_{abc} .

S_{allc} , S_{allg} , S_{sabc} và diện tích tương tự không chỉ ra chính xác các diện tích của các hạt tinh thể theo các định hướng tương ứng và còn bao gồm các diện tích của các hạt tinh thể theo các định hướng cho phép độ lệch lên đến 10° (sai số cho phép) từ các định hướng tương ứng, chẳng hạn.

Các giá trị KAM có thể được tính bằng cách phân tích hình ảnh của mặt cắt ngang của mẫu bằng phần mềm như OIM Analysis. Giá trị cao nhất của các giá trị KAM được tự động tính bằng cùng một phần mềm. Trong phần mô tả ở trên, phía có giá trị KAM cao có nghĩa là phía có giá trị cao nhất trong số các giá trị KAM trong sự phân bố tần suất của các giá trị KAM. Chẳng hạn, trong trường hợp biểu đồ tích lũy có điểm gốc ở giá trị KAM bằng 0, khoảng chiếm giữ lên đến 20% các tần suất tương đối tích lũy từ

phía có giá trị KAM cao trở thành khoảng của các tần suất tương đối tích lũy từ 1 đến 0,8.

Ở đây, để thu được các mối quan hệ đã mô tả ở trên, tỷ lệ diện tích của bề mặt đã được đánh bóng của vật liệu thu được bằng cách đánh bóng 1/2 tấm thép mà là mẫu được thu thập từ tấm thép điện không định hướng có thể thu được bằng, chẳng hạn, phương pháp nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử (electron backscattering diffraction, EBSD). Các giá trị KAM có thể thu được bằng tính hình cực nghịch đảo (inverse pole figure, IPF) từ các trường nhìn được quan sát của EBSD. Tốt hơn là mẫu được thu thập từ lớp trung tâm trong tấm thép nền của tấm thép điện không định hướng. Trường nhìn được quan sát tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $2400\mu\text{m}^2$, và giá trị trung bình của các giá trị số riêng rẽ được tính liên quan đến nhiều trường nhìn tốt hơn là được chấp nhận.

Mối quan hệ $S_{ac} > S_{ag}$ trong bất đẳng thức đã mô tả ở trên cho biết rằng tỷ lệ của toàn bộ các hạt tinh thể $\{100\}$ lớn hơn tỷ lệ của các hạt tinh thể $\{110\}$. Trong quá trình ủ sau khi ép nhẹ, cả các hạt tinh thể $\{100\}$ và các hạt tinh thể $\{110\}$ đều có thể phát triển. Ở đây, do các đặc tính từ trên trung bình toàn bộ chu vi tốt hơn ở các hạt tinh thể $\{100\}$ so với các hạt tinh thể $\{110\}$, được ưu tiên hơn là làm tăng số lượng của các hạt tinh thể $\{100\}$.

Tiếp theo, mối quan hệ $S_{ac} > S_{bc}$ có nghĩa là, trong các hạt tinh thể $\{100\}$, các vùng có số lượng biến dạng lớn là tương đối nhỏ. Biết được rằng, trong quá trình ủ sau khi cán ép nhẹ, các hạt có số lượng biến dạng nhỏ xâm chiếm các hạt có số lượng biến dạng lớn. Do đó, bất đẳng thức này có nghĩa là các hạt tinh thể $\{100\}$ có thể phát triển.

Trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, vì các hạt tinh thể $\{100\}$ phát triển, và ngoài ra, các hạt tinh thể $\{100\}$ có thể phát triển trong cấu trúc này, tỷ lệ diện tích S_{ag} của các hạt tinh thể $\{110\}$ trở nên nhỏ hơn 0,05. Khi tỷ lệ diện tích S_{ag} của các hạt tinh thể $\{110\}$ lớn hơn hoặc bằng 0,05, không thể thu được các đặc tính từ vượt trội. Ngoài ra, lý do để $S_{bc} > S_{ag}$ là ở chỗ các đặc tính từ cải thiện trong toàn bộ chu vi khi tỷ lệ của các hạt tinh thể $\{100\}$ lớn hơn tỷ lệ của các hạt tinh thể $\{110\}$ trong vùng bị biến dạng cao.

Tiếp theo, các đặc tính từ của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Ở thời điểm nghiên cứu các đặc tính từ, mật độ từ thông

được đo sau khi tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế được ủ tiếp trong các điều kiện gồm 800°C và hai giờ. Trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, các đặc tính từ có lợi nhất theo hai hướng trong đó, giữa các góc được tạo ra bởi hướng cán và mỗi hướng trong số hai hướng này, góc nhỏ trở thành 45° . Mặt khác, theo hai hướng trong đó góc được tạo ra bởi hướng cán và mỗi hướng trong số hai hướng này là 0° hoặc 90° , các đặc tính từ là kém nhất. Ở đây, “ 45° ” là giá trị lý thuyết, và, ở thời điểm sản xuất thực, có trường hợp không dễ khớp góc với 45° . Do đó, miễn là các hướng mà các đặc tính từ có lợi nhất là hai hướng theo lý thuyết mà, giữa các góc được tạo ra bởi hướng cán và mỗi hướng trong số hai hướng này, góc nhỏ trở thành 45° , trong các tấm thép điện không định hướng thực, hướng mà góc 45° không được khớp (hoàn toàn) với 45° cũng được coi là hướng đã mô tả ở trên. Điều đã được mô tả ở trên cũng áp dụng cho “ 0° ” và “ 90° ”.

