



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

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

(11)



1-0049416

(51)<sup>2022.01</sup> C21D 8/12; C22C 38/14; C22C 38/00

(13) B

(21) 1-2023-05844

(22) 14/04/2021

(86) PCT/JP2021/015433 14/04/2021

(87) WO 2022/219742 A1 20/10/2022

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/01/2024 430A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) Yoshihiro ARITA (JP).

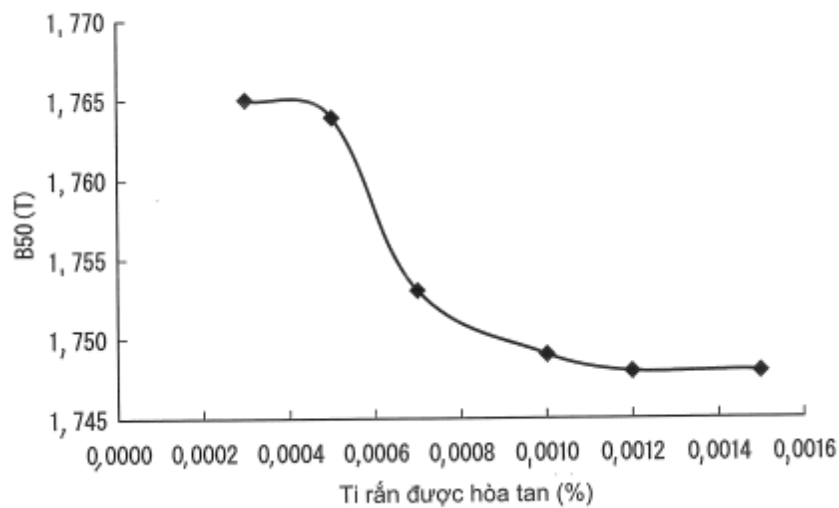
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP CÁN NÓNG DÙNG CHO TẤM THÉP ĐIỆN KHÔNG ĐỊNH HƯỚNG  
VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(21) 1-2023-05844

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng, trong đó lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn, Ti cacbua có đường kính đường tròn tương đương từ 10 đến 50 nm tồn tại trong hạt và ở biên hạt của hạt ferit, 10 đến 100 % số lượng của Ti cacbua mà tồn tại trong hạt được làm kết tủa kết hợp với Mn sunfua, và mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt là 0,1 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn.

FIG. 1



## **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

[0001]

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng và phương pháp sản xuất tấm thép này.

## **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

[0002]

Trong những năm gần đây, do sự gia tăng nhu cầu trên toàn thế giới đối với việc tiết kiệm năng lượng trong thiết bị điện, được yêu cầu là cải thiện hơn nữa hiệu năng của tấm thép điện không định hướng được sử dụng làm vật liệu lõi cho máy điện quay.

[0003]

Đối với các động cơ mẫu hiệu suất cao của các sản phẩm điện, tấm thép điện không định hướng chất lượng cao được sử dụng. Nói chung, đối với tấm thép điện không định hướng chất lượng cao, điện trở được tăng lên nhờ việc gia tăng hàm lượng Si và Al, và kích cỡ hạt được kiểm soát để là thô.

[0004]

Mặt khác, đối với các động cơ mẫu mục đích thông thường của các sản phẩm điện, tấm thép điện không định hướng hạng thông thường được sử dụng. Trong những năm gần đây, được yêu cầu là cải thiện hiệu năng ngay cả cho mẫu mục đích thông thường của động cơ. Tuy nhiên, do chi phí cần thiết là nghiêm trọng cho mẫu mục đích thông thường, nên khó chuyển đổi tấm thép điện không định hướng sang loại chất lượng cao như mẫu hiệu suất cao.

[0005]

Nói chung, tấm thép điện không định hướng hạ thông thường có thành phần hóa học trong đó hàm lượng Si là thấp hơn. Trong tấm thép điện không định hướng hạ thông thường, ví dụ, sự phát triển hạt được tạo thành được thúc đẩy trong quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện sau khi đột dập để tạo hình dạng cho lõi động cơ, và nhờ đó, đặc tính tổn hao sắt được cố gắng cải thiện.

[0006]

Đối với phương pháp cải thiện sự phát triển hạt trong quá trình ủ giảm ứng suất, các kỹ thuật sau đây đã được đề xuất.

[0007]

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện có đặc tính từ tuyệt vời, phương pháp bao gồm bước tạo ra phôi thép chứa 0,065% hoặc nhỏ hơn của C, 2,0% hoặc nhỏ hơn của Si, 0,10% hoặc nhỏ hơn của Al, 0,020% hoặc nhỏ hơn của O, 0,50 đến 2,50 của B/N, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi, cán nóng phôi thép để thu được tấm cán nóng, cán nguội tấm cán nóng bằng cách cán nguội một lần hoặc bằng cách cán nguội hai lần hoặc lớn hơn với bước ủ trung gian đến độ dày cuối cùng, và sau đó, ủ tấm thu được.

[0008]

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ tấm thép điện không định hướng có kích cỡ hạt trung bình 50  $\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn sau khi ủ từ và có tổn hao sắt thấp, trong đó tấm thép điện không định hướng bao gồm 0,015% hoặc nhỏ hơn của C, 0,1 đến 1,0% của Si, 0,001 đến 0,005% của sol. Al, 1,5% hoặc nhỏ hơn của Mn, 0,008% hoặc nhỏ hơn của S, 0,0050% hoặc nhỏ hơn của N, 0,02% hoặc nhỏ hơn của T. O., và trong đó tỷ lệ trọng lượng của MnO so với tổng trọng lượng của ba loại bao gồm  $\text{SiO}_2$ , MnO và  $\text{Al}_2\text{O}_3$  trong thép là 15% hoặc nhỏ hơn.

[0009]

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ tấm thép điện không định hướng có đặc tính từ tuyệt vời, trong đó tấm thép điện không định hướng bao gồm, theo % khối lượng, 0,01% hoặc nhỏ hơn của C, 0,1 đến 2,0% của Si, 0,1 đến 1,5% của Mn, và 0,1% hoặc nhỏ hơn của Al hoặc 0,05% hoặc nhỏ hơn của Zr tùy thuộc vào phương pháp khử oxy của thép, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi, và trong đó số oxit có đường kính là 0,5 đến 5  $\mu\text{m}$  là 1000 đến 50000 trên 1  $\text{cm}^2$  trong thép.

[0010]

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ tấm thép điện không định hướng, trong đó tấm thép điện không định hướng bao gồm, theo % khối lượng, 0,0050% hoặc nhỏ hơn của C, 0,05 đến 3,5% của Si, 3,0% hoặc nhỏ hơn của Mn, 3,0% hoặc nhỏ hơn của Al, 0,008% hoặc nhỏ hơn của S, 0,15% hoặc nhỏ hơn của P, 0,0050% hoặc nhỏ hơn của N, và 0,2% hoặc nhỏ hơn của Cu, trong đó  $(\text{S trong Cu sunfua}) / (\text{S trong thép}) \leq 0,2$  hoặc  $(\text{S trong Cu sunfua}) / (\text{S trong Mn sunfua}) \leq 0,2$  được thỏa mãn, và trong đó mật độ số lượng của sunfua chứa Cu có đường kính là 0,03 đến 0,20  $\mu\text{m}$  là 0,5/ $\mu\text{m}^3$  hoặc nhỏ hơn trong tấm thép.

[0011]

Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ tấm thép điện không định hướng, trong đó tấm thép điện không định hướng bao gồm, theo % khối lượng, 1,5% hoặc nhỏ hơn của Si, 0,4 đến 1,5% của Mn, 0,01 đến 0,04% của sol.Al, 0,0015% hoặc nhỏ hơn của Ti, 0,0030% hoặc nhỏ hơn của N, 0,0010 đến 0,0040% của S, 0,5 đến 1,5 của B làm B/N, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó 10% số lượng hoặc lớn hơn của sunfua chứa Mn được kết tủa kết hợp với B kết tủa, trong đó mật độ phân bố trong tổng số của MnS,  $\text{Cu}_2\text{S}$ , và sunfua kết hợp của chúng là  $3,0 \times 10^5$  phần/ $\text{mm}^2$  hoặc nhỏ hơn, và trong đó mật độ phân bố của Ti kết tủa có đường kính nhỏ hơn 0,1  $\mu\text{m}$  là  $1,0 \times 10^3$  phần/ $\text{mm}^2$  hoặc nhỏ hơn.

Tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

[0012]

[Tài liệu sáng chế 1] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản, công bố lần đầu số S54-163720

[Tài liệu sáng chế 2] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản, công bố lần đầu số S63-195217

[Tài liệu sáng chế 3] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản, công bố lần đầu số H3-104844

[Tài liệu sáng chế 4] Công bố đơn sáng chế Nhật Bản, công bố lần đầu số 2004-2954

[Tài liệu sáng chế 5] Công bố đơn quốc tế theo hiệp ước PCT số WO2005/100627

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết

[0013]

Các kỹ thuật trong các tài liệu sáng chế 1 đến 5 cố gắng làm giảm tổn hao sắt bằng cách thúc đẩy sự phát triển hạt trong quá trình ủ giảm ứng suất. Tuy nhiên, trong các kỹ thuật này, vấn đề mới phát sinh là mật độ từ thông giảm xuống do tổn hao sắt giảm xuống. Như được mô tả nêu trên, tấm thép điện không định hướng hạng thông thường trong đó thành phần hóa học bị giới hạn có vấn đề là khó đáp ứng cả hai tiêu chí tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ở mức cao.

[0014]

Sáng chế được tạo ra để giải quyết vấn đề nêu trên. Mục đích của sáng chế

là đề xuất tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng mà đạt được cả hai tiêu chí tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ngay cả khi thành phần hóa học bị giới hạn, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Giải pháp giải quyết vấn đề

[0015]

Khía cạnh của sáng chế là như sau.

[0016]

(1) Tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo một khía cạnh của sáng chế,

tấm thép cán nóng bao gồm, làm thành phần hóa học, theo % khối lượng,

0,0010 đến 0,0050% của C,

0,1 đến nhỏ hơn 0,5% của Si,

0,1 đến 0,5% của Mn,

0,1 đến 0,5% của Al,

0,0010 đến 0,0030% của tổng Ti,

0,0010 đến 0,0030% của N,

lớn hơn 0,0015 đến 0,0040% của S,

0 đến 0,0030% của Nb,

0 đến 0,0030% của V,

0 đến 0,0030% của Zr,

0 đến 0,100% của Sn, và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, trong đó  
lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn,  
khi quan sát bề mặt được quan sát mà song song với chiều cán và chiều  
ngang,

Ti cacbua có đường kính đường tròn tương đương là 10 đến 50 nm tồn tại  
trong hạt và ở biên hạt của hạt ferit,

10 đến 100% số lượng của Ti cacbua mà tồn tại trong hạt được làm kết tủa  
kết hợp với Mn sunfua, và

mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt là 0,1 phân/ $\mu\text{m}$  hoặc  
nhỏ hơn.

(2) Tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo  
mục (1) nêu trên,

tấm thép cán nóng có thể bao gồm, làm thành phần hóa học, theo % khối  
lượng,

0,010 đến 0,100% của Sn.

(3) Phương pháp sản xuất của tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện  
không định hướng theo mục (1) hoặc (2) nêu trên, phương pháp bao gồm

quy trình đúc khuôn để đúc khuôn thép nóng chảy để thu được phôi bao  
gồm, làm thành phần hóa học, theo % khối lượng,

0,0010 đến 0,0050% của C,

0,1 đến nhỏ hơn 0,5% của Si,

0,1 đến 0,5% của Mn,

0,1 đến 0,5% của Al,

0,0010 đến 0,0030% của tổng Ti,  
0,0010 đến 0,0030% của N,  
lớn hơn 0,0015 đến 0,0040% của S,  
0 đến 0,0030% của Nb,  
0 đến 0,0030% của V,  
0 đến 0,0030% của Zr,  
0 đến 0,100% của Sn, và  
phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, và  
quy trình cán nóng để cán nóng phôi để thu được tấm thép cán nóng, trong  
đó  
trong quy trình cán nóng,  
phôi trước khi cán nóng được gia nhiệt và được giữ trong khoảng nhiệt độ  
từ 1150 đến 1200°C trong 10 đến 60 phút,  
rãnh cán cuối cùng với việc giảm 20 đến 30% được tiến hành ở bước cán  
nóng cuối cùng, và  
tấm thép sau khi cán nóng được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 800 đến nhỏ  
hơn 900°C trong 15 đến 30 phút.

Hiệu quả của sáng chế

[0017]

Theo khía cạnh nêu trên của sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng mà đạt được cả tiêu chí tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ngay cả khi thành phần hóa học bị giới hạn, và phương

pháp sản xuất tấm thép này.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

[0018]

Fig.1 là đồ thị thể hiện quan hệ giữa lượng Ti rắn được hòa tan đối với tấm thép cán nóng và mật độ từ thông B50 sau khi ủ giảm ứng suất đối với tấm thép điện không định hướng.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

[0019]

Sau đây, phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả chi tiết. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn chỉ ở cấu tạo được bộc lộ trong phương án này, và các cải biến khác nhau là có thể thực hiện mà không đi chệch khỏi khía cạnh của sáng chế. Ngoài ra, khoảng giới hạn như được mô tả dưới đây bao gồm giới hạn dưới và giới hạn trên của nó. Tuy nhiên, giá trị được thể hiện bởi "lớn hơn" hoặc "nhỏ hơn" không bao gồm trong khoảng giới hạn này. Trừ khi được lưu ý khác, "%" của lượng nguyên tố tương ứng thể hiện "% khối lượng".

[0020]

Tác giả sáng chế đã nghiên cứu lý do tại sao mật độ từ thông sau khi ủ giảm ứng suất là thấp hơn so với trước khi ủ giảm ứng suất liên quan đến thép được bổ sung Al chứa xấp xỉ 0,002% của Ti, tập trung vào trạng thái tồn tại của Ti.

[0021]

Nói chung, thép được bổ sung Al có xu hướng tạo thành AlN thô trong quy trình tạo thành thép hoặc quy trình cán nóng. AlN thô được tạo thành không ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển hạt. Tuy nhiên, khi AlN thô được tạo thành, lượng N trong thép giảm xuống, và sự kết tủa của TiN được ngăn chặn. Khi sự

kết tủa của TiN được ngăn chặn như được mô tả ở trên, lượng Ti rắn được hòa tan trong thép tăng lên (xem FIG.1).

[0022]

Đối với phương pháp làm giảm lượng Ti rắn được hòa tan đối với tấm thép cán nóng, việc giảm hàm lượng Ti đối với phôi là có thể hiểu được. Khi hàm lượng Ti đối với phôi giảm xuống, lượng Ti rắn được hòa tan đối với tấm thép cán nóng cũng giảm xuống. Kết quả là, sự phát triển hạt được giữ ổn định trong quá trình ủ giảm ứng suất đối với tấm thép điện không định hướng, và có thể ngăn sự giảm mật độ từ thông sau khi ủ giảm ứng suất. Tuy nhiên, Ti chứa trong phôi là nguyên tố tạp chất. Sẽ là không thuận lợi trong việc làm giảm hàm lượng Ti đối với phôi đến mức độ sao cho có thể ngăn việc giảm về mật độ từ thông được mô tả ở trên, do chi phí sản xuất tăng lên.

[0023]

Vì lý do này, tác giả sáng chế đã thực hiện một nghiên cứu chuyên sâu để thu được đặc tính từ tuyệt vời đối với tấm thép điện không định hướng hạng thông thường ngay cả khi Ti được chứa trong phôi như là tạp chất. Kết quả là, tác giả sáng chế đã phát hiện ra là sẽ là thuận lợi để giảm lượng Ti rắn được hòa tan trong thép bằng cách làm cho Ti được chứa như là tạp chất kết tủa làm Ti nitrua và Ti cacbua càng nhiều càng tốt trong tấm thép cán nóng.