Ngoài ra, theo lý thuyết, các đặc tính từ theo hai hướng mà các đặc tính từ có lợi nhất trở thành giống nhau, nhưng có trường hợp không dễ làm cho các đặc tính từ theo hai hướng giống nhau ở thời điểm sản xuất thực. Do đó, miễn là các đặc tính từ theo hai hướng mà các đặc tính từ có lợi nhất là giống nhau theo lý thuyết, các đặc tính từ không giống nhau (hoàn toàn) cũng được coi là các đặc tính từ đã mô tả ở trên là giống nhau. Điều đã được mô tả ở trên cũng áp dụng với hai hướng mà các đặc tính từ là kém nhất. Về các góc đã mô tả ở trên, cả các góc cùng chiều kim đồng hồ và các góc ngược chiều kim đồng hồ được biểu diễn dưới dạng các giá trị dương. Trong trường hợp hướng cùng chiều kim đồng hồ được biểu diễn dưới dạng hướng âm và hướng ngược chiều kim đồng hồ được biểu diễn dưới dạng hướng dương, hai hướng mà, giữa các góc đã mô tả ở trên được tạo ra bởi hướng cán và mỗi hướng trong số hai hướng này, góc có giá trị tuyệt đối nhỏ trở thành 45° hoặc -45° . Ngoài ra, hai hướng mà, giữa các góc đã mô tả ở trên được tạo ra bởi hướng cán và mỗi hướng trong số hai hướng này, góc nhỏ trở thành 45° có thể cũng được biểu diễn dưới dạng hai hướng mà các góc được tạo ra bởi hướng cán và mỗi hướng trong số hai hướng này trở thành 45° và 135° .

Khi mật độ từ thông của tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế được đo, mật độ từ thông B50 (trung ứng với B50D1 và B50D2) theo hướng

45° so với hướng cán trở nên lớn hơn hoặc bằng 1,75T. Trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, trong lúc mật độ từ thông theo hướng 45° so với hướng cán cao, các mật độ từ thông cao có thể cũng thu được trên trung bình toàn bộ chu vi (trung bình theo mọi hướng).

Trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, khi giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng cán được ký hiệu là B50L, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 45° so với hướng cán được ký hiệu là B50D1, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 135° so với hướng cán được ký hiệu là B50D2, sau khi tấm thép điện không định hướng được ủ ở 800°C trong hai giờ, tính không đẳng hướng của mật độ từ thông trong đó B50D1 và B50D2 là cao nhất và B50L và B50C là thấp nhất được thể hiện.

Ở đây, chẳng hạn, trong trường hợp xem xét sự phân bố theo mọi hướng (0° đến 360°) của các mật độ từ thông mà hướng cùng chiều kim đồng hồ (mà có thể là ngược chiều kim đồng hồ) được coi là hướng dương, khi hướng cán được đặt đến 0° (một hướng) và 180° (hướng còn lại), B50D1 trở thành các giá trị của mật độ từ thông B50 ở 45° và 225°, và B50D2 trở thành các giá trị của mật độ từ thông B50 ở 135° và 315°. Tương tự, B50L trở thành các giá trị của mật độ từ thông B50 ở 0° và 180°, và B50C trở thành các giá trị của mật độ từ thông B50 ở 90° và 270°. Giá trị của mật độ từ thông B50 ở 45° và giá trị của mật độ từ thông B50 ở 225° hoàn toàn trùng với nhau, và giá trị của mật độ từ thông B50 ở 135° và giá trị của mật độ từ thông B50 ở 315° hoàn toàn trùng với nhau. Tuy nhiên, do có trường hợp không dễ làm cho các đặc tính từ giống nhau ở thời điểm sản xuất thực, có trường hợp giá trị của B50D1 và giá trị của B50D2 không hoàn toàn trùng nhau. Tương tự, giá trị của mật độ từ thông B50 ở 0° và giá trị của mật độ từ thông B50 ở 180° hoàn toàn trùng với nhau, và giá trị của mật độ từ thông B50 ở 90° và giá trị của mật độ từ thông B50 ở 270° hoàn toàn trùng với nhau, nhưng có trường hợp giá trị của B50L và giá trị của B50C không hoàn toàn trùng nhau. Trong các tấm thép điện không định hướng đã được sản xuất, một hướng cán và hướng cán còn lại (hướng ngược lại với hướng cán đã mô tả ở trên) có thể không được phân biệt. Do đó, theo phương án của sáng chế, hướng cán dùng để chỉ cả hai: một hướng cán và hướng cán còn lại.

Trong tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, tốt hơn nữa là công thức (2) dưới đây được thỏa mãn bằng cách sử dụng giá trị trung bình của B50D1 và B50D2 và giá trị trung bình của B50L và B50C.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > (B50L + B50C)/2 \dots (2)$$

Nhờ có tính không đẳng hướng cao như vậy của mật độ từ thông, tấm thép điện không định hướng có lợi thế là thích hợp cho các vật liệu động cơ loại lõi tách.

Ngoài ra, bằng cách thỏa mãn công thức (3) dưới đây, tốt hơn nữa là tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế có thể có thể được sử dụng làm các vật liệu động cơ loại lõi tách.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,1 \times (B50L + B50C)/2 \dots (3)$$

Mật độ từ thông có thể được đo từ các mẫu 55mm x 55mm được cắt ra theo các hướng ở các góc 45°, 0° và góc tương tự so với hướng cán bằng cách sử dụng thiết bị đo từ tính tấm đơn.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Theo phương án của sáng chế, quá trình cán nóng, cán nguội, ủ trung gian, cán ép nhẹ và quá trình tương tự được thực hiện.

Trước tiên, vật liệu thép đã mô tả ở trên được gia nhiệt và được cán nóng. Vật liệu thép là, chẳng hạn, phôi tấm được sản xuất bằng cách đúc liên tục thông thường. Bước cán thô và cán tinh của quá trình cán nóng được thực hiện ở các nhiệt độ trong khoảng γ (cao hơn hoặc bằng nhiệt độ Ar1). Nghĩa là, quá trình cán nóng tốt hơn là được thực hiện để nhiệt độ (nhiệt độ kết thúc) đạt mức cao hơn hoặc bằng nhiệt độ Ar1 khi vật liệu thép đi qua hành trình cuối cùng của bước cán tinh. Trong trường hợp như vậy, vật liệu thép biến đổi từ austenit thành ferit bằng bước làm lạnh tiếp theo, bằng cách đó cấu trúc tinh thể được tinh luyện. Khi quá trình cán nguội tiếp theo được thực hiện ở trạng thái trong đó cấu trúc tinh thể đã được tinh luyện, sự phồng lên có thể xảy ra, và có thể tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của các hạt tinh thể {100}, mà thường khó phát triển. Nhiệt độ Ar1 theo phương án của sáng chế thu được từ sự thay đổi giãn nở nhiệt của vật liệu thép (tấm thép) trong điều kiện làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình 1°C/giây. Ngoài ra, nhiệt độ Ac1 theo phương án của sáng chế thu được từ sự thay

đổi giãn nở nhiệt của vật liệu thép (tấm thép) trong điều kiện gia nhiệt ở tốc độ gia nhiệt trung bình bằng $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Sau đó, tấm thép cán nóng được quấn mà không cần được ủ. Nhiệt độ ở thời điểm quấn được đặt cao hơn 250°C và thấp hơn hoặc bằng 600°C , bằng cách đó có thể tinh luyện cấu trúc tinh thể trước quá trình cán nguội và để làm giàu định hướng {100} trong đó các đặc tính từ vượt trội trong quá trình phồng lên. Nhiệt độ ở thời điểm quấn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 400°C đến 500°C và còn tốt hơn nữa là từ 400°C đến 480°C .