[0024]

Ngoài ra, tác giả sáng chế đã phát hiện ra là, mặc dù Ti nitrua nêu trên là đủ thô về kích cỡ kết tủa và không ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển hạt, nhưng không đủ cho Ti cacbua nêu trên tạo ra kết tủa một cách đơn giản và cần thiết phải kiểm soát trạng thái kết tủa. Ví dụ, được thấy là Ti cacbua và Mn sunfua được làm cho được kết tủa kết hợp trong tấm thép cán nóng, lượng Ti cacbua mà kết tủa không kết hợp ở biên hạt được làm giảm, và nhờ đó, có thể phát triển ổn định hạt trong quá trình ủ giảm ứng suất trong tấm thép điện không định hướng. Ý tưởng

này được giải thích bên dưới.

[0025]

Đầu tiên, để làm giảm lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng, cần thiết phải làm kết tủa Ti trong thép làm Ti nitrua. Kết quả là của nghiên cứu là, được thấy là, khi phôi trước khi cán nóng được gia nhiệt trong sự kiểm soát, TiN được ưu tiên kết tủa với AlN, và lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng có thể giảm xuống đến mức độ nào đó. Để ưu tiên kết tủa TiN với AlN như được mô tả ở trên, phôi trước khi cán nóng có thể được gia nhiệt đến khoảng nhiệt độ từ 1150 đến 1200°C và được giữ trong khoảng nhiệt độ này trong 10 đến 60 phút.

[0026]

Tuy nhiên, sẽ là không đủ nếu chỉ làm cho Ti trong thép kết tủa làm Ti nitrua được mô tả ở trên. Để làm giảm lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng, cần thiết phải tiếp tục làm cho Ti trong thép kết tủa làm Ti cacbua. Ở thời điểm này, cần thiết phải ngăn Ti cacbua kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit bằng cách làm cho nó kết tủa kết hợp với Mn sunfua trong hạt của ferit, để không ngăn sự phát triển hạt. Kết quả là của nghiên cứu là, được thấy là Ti cacbua có thể được kết tủa ở trạng thái thuận lợi bằng cách kiểm soát sự giảm của rãnh cán cuối cùng trong bước cán nóng cuối cùng và bằng cách kiểm soát nhiệt độ của tấm thép sau khi cán nóng. Để thuận lợi kết tủa Ti cacbua như được mô tả ở trên, rãnh cán cuối cùng với sự giảm 20 đến 30% có thể được thực hiện ở bước cán nóng cuối cùng, và tấm thép sau khi cán nóng có thể được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 800 đến nhỏ hơn 900°C trong 15 đến 30 phút.

[0027]

Như được mô tả ở trên, Ti trong thép được làm cho kết tủa làm TiN bằng cách kiểm soát nhiệt độ trước khi cán nóng, và Ti trong thép được tiếp tục làm cho kết tủa làm TiC bằng cách kiểm soát việc cán trong rãnh cán cuối cùng của

bước cán nóng cuối cùng và bằng cách kiểm soát nhiệt độ sau khi cán nóng. Kết quả là, lượng Ti rắn được hòa tan giảm xuống trong tấm thép cán nóng, sự phát triển hạt trong quá trình ủ giảm ứng suất trở nên ổn định đối với tấm thép điện không định hướng, và nhờ đó, cả tiêu chí tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao đều thu được.

[0028]

TiN được kết tủa bằng cách kiểm soát nhiệt độ trước khi cán nóng là đủ thô về kích cỡ kết tủa và không ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển hạt. Mặt khác, TiC mà được kết tủa ở biên hạt làm suy giảm đáng kể sự phát triển hạt, nhưng TiC mà được kết tủa kết hợp với Mn sunfua trong hạt không làm suy giảm sự phát triển hạt. Do đó, cần thiết phải ngăn TiC kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit bằng cách làm cho nó kết tủa kết hợp với sunfua trong hạt của ferit.

[0029]

Cụ thể là, trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, trên tiền đề là sự giảm lượng Ti rắn được hòa tan bằng cách làm cho Ti trong thép kết tủa làm Ti nitrua và Ti cacbua, trạng thái kết tủa của Ti cacbua được kiểm soát để không ngăn sự phát triển hạt. Kết quả là, có thể thỏa mãn cả tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ở mức cao, ngay cả khi thành phần hóa học bị giới hạn là hạng thông thường.

[0030]

Hơn nữa, trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, do nó dựa trên việc giảm lượng Ti rắn được hòa tan, nên tốt hơn là làm giảm lượng Nb, V, và Zr mà là các nguyên tố tạo thành nitrua ngoài Ti, sao cho N trong thép không được sử dụng một cách không cần thiết. Ví dụ, mỗi lượng Nb, V, và Zr có thể là 0,0030% hoặc nhỏ hơn.

[0031]

<Thành phần hóa học của tấm thép cán nóng>

Ở đây, liên quan đến tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, các lý do giới hạn của thành phần hóa học được mô tả.

[0032]

Trong phương án, tấm thép cán nóng bao gồm, làm thành phần hóa học, các nguyên tố cơ sở, các nguyên tố tùy chọn khi cần thiết, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất.

[0033]

C (carbon) là nguyên tố cơ sở. Khi hàm lượng C vượt quá mức, tổn hao sắt của tấm thép điện không định hướng suy giảm bởi sự lão hóa từ tính. Do đó, hàm lượng C là 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, từ quan điểm ngăn sự gia tăng B rắn được hòa tan, hàm lượng C là 0,0010% hoặc lớn hơn. Hàm lượng C có thể là 0,0045% hoặc nhỏ hơn, 0,0040% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,0035% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, hàm lượng C có thể là 0,0015% hoặc lớn hơn, 0,0020% hoặc lớn hơn, hoặc 0,0025% hoặc lớn hơn.

[0034]

Si (silicon) là nguyên tố cơ sở. Si là nguyên tố có hiệu quả làm tăng điện trở của tấm thép điện không định hướng. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si vượt quá mức, độ cứng của tấm thép điện không định hướng tăng lên, mật độ từ thông giảm xuống, và chi phí tăng lên. Hàm lượng Si là nhỏ hơn 0,5% làm thành phần hóa học của hạng thông thường. Hàm lượng Si có thể là 0,4% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, để thu được hiệu quả nêu trên, hàm lượng Si là 0,1% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Si có thể là 0,20% hoặc lớn hơn.

[0035]

Mn (mangan) là nguyên tố cơ sở. Mn là nguyên tố tạo thành sunfua và tốt

hơn là được chứa trong lượng thích hợp từ quan điểm thúc đẩy sự phát triển hạt. Do đó, hàm lượng Mn là 0,1% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mn có thể là 0,20% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng Mn là 0,5% hoặc nhỏ hơn xem xét đến việc kiểm soát vi cấu trúc đối với tấm thép cán nóng và việc giảm mật độ từ thông bão hòa đối với tấm thép điện không định hướng. Hàm lượng Mn có thể là 0,4% hoặc nhỏ hơn.

[0036]

Al (nhôm) là nguyên tố cơ sở. Al là nguyên tố mà khử oxy cho thép. Từ quan điểm đảm bảo hiệu quả khử oxy ổn định và từ quan điểm ngăn sự tạo thành AlN mịn, hàm lượng Al là 0,1% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Al vượt quá mức, AlN kết tủa ưu tiên trên TiN, và sự giảm lượng Ti rắn được hòa tan thu được từ sự kết tủa TiN được ngăn chặn. Do đó, hàm lượng Al là 0,5% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng Al có thể là 0,3% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,2% hoặc nhỏ hơn.