Sau đó, tấm thép cán nóng được tẩy gỉ và được cán nguội. Trong quá trình cán nguội, mức giảm cán tốt hơn là được đặt để nằm trong khoảng từ 80% đến 92%, nhưng mức giảm cán của quá trình cán nguội được điều chỉnh theo mối quan hệ với quá trình cán ép nhẹ để thu được sự phân bố các biến dạng đã mô tả ở trên. Nghĩa là, mức giảm cán của quá trình cán nguội được xác định bằng cách được tính ngược lại từ mức giảm cán trong quá trình cán ép nhẹ để thu được độ dày tấm sản phẩm.

Khi quá trình cán nguội kết thúc, tiếp theo, quá trình ủ trung gian được thực hiện. Theo phương án của sáng chế, quá trình ủ trung gian được thực hiện ở nhiệt độ tại đó vật liệu thép không biến đổi thành austenit. Nghĩa là, nhiệt độ trong quá trình ủ trung gian tốt hơn là được đặt đến thấp hơn nhiệt độ A_{c1} . Khi quá trình ủ trung gian được thực hiện như được mô tả ở trên, sự phồng lên xảy ra, và trở nên dễ dàng cho các hạt tinh thể {100} phát triển. Ngoài ra, thời gian của quá trình ủ trung gian tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 5 đến 60 giây.

Khi quá trình ủ trung gian kết thúc, tiếp theo, quá trình cán ép nhẹ được thực hiện. Khi quá trình cán được thực hiện ở trạng thái trong đó sự phồng lên xảy ra như được mô tả ở trên, và sau đó quá trình ủ được thực hiện, sự di chuyển biên hạt do ứng suất (sau đây, được gọi là SIBM (strain-induced grain boundary migration)) trong đó các hạt tinh thể {100} phát triển thêm nữa từ phần trong đó sự phồng lên đã xảy ra dưới dạng điểm bắt đầu xảy ra. Mức giảm cán của quá trình cán ép nhẹ được đặt để nằm trong khoảng từ 5% đến 25%. Khi mức giảm cán của quá trình cán ép nhẹ nhỏ hơn 5%, vì lượng của các biến dạng được tích lũy trong tấm thép nhỏ, SIBM không xảy ra. Mặt khác, khi mức giảm cán của quá trình cán ép nhẹ lớn hơn 20%, số lượng của các biến

dạng là quá lớn, và sự tạo mầm chứ không phải SIBM xảy ra. Vì số lượng của các hạt tinh thể $\{100\}$ tăng trong quá trình SIBM, và số lượng của các hạt tinh thể $\{111\}$ tăng trong quá trình tạo mầm, cần thiết gây ra SIBM để cải thiện các đặc tính từ. Mức giảm cán của quá trình cán ép nhẹ tốt hơn nữa là được đặt để nằm trong khoảng từ 5% đến 15% từ quan điểm thu được tính không đẳng hướng cao của mật độ từ thông.

Trong các bước sản xuất sản phẩm như lõi động cơ thực tế, quá trình gia công định hình hoặc quá trình tương tự được thực hiện trên tấm thép điện không định hướng để tạo ra chi tiết thép mong muốn. Ngoài ra, để loại bỏ các biến dạng hoặc tương tự gây ra bởi quá trình gia công định hình hoặc quá trình tương tự (chẳng hạn, quá trình đột dập) được thực hiện trên chi tiết thép được làm từ tấm thép điện không định hướng, có trường hợp quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên chi tiết thép. Trong trường hợp quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, được ưu tiên là đặt nhiệt độ trong quá trình ủ giảm ứng suất đến, chẳng hạn, xấp xỉ 800°C và đặt thời gian của quá trình ủ giảm ứng suất đến xấp xỉ hai giờ.

Tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế có thể được sản xuất như đã mô tả ở trên.

Các chi tiết thép được làm từ tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế được sử dụng cho, chẳng hạn, các lõi (các lõi động cơ) của các máy điện quay. Trong trường hợp này, các tấm thép mỏng dạng tấm phẳng riêng rẽ được cắt ra từ tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, và các tấm thép mỏng dạng tấm phẳng này được xếp lớp một cách thích hợp, do đó tạo ra lõi sắt được sử dụng trong máy điện quay. Vì tấm thép điện không định hướng có các đặc tính từ vượt trội được sử dụng cho lõi này và tổn hao do sắt được triệt tiêu ở mức thấp, thu được máy điện quay trong đó mômen xoắn vượt trội. Các chi tiết thép được làm từ tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế có thể cũng được sử dụng cho các sản phẩm khác ngoài lõi của các máy điện quay, chẳng hạn, lõi cho các động cơ tuyến tính, các thiết bị tĩnh (các thiết bị phản ứng hoặc các máy biến thế) hoặc thiết bị tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả cụ thể trong lúc mô tả các ví dụ. Các ví dụ được mô tả dưới đây đơn giản là các ví dụ của phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng theo phương án của sáng chế, và phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng theo sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ được mô tả dưới đây.

Ví dụ thứ nhất

Thép nóng chảy được đúc, do đó tạo ra các thỏi có các thành phần được thể hiện trong bảng 1 dưới đây. Sau đó, các thỏi tạo ra được cán nóng bằng cách được gia nhiệt lên đến 1150°C và cán để các độ dày tấm đạt 2,5mm. Tuy nhiên, ở số 110, thỏi được cán nóng để độ dày tấm đạt 1,6mm. Ngoài ra, sau khi kết thúc bước cán tinh, các tấm thép cán nóng được làm nguội bằng nước và được quấn. Nhiệt độ (nhiệt độ kết thúc) trong giai đoạn của hành trình cuối cùng của bước cán tinh ở thời điểm này bằng 830°C và cao hơn nhiệt độ Ar1 ngoại trừ đối với số 108 và số 110. Ở số 108 trong đó sự biến đổi γ - α đã không xảy ra, nhiệt độ kết thúc được đặt đến 850°C, và, ở số 110, nhiệt độ kết thúc được đặt đến 750°C, thấp hơn nhiệt độ Ar1, cho mục đích kiểm soát Sag. Ngoài ra, các nhiệt độ quấn ở thời điểm quấn được đặt đến 500°C. Ở đây, “vế trái của công thức” trong bảng cho biết giá trị của vế trái của công thức (1) đã mô tả ở trên.

Tiếp theo, các tấm thép cán nóng được tẩy gỉ để loại bỏ gỉ. Quá trình cán nguội được thực hiện để các mức giảm cán được thay đổi như được thể hiện trong bảng 1 phụ thuộc vào các mẫu. Ngoài ra, quá trình ủ trung gian được thực hiện trong 30 giây bằng cách gia nhiệt các tấm thép cán nguội lên đến 700°C, thấp hơn nhiệt độ Ar1, trong môi trường khí không oxy hóa. Tuy nhiên, ở số 111, quá trình ủ trung gian được thực hiện ở 900°C, là cao hơn hoặc bằng nhiệt độ Ar1, cho mục đích thay đổi các giá trị của Sac và Sbc. Tiếp theo, chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội (cán ép nhẹ) được thực hiện để các mức giảm cán được thay đổi như được thể hiện trong bảng 1 phụ thuộc vào các mẫu. Ở số 112, quá trình cán ép nhẹ không được thực hiện. Ở đây, đối với số 116, tấm thép cán nóng được cán nguội đến độ dày 0,360mm, và, sau quá trình ủ trung gian, chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội được thực hiện cho đến khi độ dày tấm đạt 0,35mm.

Tiếp theo, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện ở 800°C trong hai giờ sau chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội (cán ép nhẹ) để nghiên cứu các đặc tính từ, và

các mật độ từ thông B50 được đo. Để làm các mẫu đo, các mẫu 55mm x 55mm được thu thập theo hai hướng ở các góc 0°C và 45°C so với hướng cán. Ngoài ra, các mật độ từ thông B50 của hai loại mẫu này được đo, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng ở góc 45° so với hướng cán được gọi là B50D1, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng ở góc 135° so với hướng cán được gọi là B50D2, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng cán được gọi là B50L, và giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng ở góc 90° so với hướng cán được gọi là B50C. Ngoài ra, giá trị trung bình của B50D1, B50D2, B50L và B50C được gọi là trung bình trên toàn bộ chu vi của mật độ từ thông B50. Các điều kiện và các kết quả đo này được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2.

Ngoài ra, các lớp 1/2 của các tấm thép sau quá trình cán ép nhẹ được lộ ra bằng cách đánh bóng và được đo bằng SEM-EBSD, và các tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể theo mỗi định hướng và các giá trị KAM được tính bằng cách sử dụng chương trình OIM Analysis. Ngoài ra, mỗi S_{ac} , S_{bc} và S_{ag} được tính từ các giá trị KAM thu được. Các phương pháp tính đối với chúng là như được mô tả ở trên theo phương án này. Các trường nhìn được quan sát là $2400\mu\text{m}$, và mỗi giá trị số là giá trị trung bình của mỗi mẫu.

Bảng 1

Đang 1

Số	Thành phần (% khối lượng)												Mức giảm cán (%)		Ghi chú	
	C	Si	sol-Al	S	N	Mn	Ni	Co	Pt	Pb	Cu	Au	Về trái của công thức	Quá trình cán nguội		Quá trình cán ép nhẹ
101	0,0009	2,50	0,0085	0,0021	0,0022	3,11	-	-	-	-	-	-	0,60	85	9	Ví dụ của sáng chế
102	0,0009	2,51	0,0083	0,0023	0,0019	-	3,10	-	-	-	-	-	0,58	85	9	Ví dụ của sáng chế
103	0,0013	2,49	0,0068	0,0019	0,0022	-	-	3,12	-	-	-	-	0,62	85	9	Ví dụ của sáng chế
104	0,0007	2,50	0,0125	0,0023	0,0023	-	-	-	3,11	-	-	-	0,59	85	9	Ví dụ của sáng chế
105	0,0008	2,51	0,0091	0,0021	0,0019	-	-	-	-	3,13	-	-	0,61	85	9	Ví dụ của sáng chế
106	0,0011	2,52	0,0126	0,0020	0,0022	-	-	-	-	-	3,12	-	0,58	85	9	Ví dụ của sáng chế
107	0,0007	2,52	0,0110	0,0018	0,0018	-	-	-	-	-	-	3,13	0,60	85	9	Ví dụ của sáng chế
108	0,0008	3,17	0,0106	0,0018	0,0022	3,07	-	-	-	-	-	-	<u>-0,11</u>	85	9	Ví dụ so sánh
109	0,0010	2,46	0,3024	0,0016	0,0024	3,43	-	-	-	-	-	-	0,67	85	9	Ví dụ của sáng chế
110	0,0008	2,47	0,0129	0,0016	0,0022	3,06	-	-	-	-	-	-	0,58	66	9	Ví dụ so sánh
111	0,0009	2,54	0,0083	0,0020	0,0020	3,10	-	-	-	-	-	-	0,56	85	9	Ví dụ so sánh
112	0,0010	2,47	0,0086	0,0023	0,0017	3,10	-	-	-	-	-	-	0,62	85	Không thực hiện được	Ví dụ so sánh
113	0,0007	2,51	0,0117	0,0023	0,0016	3,13	-	-	-	-	-	-	0,61	78	9	Ví dụ của sáng chế
114	0,0008	2,51	0,0122	0,0016	0,0018	3,13	-	-	-	-	-	-	0,61	89	9	Ví dụ của sáng chế
115	0,0013	2,53	0,0106	0,0020	0,0023	3,13	-	-	-	-	-	-	0,59	96	9	Ví dụ của sáng chế
116	0,0011	2,51	0,0107	0,0018	0,0020	3,11	-	-	-	-	-	-	0,59	85	3	Ví dụ của sáng chế
117	0,0012	2,49	0,5987	0,0020	0,0023	3,71	-	-	-	-	-	-	0,62	85	9	Ví dụ của sáng chế
118	0,0009	2,50	0,8991	0,0018	0,0020	3,99	-	-	-	-	-	-	0,59	85	9	Ví dụ của sáng chế