[0037]

Ti (titan) là nguyên tố tạo ra tạp chất trong phôi. Việc giảm hàm lượng Ti đến zero dẫn đến việc gia tăng chi phí sản xuất. Do đó, lượng tổng Ti là 0,0010% hoặc lớn hơn làm thành phần hóa học của hạng thông thường. Lượng tổng Ti có thể là lớn hơn 0,0020%. Mặt khác, khi lượng tổng Ti vượt quá mức, sẽ trở nên khó khăn để làm giảm lượng Ti rắn được hòa tan. Do đó, lượng tổng Ti là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Ở đây, tổng Ti tương ứng với Ti trong tổng số Ti rắn được hòa tan trong thép và Ti chứa trong chất kết tủa như TiN và TiC.

[0038]

Nb (niobi) là nguyên tố tùy chọn. Do Nb dùng N trong thép bằng cách tạo thành nitrua, nên việc giảm lượng Ti rắn được hòa tan thu được từ kết tủa TiN có thể được ngăn. Tuy nhiên, Nb là nguyên tố tạo ra tạp chất trong phôi. Việc giảm quá mức hàm lượng Nb đến zero dẫn đến việc làm tăng chi phí sản xuất. Do đó,

hàm lượng Nb là 0,0030% hoặc nhỏ hơn xem xét đến sự kết tủa TiN và chi phí sản xuất. Tốt hơn là, hàm lượng Nb có thể là 0,0025% hoặc nhỏ hơn, 0,0020% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,0015% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là hàm lượng Nb là thấp hơn, và giới hạn dưới có thể là 0%. Xem xét đến hiệu suất công nghiệp, hàm lượng Nb có thể là 0,0001% hoặc lớn hơn, 0,0005% hoặc lớn hơn, hoặc 0,0010% hoặc lớn hơn.

[0039]

V (vanadi) là nguyên tố tùy chọn. Do V dùng N trong thép bằng cách tạo thành nitrua, nên việc giảm lượng Ti rắn được hòa tan thu được từ kết tủa TiN có thể được ngăn. Tuy nhiên, V là nguyên tố tạo ra tạp chất trong phôi. Việc giảm quá mức hàm lượng V đến zero dẫn đến việc làm tăng chi phí sản xuất. Do đó, hàm lượng V là 0,0030% hoặc nhỏ hơn xem xét đến sự kết tủa TiN và chi phí sản xuất. Tốt hơn là, hàm lượng V có thể là 0,0025% hoặc nhỏ hơn, 0,0020% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,0015% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là hàm lượng V là thấp hơn, và giới hạn dưới có thể là 0%. Xem xét đến hiệu suất công nghiệp, hàm lượng V có thể là 0,0001% hoặc lớn hơn, 0,0005% hoặc lớn hơn, hoặc 0,0010% hoặc lớn hơn.

[0040]

Zr (ziriconi) là nguyên tố tùy chọn. Do Zr dùng N trong thép bằng cách tạo thành nitrua, nên việc giảm lượng Ti rắn được hòa tan thu được từ kết tủa TiN có thể được ngăn. Tuy nhiên, Zr là nguyên tố tạo ra tạp chất trong phôi. Việc giảm quá mức hàm lượng Zr đến zero dẫn đến việc gia tăng chi phí sản xuất. Do đó, hàm lượng Zr là 0,0030% hoặc nhỏ hơn xem xét đến sự kết tủa TiN và chi phí sản xuất. Tốt hơn là, hàm lượng Zr có thể là 0,0025% hoặc nhỏ hơn, 0,0020% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,0015% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là hàm lượng Zr là thấp hơn, và giới hạn dưới có thể là 0%. Xem xét đến hiệu suất công nghiệp, hàm lượng Zr có thể là 0,0001% hoặc lớn hơn, 0,0005% hoặc lớn hơn, hoặc 0,0010% hoặc lớn hơn.

[0041]

N (nitơ) là nguyên tố cơ sở mà tạo thành nitrua. Nói chung, được xem xét là nitrua ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển hạt dùng cho tấm thép điện không định hướng. Tuy nhiên, tác giả sáng chế đã thấy rằng có thể ngăn việc giảm mật độ từ thông sau khi ủ giảm ứng suất bằng cách cố định Ti làm Ti nitrua như TiN sử dụng N và bằng cách làm giảm lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng. Do đó, hàm lượng N là 0,0010% hoặc lớn hơn. Hàm lượng N có thể là 0,0012% hoặc lớn hơn, 0,0015% hoặc lớn hơn, hoặc 0,0020% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi N được chứa quá mức, sự phát triển hạt được ngăn chặn, mà là không ưu tiên. Do đó, hàm lượng N là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng N có thể là 0,0025% hoặc nhỏ hơn.

[0042]

S (lưu huỳnh) là nguyên tố cơ sở mà tạo thành Mn sunfua. Nói chung, được xem xét là sunfua ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển hạt dùng cho tấm thép điện không định hướng, và do đó, hàm lượng S cần được làm giảm càng nhiều càng tốt. Tuy nhiên, tác giả sáng chế đã thấy rằng lượng kết tủa của sunfua đóng vai trò như hạt nhân cho việc kết tủa TiC và làm cho TiC vô hại. TiC đặc trưng kết tủa ở biên hạt của hạt ferit trước khi sự phát triển hạt, và làm suy giảm đáng kể sự phát triển hạt. Mặt khác, TiC được kết tủa kết hợp trên sunfua kết tủa trong hạt của ferit, và nhờ đó, sự phát triển hạt không bị ảnh hưởng tiêu cực. Để làm cho TiC kết tủa kết hợp trên sunfua, hàm lượng S là lớn hơn 0,0015%. Hàm lượng S có thể là 0,0020% hoặc lớn hơn, hoặc lớn hơn than 0,0020%. Mặt khác, khi S được chứa quá mức, sự phát triển hạt được ngăn chặn, mà là không ưu tiên. Cụ thể, khi hàm lượng S lớn hơn 0,0040%, lượng kết tủa của sunfua tăng lên và sự phát triển hạt được ngăn chặn. Do đó, hàm lượng S là 0,0040% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng S có thể là 0,0035% hoặc nhỏ hơn, 0,0030% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,0025% hoặc nhỏ hơn.

[0043]

Sn (thiếc) là nguyên tố tùy chọn. Giới hạn dưới của hàm lượng Sn có thể là 0%. Tuy nhiên, Sn là hiệu quả trong việc cải thiện mật độ từ thông. Ngoài ra,

Sn cũng hiệu quả trong việc ngăn sự nitrua hóa và oxy hóa bề mặt của tấm thép trong quá trình ủ. Do đó, Sn có thể được bao gồm khi cần thiết. Ví dụ, hàm lượng Sn có thể là 0,010% hoặc lớn hơn, 0,020% hoặc lớn hơn, hoặc 0,050% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Sn vượt quá mức, hiệu quả là bão hòa. Do đó, hàm lượng Sn có thể là 0,100% hoặc nhỏ hơn, 0,090% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,080% hoặc nhỏ hơn.

[0044]

Phần còn lại của thành phần hóa học bao gồm Fe và các tạp chất. Các tạp chất là các nguyên tố không làm giảm hiệu quả của phương án ngay cả khi nó được chứa và tương ứng với các nguyên tố mà tạo ra tạp chất trong quá trình sản xuất công nghiệp của tấm thép từ quặng và phế liệu mà được sử dụng làm nguyên liệu thô của thép, hoặc từ môi trường của quy trình sản xuất. Ví dụ, giới hạn trên của tổng hàm lượng của các tạp chất có thể là 5%.

[0045]

Thành phần hóa học như được mô tả ở trên có thể được đo lường bằng phương pháp phân tích đặc thù dùng cho thép. Ví dụ, thành phần hóa học có thể được đo bằng cách sử dụng ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer: phép đo quang phổ phát xạ plasma kết hợp cảm ứng). Cụ thể, có thể thu được thành phần hóa học bằng cách tiến hành phép đo bởi Shimadzu ICPS-8100 và tương tự (thiết bị đo) dưới điều kiện dựa trên đường cong hiệu chỉnh được chuẩn bị trước sử dụng các mẫu hình vuông 35mm lấy từ tấm thép. Ngoài ra, C có thể được đo bằng phương pháp hấp thụ hồng ngoại sau khi đốt cháy, và N có thể được đo bằng phương pháp đo độ dẫn nhiệt sau khi nóng chảy trong dòng điện của khí trơ.

[0046]

<Ti cacbua>

Tiếp theo, liên quan đến tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không

định hướng theo phương án, các đặc điểm của Ti cacbua (TiC) được mô tả.

[0047]

Như được mô tả ở trên, trong phương án, Ti kết tủa chứa trong tấm thép cán nóng được kiểm soát bằng cách kiểm soát toàn diện và không thể tách rời thành phần hóa học và các điều kiện sản xuất. Cụ thể, trong phương án, được ngăn chặn là Ti cacbua kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit.

[0048]

Trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án,

khi quan sát bề mặt được quan sát mà song song với chiều cán và chiều ngang,

Ti cacbua có đường kính đường tròn tương đương là 10 đến 50 nm tồn tại trong hạt và ở biên hạt của hạt ferit,

10 đến 100% số lượng của Ti cacbua mà tồn tại trong hạt được làm kết tủa kết hợp với Mn sunfua, và

mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt là 0,1 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn.

[0049]

Trong phương án, Ti cacbua có đường kính đường tròn tương đương từ 10 đến 50 nm được kiểm soát làm kích cỡ của Ti cacbua mà ảnh hưởng rõ rệt đến sự phát triển hạt. Trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, Ti cacbua có kích cỡ nêu trên được chứa trong trong hạt và ở biên hạt của hạt ferit.

[0050]

Khi 10 đến 100 % số lượng của Ti cacbua trong số Ti cacbua mà tồn tại trong hạt ferit được kết tủa kết hợp với Mn sunfua, có thể kiểm soát mật độ số lượng Ti cacbua nêu trên mà kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit để là 0,1 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là 20 % số lượng hoặc lớn hơn, 30 % số lượng hoặc lớn hơn, 40 % số lượng hoặc lớn hơn, hoặc 50 % số lượng hoặc lớn hơn của Ti cacbua trong số Ti cacbua mà tồn tại trong hạt ferit được kết tủa kết hợp với Mn sunfua.

[0051]

Khi mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt của ferit là 0,1 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn, sự phát triển hạt không được ngăn chặn. Mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt tốt hơn là 0,05 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn, 0,01 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,005 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt là thấp hơn, và giới hạn dưới của nó có thể là zero.

[0052]

Phương pháp đánh giá Ti cacbua mà tồn tại trong hạt và ở biên hạt của hạt ferit là như sau.

(1) Tấm thép cán nóng được cắt theo chiều cán và chiều ngang, và các phần nhỏ được lấy. Bề mặt của phần nhỏ (bề mặt được cán song song với chiều cán và chiều ngang) được đánh bóng đến độ sâu tùy ý, bề mặt sau của phần nhỏ (bề mặt được cán đối diện) cũng được đánh bóng, và nhờ đó, phần nhỏ được tạo thành là màng mỏng.

(2) Bề mặt được đánh bóng được quan sát sử dụng kính hiển vi điện tử truyền, được xác định xem vị trí tồn tại các tạp chất có đường kính đường tròn tương đương là 10 đến 50 nm có ở trong hạt hay ở biên hạt.

(3) Thành phần của mỗi tạp chất được đo bởi quang phổ tia X phân tán năng lượng (energy dispersive X-ray spectroscopy, EDS) được gắn với kính hiển

vi điện tử truyền.

(4) Tạp chất mà ở đó tỷ lệ nguyên tử của Mn và S là xấp xỉ 1:1 được xem xét là Mn sunfua, tạp chất mà ở đó tỷ lệ nguyên tử của Ti và C là xấp xỉ 1:1 được xem xét là Ti cacbua, và số lượng của chúng được đếm. Ngoài ra, số lượng tạp chất mà ở đó Mn sunfua nêu trên và Ti cacbua nêu trên được kết tủa kết hợp được đếm.

(5) Dựa trên các kết quả đếm nêu trên, tỷ lệ phần trăm số lượng Ti cacbua mà kết tủa kết hợp với Mn sunfua trong hạt của ferit được tính toán.

(6) Tương tự, mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại tiếp xúc với biên hạt của ferit được tính toán. Mật độ số lượng là giá trị thu được bằng cách chia số lượng Ti cacbua mà tồn tại tiếp xúc với biên hạt của ferit cho tổng độ dài của biên hạt.

Ở đây, diện tích của vùng đo là ít nhất  $100 \mu\text{m}^2$ . Trong vùng tổng diện tích đo là ít nhất  $100 \mu\text{m}^2$ , số lượng điểm đo và kích cỡ trường nhìn để đo không bị giới hạn cụ thể.

[0053]

<Lượng Ti rắn được hòa tan>

Tiếp theo, liên quan đến tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, lượng Ti rắn được hòa tan được mô tả.

[0054]

Trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, lượng Ti rắn được hòa tan trong thép được giảm xuống bằng cách làm cho Ti trong thép kết tủa làm Ti nitrua và Ti cacbua. Cụ thể, trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn theo đơn vị là % khối lượng. Khi lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn trong tấm thép cán nóng, có thể

ngăn việc giảm mật độ từ thông sau khi ủ giảm ứng suất cho tấm thép điện không định hướng. Do đó, có thể thỏa mãn cả tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ở mức cao, ngay cả khi thành phần hóa học bị giới hạn là hạng thông thường. Lượng Ti rắn được hòa tan tốt hơn là 0,0003% hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,0001% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là lượng Ti rắn được hòa tan là thấp hơn, và giới hạn dưới của nó có thể là zero.

[0055]

Để làm giảm lượng Ti rắn được hòa tan, Ti trong thép được làm cho kết tủa làm Ti nitrua và Ti cacbua, nhưng Ti nitrua là đủ thô về kích cỡ kết tủa và không ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển hạt. Do đó, trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, ở chừng mực lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn, trạng thái kết tủa (ví dụ, kích cỡ, mật độ số lượng, và tương tự) của Ti nitrua không bị giới hạn. Mặt khác, Ti cacbua ảnh hưởng tiêu cực tới sự phát triển hạt. Do đó, trong tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án, ngoài việc lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn, trạng thái kết tủa của Ti cacbua được kiểm soát như được mô tả ở trên.

[0056]

Phương pháp định lượng Ti rắn được hòa tan là như sau.

(1) Lượng tổng Ti (tổng lượng Ti chứa trong Ti kết tủa và Ti rắn được hòa tan) trong tấm thép cán nóng được xác định bằng cách phân tích hóa học.

(2) Tấm thép cán nóng được làm nóng chảy bằng phương pháp điện phân và phần cặn được chiết.

(3) Thành phần của phần cặn được phân tích bằng ICP và lượng Ti trong phần cặn thu được.

(4) Giá trị thu được bằng cách trừ lượng Ti trong Ti kết tủa của tấm thép

cán nóng từ lượng tổng Ti trong tấm thép cán nóng được xem là lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng.

Trong phương pháp điện phân, cả Ti nitrua và Ti cacbua có thể được chiết làm phần cặn. Do đó, độ chênh lệch giữa lượng Ti trong phần cặn thu được bằng phương pháp điện phân và lượng tổng Ti trong tấm thép cán nóng có thể được xem là lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng.

[0057]

<Kích cỡ hạt trung bình>

Trong tấm thép cán nóng theo phương án, kích cỡ hạt trung bình không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, trong tấm thép điện không định hướng mà được trải qua đột dập, khi kích cỡ hạt trung bình là nhỏ, sự xuất hiện của bavaria trong quá trình đột dập được ngăn chặn, và khả năng gia công được cải thiện. Do đó, trong tấm thép điện không định hướng sau khi ủ cuối cùng và trước khi ủ giảm ứng suất, kích cỡ hạt trung bình có thể là 30  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn.