Bảng 2

Bảng 2

Các đặc tính của tấm thép					B50 sau quá trình ủ ở 800°C trong hai giờ (T)							Ghi chú
Số	Sac	Sbc	Sag	Độ dày tấm (mm)	Trung bình trên toàn bộ chu vi B50	B50D1 (T)	B50D2 (T)	B50L (T)	B50C (T)	Công thức (2)	Công thức (3)	
101	0,242	0,091	0,007	0,35	1,681	1,810	1,808	1,558	1,548	O	O	Ví dụ của sáng chế
102	0,244	0,091	0,006	0,35	1,677	1,813	1,812	1,556	1,527	O	O	Ví dụ của sáng chế
103	0,239	0,093	0,012	0,35	1,683	1,812	1,810	1,556	1,553	O	O	Ví dụ của sáng chế
104	0,237	0,091	0,013	0,35	1,676	1,807	1,810	1,557	1,531	O	O	Ví dụ của sáng chế
105	0,241	0,089	0,009	0,35	1,677	1,813	1,812	1,556	1,528	O	O	Ví dụ của sáng chế
106	0,239	0,088	0,007	0,35	1,683	1,808	1,813	1,556	1,555	O	O	Ví dụ của sáng chế
107	0,241	0,090	0,010	0,35	1,678	1,812	1,811	1,555	1,534	O	O	Ví dụ của sáng chế
108	0,106	0,084	0,037	0,35	1,609	1,546	1,558	1,686	1,646	X	X	Ví dụ so sánh
109	0,239	0,090	0,011	0,35	1,671	1,787	1,786	1,561	1,550	O	O	Ví dụ của sáng chế
110	0,212	0,122	0,110	0,50	1,649	1,551	1,559	1,689	1,796	X	X	Ví dụ so sánh
111	0,057	0,081	0,042	0,35	1,632	1,518	1,561	1,689	1,760	X	X	Ví dụ so sánh
112	0,154	0,033	0,039	0,35	1,631	1,536	1,561	1,687	1,740	X	X	Ví dụ so sánh
113	0,238	0,086	0,009	0,50	1,680	1,807	1,810	1,551	1,553	O	O	Ví dụ của sáng chế
114	0,243	0,093	0,010	0,25	1,681	1,814	1,809	1,552	1,548	O	O	Ví dụ của sáng chế
115	0,237	0,091	0,014	0,10	1,707	1,840	1,813	1,552	1,622	O	O	Ví dụ của sáng chế
116	0,221	0,065	0,022	0,35	1,680	1,760	1,759	1,577	1,625	O	X	Ví dụ của sáng chế
117	0,240	0,091	0,008	0,35	1,658	1,777	1,780	1,548	1,528	O	O	Ví dụ của sáng chế
118	0,244	0,091	0,009	0,35	1,649	1,769	1,768	1,540	1,520	O	O	Ví dụ của sáng chế

Các giá trị được gạch chân trong bảng 1 và bảng 2 cho biết các điều kiện lệch khỏi phạm vi của sáng chế. Trong toàn bộ từ số 101 đến số 107, số 109 và số 113 đến số 118, là các ví dụ của sáng chế, các mật độ từ thông B50 là các giá trị phù hợp theo cả hai theo hướng 45° và trên trung bình trên toàn bộ chu vi. Mặt khác, Ở số 108, là ví dụ so sánh, do nồng độ Si cao, giá trị của vế trái của công thức nhỏ hơn hoặc bằng 0, và chế phẩm này không trải qua quá trình biến đổi α - γ , các mật độ từ thông B50 đều thấp. Ở số 110, là ví dụ so sánh, vì Sag vượt quá 0,05, mật độ từ thông thấp. Ở số 111 và số 112, là các ví dụ so sánh, vì $Sac > Sbc > Sag$ không được thỏa mãn, các mật độ từ thông B50 đều thấp. Trong trường hợp số 111, cho rằng, vì nhiệt độ trong quá trình ủ trung gian cao hơn nhiệt độ Ac1, sự biến đổi α - γ đã xảy ra, số lượng của các hạt tinh thể {100} giảm, số lượng của các biến dạng còn lại trong các hạt tinh thể {100}, và quá trình ủ giảm ứng suất sau quá trình cán ép nhẹ đã không làm cho các hạt tinh thể {100} phát triển đủ. Ở số 116, các đặc tính từ thuận lợi, nhưng mức giảm cán trong quá trình cán ép nhẹ bị thay đổi, và do đó công thức (3) không được thỏa mãn.

Ví dụ thứ hai

Thép nóng chảy được đúc, do đó tạo ra các thỏi có các thành phần được thể hiện trong bảng 3 dưới đây. Sau đó, các thỏi tạo ra được cán nóng bằng cách được gia nhiệt lên đến 1150°C và được cán để các độ dày tấm đạt 2,5mm. Ngoài ra, sau khi kết thúc bước cán tinh, các tấm thép cán nóng được làm nguội bằng nước và được quấn. Nhiệt độ kết thúc trong giai đoạn của hành trình cuối cùng của bước cán tinh ở thời điểm này bằng 830°C và tất cả các nhiệt độ đều cao hơn nhiệt độ Ar1. Ngoài ra, các nhiệt độ quấn ở thời điểm quấn được đặt đến 500°C .