[0058]

Để kiểm soát kích cỡ hạt trung bình là 30  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn trong tấm thép điện không định hướng sau khi ủ cuối cùng và trước khi ủ giảm ứng suất bằng cách sử dụng tấm thép cán nóng theo phương án, các kỹ thuật thông thường có thể được sử dụng thích hợp. Kích cỡ hạt trung bình của tấm thép điện không định hướng sau khi ủ cuối cùng và trước khi ủ giảm ứng suất có thể được đo bằng phương pháp quan sát mặt cắt ngang của tấm thép bằng kính hiển vi quang học và đếm các hạt đi qua đường thẳng được vẽ theo hướng chiều dày (được gọi là phương pháp đếm được xác định trong phụ lục B của JIS G 0551:2013).

[0059]

<Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng>

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép

điện không định hướng theo phương án được mô tả.

[0060]

Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng theo phương án bao gồm

quy trình đúc khuôn để đúc khuôn thép nóng chảy để thu được phôi bao gồm, làm thành phần hóa học, theo % khối lượng,

0,0010 đến 0,0050% của C,

0,1 đến nhỏ hơn 0,5% của Si,

0,1 đến 0,5% của Mn,

0,1 đến 0,5% của Al,

0,0010 đến 0,0030% của tổng Ti,

0,0010 đến 0,0030% của N,

lớn hơn 0,0015 đến 0,0040% của S,

0 đến 0,0030% của Nb,

0 đến 0,0030% của V,

0 đến 0,0030% của Zr,

0 đến 0,100% của Sn, và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, và

quy trình cán nóng để cán nóng phôi để thu được tấm thép cán nóng, trong đó

trong quy trình cán nóng,

phôi trước khi cán nóng được gia nhiệt và được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 1150 đến 1200°C trong 10 đến 60 phút,

rãnh cán cuối cùng với việc giảm 20 đến 30% được tiến hành ở bước cán nóng cuối cùng, và

tấm thép sau khi cán nóng được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 800 đến nhỏ hơn 900°C trong 15 đến 30 phút.

[0061]

Trong quy trình đúc khuôn, phôi thu được bằng cách đúc khuôn thép nóng chảy mà được tinh chế sao cho thành phần hóa học của tấm thép cán nóng thu được sau cùng nằm trong khoảng nêu trên. Thành phần hóa học của phôi là giống như thành phần hóa học của tấm thép cán nóng được mô tả ở trên. Trong tấm thép cán nóng theo phương án, lượng Ti rắn được hòa tan là đặc biệt quan trọng, và được kiểm soát trong quy trình cán nóng (bước cán nóng) tiếp theo và tương tự. Do đó, các điều kiện sản xuất trong quy trình tạo ra thép không bị giới hạn cụ thể, và các điều kiện sản xuất đã biết có thể được áp dụng thích hợp.

[0062]

Trong quy trình cán nóng, phôi sau quy trình đúc khuôn được cán nóng để thu được tấm thép cán nóng. Quy trình cán nóng là quan trọng để kiểm soát các chất kết tủa để kiểm soát lượng Ti rắn được hòa tan.

[0063]

Đầu tiên, cần thiết phải ngăn sự tạo thành AlN và thúc đẩy sự kết tủa của TiN. Vì mục đích này, phôi trước khi cán nóng được gia nhiệt đến khoảng nhiệt độ từ 1150 đến 1200°C, được giữ trong khoảng nhiệt độ này trong thời gian từ 10 đến 60 phút, và sau đó, được trải qua cán nóng.

[0064]

Mặc dù sự kết tủa của TiN được thúc đẩy bằng các điều kiện gia nhiệt nêu trên, một số Ti còn lại là trạng thái chất rắn hòa tan trong tấm thép sau khi cán nóng (tấm thép cán nóng) chỉ dưới các điều kiện gia nhiệt nêu trên. Do đó, cần thiết phải thúc đẩy sự kết tủa của TiC. Tuy nhiên, cần thiết phải kiểm soát TiC để không kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit ở thời điểm kết tủa TiC.

[0065]

Do đó, rãnh cán cuối cùng với sự giảm 20 đến 30% được thực hiện ở bước cán nóng cuối cùng, và tấm thép sau khi cán nóng được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 800 đến nhỏ hơn 900°C trong 15 đến 30 phút. Nhờ đó, TiC được làm cho kết tủa kết hợp với Mn sunfua mà được tạo thành trong quá trình cán nóng và đóng vai trò làm hạt nhân. Khi các điều kiện nêu trên được thỏa mãn, TiC được kết tủa kết hợp với Mn sunfua trong hạt của ferit, và có thể ngăn TiC được kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit. Cụ thể, tỷ lệ phần trăm số lượng của TiC mà kết tủa kết hợp với Mn sunfua trong hạt của ferit là 10 đến 100 % số lượng, và mật độ số lượng của TiC mà kết tủa không kết hợp ở biên hạt của ferit là 0,1 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn. Kết quả của việc kiểm soát các chất kết tủa là, có thể kiểm soát lượng Ti rắn được hòa tan trong tấm thép cán nóng để là 0,0005% hoặc nhỏ hơn. Do đó, sự phát triển hạt được giữ ổn định trong quá trình ủ giảm ứng suất, và có thể thỏa mãn cả tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ở mức cao, ngay cả khi thành phần hóa học bị giới hạn là hạng thông thường.

[0066]

Khi việc giảm trong rãnh cán cuối cùng của bước cán nóng cuối cùng nhỏ hơn 20% hoặc lớn hơn 30%, TiC được kết tủa mịn không kết hợp, và sự phát triển hạt trở nên không ổn định trong quá trình ủ giảm ứng suất. Ngoài ra, khi nhiệt độ giữ sau khi cán nóng là 800°C hoặc nhỏ hơn, TiC được kết tủa mịn không kết hợp, và sự phát triển hạt trở nên không ổn định trong quá trình ủ giảm ứng suất. Mặt khác, khi nhiệt độ giữ lớn hơn 900°C, có khó khăn là Ti rắn được hòa tan được kết tủa. Ngoài ra, khi thời gian duy trì nhỏ hơn 15 phút hoặc lớn hơn 30 phút và ngay cả khi nhiệt độ duy trì là 800 đến 900°C, việc kết tủa kết hợp không xảy ra

đầy đủ, và sự phát triển hạt trở nên không ổn định trong quá trình ủ giảm ứng suất.

[0067]

<Phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng>

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng sử dụng tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án được mô tả.

[0068]

Phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng theo phương án là sản xuất tấm thép điện không định hướng sử dụng tấm thép cán nóng được giải thích nêu trên, và phương pháp bao gồm

tẩy gỉ và cán nguội tấm thép cán nóng được sản xuất bằng cách đáp ứng các điều kiện sản xuất được mô tả ở trên mà không thực hiện việc ủ tấm thép cán nóng, và

gia nhiệt tấm thép cán nguội sau khi cán nguội ở tốc độ gia nhiệt 20°C/giây hoặc lớn hơn và duy trì nó ở nhiệt độ 850°C hoặc nhỏ hơn.

[0069]

Như được mô tả ở trên, tấm thép cán nóng được sản xuất thông qua quy trình đúc khuôn và quy trình cán nóng được trải qua quy trình tẩy gỉ, quy trình cán nguội (bước cán nguội), và quy trình ủ cuối cùng mà không tiến hành bước ủ tấm thép cán nóng. Trong số các quy trình nêu trên, các điều kiện sản xuất trong quy trình tẩy gỉ và quy trình cán nguội không bị giới hạn cụ thể, và các điều kiện sản xuất đã biết có thể được áp dụng thích hợp.