Tiếp theo, các tấm thép cán nóng được tẩy gỉ để loại bỏ gỉ. Tiếp theo, quá trình cán nguội được thực hiện ở mức giảm cán bằng 85% để độ dày tấm đạt 0,385mm. Ngoài ra, quá trình ủ trung gian được thực hiện trong 30 giây bằng cách gia nhiệt các tấm thép cán nguội lên đến 700°C , thấp hơn nhiệt độ Ar1, trong môi trường khí không oxy hóa. Tiếp theo, chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội (cán ép nhẹ) được thực hiện ở mức giảm cán 9% cho đến khi các độ dày tấm đạt 0,35mm. Ở đây, đối với số 215, tấm thép cán nóng được cán nguội đến độ dày 0,360mm, và, sau quá trình ủ trung gian, chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội được thực hiện cho đến khi độ dày tấm đạt 0,35mm.

Tiếp theo, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện ở 800°C trong hai giờ sau chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội (cán ép nhẹ) để nghiên cứu các đặc tính từ, và, các mật độ từ thông B50 và các tổn hao do sắt W10/400 được đo. Các mật độ từ thông B50 được đo theo thứ tự giống như trong ví dụ thứ nhất. Mặt khác, tổn hao do sắt W10/400 được đo dưới dạng tổn hao năng lượng (W/kg) trên trung bình toàn bộ chu vi gây ra trong mẫu khi từ trường dòng xoay chiều 400Hz được đặt vào để mật độ từ thông lớn nhất đạt 1,0T. Các điều kiện này và các kết quả được thể hiện trong bảng 3 và bảng 4.

Ngoài ra, các lớp 1/2 của các tấm thép sau quá trình cán ép nhẹ được lộ ra bằng cách đánh bóng và được đo bằng SEM-EBSD, và các tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể theo mỗi định hướng và các giá trị KAM được tính bằng cách sử dụng chương trình OIM Analysis. Ngoài ra, mỗi Sac, Sbc và Sag được tính từ các giá trị KAM thu được. Các phương pháp tính đối với nó là như được mô tả ở trên trong phương án này. Các trường nhìn được quan sát là $2400\mu\text{m}$, và mỗi giá trị số là giá trị trung bình của mỗi mẫu.

Bảng 3

Đang

Thành phần (% khối lượng)																				
Số	C	Si	sol-Al	S	N	Mn	Sn	Sb	P	Mg	Ca	Sr	Ba	Ce	La	Nd	Pr	Zn	Cd	Vết trái của công thức
201	0,0013	2,51	0,0123	0,0016	0,0021	3,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57
202	0,0012	2,52	0,0125	0,0022	0,0018	3,11	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58
203	0,0008	2,48	0,0090	0,0017	0,0024	3,09	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60
204	0,0009	2,53	0,0100	0,0021	0,0021	3,09	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54
205	0,0007	2,54	0,0104	0,0024	0,0018	3,07	-	-	-	0,0049	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52
206	0,0013	2,53	0,0118	0,0020	0,0017	3,11	-	-	-	-	0,0053	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57
207	0,0006	2,54	0,0113	0,0022	0,0022	3,13	-	-	-	-	-	0,0050	-	-	-	-	-	-	-	0,58
208	0,0014	2,52	0,0129	0,0024	0,0017	3,06	-	-	-	-	-	-	0,0047	-	-	-	-	-	-	0,53
209	0,0011	2,47	0,0140	0,0019	0,0024	3,12	-	-	-	-	-	-	-	0,0052	-	-	-	-	-	0,64
210	0,0011	2,53	0,0061	0,0022	0,0022	3,08	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0053	-	-	-	-	0,55
211	0,0008	2,52	0,0103	0,0020	0,0017	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0051	-	-	-	0,53
212	0,0006	2,52	0,0123	0,0016	0,0018	3,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0054	-	-	0,56
213	0,0010	2,47	0,0088	0,0020	0,0018	3,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0048	-	0,58
214	0,0008	2,51	0,0104	0,0024	0,0018	3,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0051	0,56
215	0,0011	2,49	0,0096	0,0020	0,0021	3,09	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59
216	0,0009	2,49	0,6026	0,0020	0,0020	3,72	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62
217	0,0008	2,49	0,9021	0,0018	0,0019	4,01	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62

Bảng 4

Bảng 4

Mức giảm cán (%)		Các đặc tính của tấm thép			B50 sau quá trình ủ ở 800°C trong hai giờ (T)								Ghi chú	
		Sac	Sbc	Sag	Trung bình trên toàn bộ chu vi B50 (T)	W10/400 (W/kg)	B50D1 (T)	B50D2 (T)	B50L (T)	B50C (T)	Công thức (2)	Công thức (3)		
Số	Cán nguội	Cán ép nhẹ												
	85	9	0,239	0,092	0,011	1,679	15,32	1,812	1,798	1,561	1,544	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,237	0,089	0,010	1,701	15,34	1,821	1,822	1,549	1,613	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,239	0,086	0,011	1,702	15,28	1,818	1,826	1,567	1,596	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,240	0,087	0,007	1,703	15,31	1,824	1,835	1,568	1,587	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,241	0,088	0,008	1,682	14,93	1,809	1,808	1,539	1,571	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,238	0,090	0,013	1,678	14,90	1,813	1,802	1,541	1,556	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,243	0,087	0,011	1,682	14,93	1,808	1,824	1,536	1,561	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,237	0,092	0,010	1,681	14,87	1,808	1,799	1,568	1,549	O	O	Ví dụ của sáng chế
	85	9	0,238	0,090	0,008	1,680	14,90	1,812	1,827	1,560	1,521	O	O	Ví dụ của sáng chế
201	85	9	0,244	0,088	0,011	1,678	14,87	1,809	1,827	1,549	1,525	O	O	Ví dụ của sáng chế
210	85	9	0,239	0,087	0,012	1,681	14,89	1,809	1,812	1,542	1,560	O	O	Ví dụ của sáng chế
211	85	9	0,240	0,087	0,014	1,677	14,93	1,810	1,824	1,561	1,514	O	O	Ví dụ của sáng chế
212	85	9	0,243	0,089	0,013	1,677	14,86	1,809	1,817	1,545	1,539	O	O	Ví dụ của sáng chế
213	85	9	0,242	0,093	0,011	1,677	14,93	1,814	1,808	1,548	1,537	O	O	Ví dụ của sáng chế
214	85	3	0,223	0,061	0,031	1,690	15,31	1,768	1,753	1,636	1,601	O	X	Ví dụ của sáng chế
215	85	9	0,237	0,093	0,011	1,648	14,32	1,765	1,788	1,530	1,511	O	O	Ví dụ của sáng chế
216	85	9	0,240	0,092	0,009	1,640	13,80	1,770	1,745	1,517	1,528	O	O	Ví dụ của sáng chế
217	85	9	0,240	0,092	0,009	1,640	13,80	1,770	1,745	1,517	1,528	O	O	Ví dụ của sáng chế

Số 201 đến số 217 đều là các ví dụ của sáng chế và đều có các đặc tính từ phù hợp. Cụ thể, các mật độ từ thông B50 cao hơn ở số 202 đến số 204 so với ở số 201, số 205 đến số 217, và các tổn hao do sắt W10/400 thấp hơn ở số 205 đến số 214, số 217 và số 217 so với ở số 201 đến số 204 và số 215. Cho rằng các kết quả này thu được bằng cách điều chỉnh các thành phần của các tấm thép điện không định hướng. Ngoài ra, ở số 215, các đặc tính từ phù hợp, nhưng mức giảm cán trong quá trình cán ép nhẹ bị thay đổi, và do đó công thức (3) không được thỏa mãn.

Ví dụ thứ ba

Thép nóng chảy được đúc, do đó tạo ra các thỏi có các thành phần được thể hiện trong bảng 5 dưới đây. Sau đó, các thỏi tạo ra được cán nóng bằng cách được gia nhiệt lên đến 1150°C và cán để các độ dày tấm đạt 2,5mm. Ngoài ra, sau khi kết thúc bước cán tinh, các tấm thép cán nóng được làm nguội bằng nước và được quấn. Nhiệt độ kết thúc trong giai đoạn của hành trình cuối cùng của bước cán tinh ở thời điểm này bằng 830°C và tất cả các nhiệt độ cao hơn nhiệt độ Ar1. Ngoài ra, các tấm thép cán nóng được quấn ở các nhiệt độ quấn được thể hiện trong bảng 6, tương ứng.

Tiếp theo, các tấm thép cán nóng được tẩy gỉ để loại bỏ gỉ và được cán nguội ở mức giảm cán 85% cho đến khi các độ dày tấm đạt 0,385mm. Ngoài ra, quá trình ủ trung gian được thực hiện trong môi trường khí không oxy hóa trong 30 giây, và các nhiệt độ trong quá trình ủ trung gian được kiểm soát để các tỷ lệ kết tinh lại trở thành 85%. Tiếp theo, chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội (cán ép nhẹ) được thực hiện ở mức giảm cán 9% cho đến khi các độ dày tấm đạt 0,35mm.

Tiếp theo, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện ở 800°C trong hai giờ sau chu kỳ thứ hai của quá trình cán nguội (cán ép nhẹ) để nghiên cứu các đặc tính từ, và, tương tự với ví dụ thứ hai, các mật độ từ thông B50 và các tổn hao do sắt W10/400 được đo. Mật độ từ thông B50 theo mỗi hướng được đo theo thứ tự giống như trong ví dụ thứ nhất. Mặt khác, tổn hao do sắt W10/400 được đo dưới dạng tổn hao năng lượng (W/kg) trên trung bình toàn bộ chu vi gây ra trong mẫu khi từ trường dòng xoay chiều 400Hz được đặt vào để mật độ từ thông lớn nhất đạt 1,0T. Các điều kiện này và các kết quả được thể hiện trong bảng 5 và bảng 6.

Ngoài ra, các lớp 1/2 của các tấm thép sau quá trình cán ép nhẹ được lộ ra bằng cách đánh bóng và được đo bằng SEM-EBSD, và các tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể theo mỗi định hướng và các giá trị KAM được tính bằng cách sử dụng chương trình OIM Analysis. Ngoài ra, mỗi S_{ac} , S_{bc} và S_{ag} được tính từ các giá trị KAM thu được. Các phương pháp tính đối với chúng là như được mô tả ở trên trong phương án này. Các trường nhìn được quan sát là $2400\mu m$, và mỗi giá trị số là giá trị trung bình của mỗi mẫu.

Bảng 5

Chế phẩm	Thành phần (% khối lượng)						Vế trái của công thức
	C	Si	sol-Al	S	N	Mn	
A	0,0009	2,51	0,0107	0,0022	0,0020	3,10	0,57
B	0,0008	2,49	0,2995	0,0020	0,0021	3,41	0,61
C	0,0012	2,49	0,4487	0,0021	0,0019	3,54	0,60
D	0,0009	2,50	0,6014	0,0018	0,0018	3,70	0,60
E	0,0009	2,50	0,7501	0,0019	0,0021	3,87	0,62