[0070]

Quy trình ủ cuối cùng là quy trình gia nhiệt, duy trì, và làm nguội tấm thép

cán nguội sau khi cán nguội. Các điều kiện sản xuất trong quy trình ủ cuối cùng không bị giới hạn cụ thể, và các điều kiện sản xuất đã biết có thể được áp dụng thích hợp. Tuy nhiên, có thể làm tăng mật độ từ thông của tấm thép điện không định hướng bằng cách sử dụng tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo phương án và bằng cách kiểm soát tốc độ gia nhiệt của tấm thép là  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  hoặc lớn hơn trong giai đoạn gia nhiệt của quy trình ủ cuối cùng. Do đó, tốc độ gia nhiệt trong giai đoạn gia nhiệt của quy trình ủ cuối cùng có thể là  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  hoặc lớn hơn. Ở đây, tốc độ gia nhiệt là giá trị thu được bằng cách chia độ chênh lệch giữa nhiệt độ bắt đầu gia nhiệt và nhiệt độ duy trì của tấm thép cán nóng cho thời gian được yêu cầu từ lúc nhiệt độ bắt đầu gia nhiệt đến nhiệt độ duy trì. Nói cách khác, tốc độ gia nhiệt tương ứng với tốc độ gia nhiệt trung bình từ lúc nhiệt độ bắt đầu gia nhiệt đến nhiệt độ duy trì.

[0071]

Hơn nữa, có thể được xác định là nhiệt độ ủ (nhiệt độ duy trì) không lớn hơn  $850^{\circ}\text{C}$  trong giai đoạn duy trì của quy trình ủ cuối cùng. Khi nhiệt độ ủ lớn hơn  $850^{\circ}\text{C}$ , TiC trong các chất kết tủa kết hợp của TiC và sunfua được kiểm soát trong quy trình cán nóng có thể trở thành Ti rắn được hòa tan lại, và sự phát triển hạt có thể trở nên không ổn định. Do đó, tốc độ gia nhiệt trong giai đoạn gia nhiệt của quy trình ủ cuối cùng tốt hơn là  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  hoặc lớn hơn, và nhiệt độ ủ trong giai đoạn duy trì của quy trình ủ cuối cùng tốt hơn là  $850^{\circ}\text{C}$  hoặc nhỏ hơn.

[0072]

Tấm thép điện không định hướng thu được thông qua các quy trình nêu trên có thể được sử dụng thích hợp làm vật liệu cho các sản phẩm điện như động cơ. Khi vật liệu của động cơ được sản xuất, tấm thép điện không định hướng được trải qua gia công như đột dập và ủ giảm ứng suất. Các điều kiện ủ giảm ứng suất đặc trưng là nhiệt độ ủ là  $750^{\circ}\text{C}$  và thời gian duy trì là 2 giờ. Tuy nhiên, nhiệt độ ủ và thời gian có thể được thay đổi thích hợp xem xét đến cả giới hạn về thiết bị và sự thúc đẩy sự phát triển hạt.

## Ví dụ thực hiện sáng chế

[0073]

Hiệu quả của khía cạnh của sáng chế được mô tả chi tiết có viện dẫn tới các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, điều kiện trong các ví dụ là điều kiện ví dụ được sử dụng để xác nhận khả năng vận hành và hiệu quả của sáng chế, sao cho sáng chế không bị giới hạn ở điều kiện ví dụ này. Sáng chế có thể sử dụng các loại điều kiện khác nhau miễn là các điều kiện này không đi chệch khỏi phạm vi của sáng chế và có thể đạt được mục đích của sáng chế.

[0074]

Phôi trong đó thành phần hóa học được kiểm soát được cán nóng, và tấm thép cán nóng có độ dày là 2,5 mm được cuộn lại. Thành phần hóa học của tấm thép cán nóng được thể hiện trong Bảng 1A đến Bảng 1B, và các điều kiện của bước cán nóng được thể hiện trong Bảng 2A đến Bảng 2E. Thành phần hóa học của phôi và thành phần hóa học của tấm thép cán nóng về cơ bản là giống nhau ngoại trừ lượng Ti rắn được hòa tan.

[0075]

Lượng Ti rắn được hòa tan và Ti cacbua của tấm thép cán nóng được sản xuất được phân tích trên cơ sở phương pháp nêu trên. Các kết quả được thể hiện trong các bảng 3A đến bảng 3E.

[0076]

Tấm thép cán nóng được sản xuất được tẩy gỉ, được cán nguội đến 0,5 mm để thu được tấm thép cán nguội, và được ủ cuối cùng dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2A đến Bảng 2E để thu được tấm thép điện không định hướng.

[0077]

Để xác nhận rằng có hay không tấm thép điện không định hướng thu được

bởi các quy trình nêu trên là tấm thép điện không định hướng có (A) tổn hao sắt thấp sau khi ủ giảm ứng suất và (B) mật độ từ thông cao sau khi ủ giảm ứng suất, các đặc tính được đánh giá theo thủ tục và tiêu chuẩn chấp nhận sau đây.

[0078]

#### (A) Tổn hao sắt sau khi ủ giảm ứng suất

Tổn hao sắt (W15/50, W15/60) của tấm thép sau khi ủ giảm ứng suất (nhiệt độ ủ 750°C và thời gian duy trì 2 giờ) được đo theo JIS C 2552:2014 "Non oriented electrical steel strip". Sau đó, tổn hao sắt được tách bằng phương pháp tần số kép. Khi tổn hao trở W15/50 là 2,6 W/kg hoặc nhỏ hơn trong tấm thép điện không định hướng sau khi ủ giảm ứng suất, được khẳng định rằng tổn hao sắt sau khi ủ giảm ứng suất là tuyệt vời.

Phương pháp tần số kép

$\alpha$ : Chia giá trị tổn hao sắt W15/50 cho tần số 50

$\beta$ : Chia giá trị tổn hao sắt W15/60 cho tần số 60

$$\text{Tổn hao trở W15/50} = \alpha \times 50 - (\beta - \alpha) \times 250$$

[0079]

#### (B) Mật độ từ thông sau khi ủ giảm ứng suất

Mật độ từ thông ( $B_{50}$ ) của tấm thép sau khi ủ giảm ứng suất (nhiệt độ ủ 750°C và thời gian duy trì 2 giờ) được đo theo JIS C 2552:2014 "Non oriented electrical steel strip". Khi  $B_{50}/B_s$  mà là giá trị thu được bằng cách chia  $B_{50}$  cho mật độ từ thông bão hòa  $B_s$  là 0,820 hoặc lớn hơn trong tấm thép điện không định hướng, được khẳng định là mật độ từ thông sau khi ủ giảm ứng suất là tuyệt vời.

Ở đây, mật độ từ thông bão hòa  $B_s$  của tấm thép thu được bằng cách thay thế thành phần hóa học của tấm thép vào công thức sau đây.

Mật độ từ thông bão hòa  $B_s = 2,1561 - 0,0413 \times Si - 0,0198 \times Mn - 0,0604 \times Al$

[0080]

Các kết quả đánh giá cũng được thể hiện trong Bảng 3A đến Bảng 3E. Như được thể hiện trên Bảng 1A đến Bảng 3E, các ví dụ sáng chế thỏa mãn thành phần hóa học, lượng Ti rắn được hòa tan, và Ti cacbua, và do đó, cả tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao được thỏa mãn. Mặt khác, các ví dụ so sánh không thỏa mãn ít nhất một trong số thành phần hóa học, lượng Ti rắn được hòa tan, hoặc Ti cacbua, và do đó, cả tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao không thỏa mãn.