Bảng 6

Số	Chế phẩm	Các đặc tính của tấm thép			Nhiệt độ quán (°C)	B50 sau quá trình ủ ở 800°C trong hai giờ (T)						Công thức (2)	Công thức (3)	Ghi chú
		Sac	Sbc	Sag		Trung bình trên toàn bộ chu vi B50 (T)	W10/400 (W/kg)	B50D1 (T)	B50D2 (T)	B50L (T)	B50C (T)			
301	A	0,242	0,091	0,006	500	1,673	15,33	1,796	1,794	1,560	1,546	O	O	Ví dụ của sáng chế
302	A	0,241	0,090	0,009	600	1,677	15,27	1,783	1,785	1,561	1,579	O	O	Ví dụ của sáng chế
303	A	<u>0,057</u>	0,081	0,044	700	1,649	15,84	1,719	1,718	1,575	1,580	O	X	Ví dụ so sánh
304	A	0,241	0,089	0,007	400	1,671	15,28	1,789	1,789	1,562	1,547	O	O	Ví dụ của sáng chế
305	A	0,242	0,089	0,008	300	1,669	15,40	1,785	1,786	1,558	1,542	O	O	Ví dụ của sáng chế
306	A	<u>0,058</u>	0,081	0,041	200	1,650	15,82	1,748	1,750	1,540	1,565	O	O	Ví dụ so sánh
307	B	0,242	0,091	0,006	500	1,671	15,11	1,788	1,790	1,555	1,553	O	O	Ví dụ của sáng chế
308	B	0,241	0,090	0,009	600	1,671	14,99	1,782	1,782	1,555	1,567	O	O	Ví dụ của sáng chế
309	B	<u>0,057</u>	0,081	0,044	700	1,645	15,55	1,714	1,714	1,574	1,581	O	X	Ví dụ so sánh
310	B	0,241	0,089	0,007	400	1,665	15,10	1,785	1,784	1,554	1,537	O	O	Ví dụ của sáng chế
311	B	0,242	0,089	0,008	300	1,663	15,09	1,781	1,782	1,555	1,536	O	O	Ví dụ của sáng chế
312	B	<u>0,058</u>	0,081	0,041	200	1,646	15,61	1,747	1,746	1,534	1,563	O	O	Ví dụ so sánh
313	C	0,242	0,091	0,006	500	1,667	14,80	1,783	1,787	1,552	1,546	O	O	Ví dụ của sáng chế
314	C	0,241	0,090	0,009	600	1,664	14,76	1,774	1,777	1,552	1,554	O	O	Ví dụ của sáng chế
315	C	<u>0,057</u>	0,081	0,044	700	1,642	15,32	1,709	1,711	1,582	1,567	O	X	Ví dụ so sánh
316	C	0,241	0,089	0,007	400	1,659	14,78	1,779	1,780	1,551	1,524	O	O	Ví dụ của sáng chế
317	C	0,242	0,089	0,008	300	1,658	14,87	1,776	1,777	1,551	1,526	O	O	Ví dụ của sáng chế
318	C	<u>0,058</u>	0,081	0,041	200	1,640	15,32	1,741	1,738	1,530	1,553	O	O	Ví dụ so sánh
319	D	0,244	0,092	0,006	500	1,659	14,29	1,777	1,780	1,546	1,534	O	O	Ví dụ của sáng chế
320	D	<u>0,057</u>	0,081	0,040	700	1,629	14,79	1,705	1,705	1,552	1,554	O	X	Ví dụ so sánh
321	D	<u>0,056</u>	0,083	0,043	200	1,630	14,83	1,734	1,736	1,519	1,530	O	O	Ví dụ so sánh
322	E	0,242	0,090	0,007	500	1,655	13,84	1,774	1,775	1,540	1,532	O	O	Ví dụ của sáng chế
323	E	<u>0,056</u>	0,079	0,041	700	1,627	14,65	1,702	1,702	1,555	1,549	O	X	Ví dụ so sánh
324	E	<u>0,057</u>	0,082	0,042	200	1,617	14,62	1,728	1,727	1,513	1,501	O	O	Ví dụ so sánh

Các giá trị được gạch chân trong bảng 6 cho biết các điều kiện lệch khỏi phạm vi của sáng chế. Trong toàn bộ số 301, số 302, số 304, số 305, số 307, số 308, số 310, số 311, số 313, số 314, số 316, số 317, số 319 và số 322, là các ví dụ của sáng chế, các mật độ từ thông B50 là các giá trị phù hợp cả hai theo hướng 45° và trên trung bình trên toàn bộ chu vi. Mặt khác, Ở số 303, số 306, số 309, số 312, số 315, số 318, số 320, số 321, số 323 và số 324, là các ví dụ so sánh, do các nhiệt độ quản lệch khỏi phạm vi tối ưu, mối quan hệ $S_{ac} > S_{bc} > S_{ag}$ không được thỏa mãn, và các mật độ từ thông B50 đều thấp.

Như được hiểu từ các ví dụ đã mô tả ở trên, tấm thép điện không định hướng theo sáng chế có các đặc tính từ vượt trội trên trung bình toàn bộ chu vi (trung bình theo mọi hướng) do thành phần hóa học, các điều kiện cán nóng, các điều kiện cán nguội, các điều kiện ủ và tỷ lệ kết tinh lại được kiểm soát một cách thích hợp.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép điện không định hướng trong đó có thể thu được các đặc tính từ vượt trội trên trung bình toàn bộ chu vi (trung bình theo mọi hướng), và do đó sáng chế rất có khả năng áp dụng công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép điện không định hướng có thành phần hóa học trong đó, theo % khối lượng:

C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%,

Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%,

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%,

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%,

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%,

một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,

P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và

một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100% được chứa,

khi hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni (% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được ký hiệu là [sol. Al], công thức (1) dưới đây được thỏa mãn, và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất,

trong đó độ dày tấm nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm, và,

trong mặt cắt ngang tùy ý, khi tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} được ký hiệu là Sac, tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {110} được ký hiệu là Sag, và tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể {100} trong vùng lên tới 20% từ phía mà giá trị định hướng sai

trung bình của nhân tinh thể (kernel average misorientation, KAM) cao được ký hiệu là S_{bc} , thì $S_{ac} > S_{bc} > S_{ag}$ và $0,05 > S_{ag}$ được thỏa mãn,

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \dots (1).$$

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

trong đó, khi giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng cán được ký hiệu là B50L, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 45° so với hướng cán được ký hiệu là B50D1, giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và giá trị của mật độ từ thông B50 theo hướng có góc 135° so với hướng cán được ký hiệu là B50D2, sau khi tấm thép điện không định hướng được ủ ở 800°C trong hai giờ, công thức (2) dưới đây được thỏa mãn,

$$(B50D1 + B50D2)/2 > (B50L + B50C)/2 \dots (2).$$

3. Tấm thép điện không định hướng theo điểm 2,

trong đó công thức (3) dưới đây được thỏa mãn,

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,1 \times (B50L + B50C)/2 \dots (3).$$

4. Tấm thép điện không định hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, còn bao gồm:

theo % khối lượng, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có:

Sn: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%, và

P: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%.

5. Tấm thép điện không định hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có:

Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0100%.