[0081]

[Bảng 1A]

| Loại thép | Thành phần hóa học của tấm thép cán nóng (đơn vị % khối lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất) |      |      |        |      |        |        |        |        |        |       | Mật độ từ thống báo hòa Bs |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|----------------------------|
|           | C                                                                                                   | Si   | Mn   | S      | Al   | t-Ti   | Nb     | V      | Zr     | N      | Sn    |                            |
| A1        | 0,0050                                                                                              | 0,21 | 0,20 | 0,0032 | 0,14 | 0,0022 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0021 | 0,0021 | —     | 2,135                      |
| A2        | 0,0030                                                                                              | 0,25 | 0,12 | 0,0028 | 0,22 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0014 | 0,0005 | 0,0022 | —     | 2,130                      |
| A3        | 0,0020                                                                                              | 0,34 | 0,10 | 0,0027 | 0,35 | 0,0011 | 0,0004 | 0,0012 | 0,0017 | 0,0022 | —     | 2,119                      |
| A4        | 0,0023                                                                                              | 0,48 | 0,23 | 0,0022 | 0,44 | 0,0018 | 0,0021 | 0,0025 | 0,0007 | 0,0025 | —     | 2,105                      |
| A5        | 0,0025                                                                                              | 0,30 | 0,33 | 0,0040 | 0,45 | 0,0019 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0013 | 0,0026 | —     | 2,110                      |
| A6        | 0,0035                                                                                              | 0,15 | 0,15 | 0,0039 | 0,10 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0017 | 0,0015 | 0,0021 | —     | 2,141                      |
| A7        | 0,0040                                                                                              | 0,18 | 0,24 | 0,0031 | 0,50 | 0,0027 | 0,0009 | 0,0018 | 0,0017 | 0,0022 | —     | 2,114                      |
| A8        | 0,0045                                                                                              | 0,22 | 0,33 | 0,0022 | 0,22 | 0,0030 | 0,0018 | 0,0009 | 0,0006 | 0,0011 | —     | 2,127                      |
| A9        | 0,0015                                                                                              | 0,29 | 0,26 | 0,0018 | 0,20 | 0,0025 | 0,0030 | 0,0022 | 0,0018 | 0,0013 | —     | 2,127                      |
| A10       | 0,0010                                                                                              | 0,38 | 0,34 | 0,0032 | 0,14 | 0,0016 | 0,0019 | 0,0030 | 0,0021 | 0,0014 | —     | 2,125                      |
| A11       | 0,0013                                                                                              | 0,45 | 0,41 | 0,0021 | 0,31 | 0,0014 | 0,0022 | 0,0024 | 0,0030 | 0,0022 | —     | 2,111                      |
| A12       | 0,0033                                                                                              | 0,40 | 0,45 | 0,0017 | 0,44 | 0,0021 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0030 | —     | 2,104                      |
| A13       | 0,0048                                                                                              | 0,42 | 0,22 | 0,0029 | 0,32 | 0,0013 | 0,0025 | 0,0028 | 0,0027 | 0,0023 | 0,010 | 2,115                      |
| A14       | 0,0032                                                                                              | 0,45 | 0,26 | 0,0031 | 0,22 | 0,0022 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0024 | 0,0018 | 0,100 | 2,119                      |
| A15       | 0,0022                                                                                              | 0,35 | 0,45 | 0,0025 | 0,36 | 0,0024 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0021 | 0,0016 | 0,035 | 2,111                      |
| A16       | 0,0031                                                                                              | 0,44 | 0,47 | 0,0020 | 0,23 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0018 | 0,0022 | 0,0028 | 0,065 | 2,115                      |

[0082]

[Bảng 1B]

| Loại thép | Thành phần hóa học của tám thép cán nóng (đơn vị % khối lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất) |      |      |        |      |        |        |        |        |        |       | Mật độ từ thông bão hòa Bs |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|----------------------------|
|           | C                                                                                                   | Si   | Mn   | S      | Al   | t-Ti   | Nb     | V      | Zr     | N      | Sn    |                            |
| a1        | 0,0060                                                                                              | 0,50 | 0,22 | 0,0034 | 0,12 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0024 | 0,0020 | 0,0011 | —     | 2,124                      |
| a2        | 0,0022                                                                                              | 1,60 | 0,33 | 0,0043 | 0,22 | 0,0023 | 0,0022 | 0,0026 | 0,0010 | 0,0023 | —     | 2,070                      |
| a3        | 0,0033                                                                                              | 0,32 | 2,00 | 0,0031 | 0,34 | 0,0024 | 0,0023 | 0,0013 | 0,0011 | 0,0021 | —     | 2,083                      |
| a4        | 0,0032                                                                                              | 0,55 | 1,60 | 0,0024 | 0,33 | 0,0026 | 0,0004 | 0,0017 | 0,0024 | 0,0013 | —     | 2,082                      |
| a5        | 0,0022                                                                                              | 0,67 | 0,45 | 0,0045 | 0,45 | 0,0021 | 0,0006 | 0,0014 | 0,0006 | 0,0026 | —     | 2,092                      |
| a6        | 0,0024                                                                                              | 0,89 | 0,43 | 0,0027 | 0,03 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0006 | 0,0021 | 0,0022 | —     | 2,109                      |
| a7        | 0,0034                                                                                              | 0,99 | 0,32 | 0,0025 | 0,60 | 0,0026 | 0,0022 | 0,0005 | 0,0015 | 0,0014 | —     | 2,073                      |
| a8        | 0,0033                                                                                              | 0,33 | 0,56 | 0,0021 | 0,43 | 0,0033 | 0,0011 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0017 | —     | 2,105                      |
| a9        | 0,0043                                                                                              | 0,44 | 0,78 | 0,0020 | 0,33 | 0,0029 | 0,0032 | 0,0022 | 0,0017 | 0,0019 | —     | 2,103                      |
| a10       | 0,0031                                                                                              | 0,48 | 0,98 | 0,0013 | 0,31 | 0,0022 | 0,0013 | 0,0033 | 0,0018 | 0,0021 | —     | 2,098                      |
| a11       | 0,0029                                                                                              | 0,35 | 0,54 | 0,0015 | 0,25 | 0,0028 | 0,0014 | 0,0021 | 0,0032 | 0,0027 | —     | 2,116                      |
| a12       | 0,0021                                                                                              | 0,67 | 0,78 | 0,0047 | 0,29 | 0,0021 | 0,0016 | 0,0011 | 0,0013 | 0,0031 | —     | 2,095                      |
| a13       | 0,0014                                                                                              | 0,49 | 0,49 | 0,0018 | 0,55 | 0,0011 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0015 | 0,050 | 2,093                      |
| a14       | 0,0015                                                                                              | 0,49 | 0,48 | 0,0014 | 0,20 | 0,0011 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0014 | 0,040 | 2,114                      |

[0083]

[Bảng 2A]

| Số  | Loại thép | Mật độ từ thông bão hòa Bs | Các điều kiện sản xuất |      |                   |                  |                                                                   |                          |                  |                   |  |  |
|-----|-----------|----------------------------|------------------------|------|-------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|--|
|     |           |                            | Cán nóng               |      |                   |                  | Việc giảm ở rãnh cán cuối cùng trong bước cán nóng cuối cùng<br>% | Duy trì sau khi cán nóng |                  | Ú cuối cùng       |  |  |
|     |           |                            | Gia nhiệt phôi         |      | Thời gian duy trì | Nhiệt độ duy trì |                                                                   | Thời gian duy trì        | Tốc độ gia nhiệt | Thời gian duy trì |  |  |
|     |           |                            | Nhiệt độ duy trì       | Phút |                   |                  |                                                                   |                          |                  |                   |  |  |
| D1  | A1        | 2,135                      | 1154                   | 20   | 21                | 821              | 15                                                                | 20                       | 825              |                   |  |  |
| D2  | A1        | 2,135                      | 1194                   | 15   | 28                | 883              | 20                                                                | 25                       | 845              |                   |  |  |
| D3  | A1        | 2,135                      | 1161                   | 10   | 22                | 854              | 30                                                                | 30                       | 810              |                   |  |  |
| D4  | A1        | 2,135                      | 1191                   | 20   | 21                | 811              | 20                                                                | 35                       | 800              |                   |  |  |
| D5  | A1        | 2,135                      | 1188                   | 30   | 25                | 899              | 30                                                                | 20                       | 825              |                   |  |  |
| D6  | A1        | 2,135                      | 1155                   | 35   | 28                | 876              | 15                                                                | 25                       | 845              |                   |  |  |
| D7  | A1        | 2,135                      | 1167                   | 40   | 24                | 855              | 20                                                                | 30                       | 810              |                   |  |  |
| D8  | A11       | 2,111                      | 1154                   | 20   | 21                | 821              | 15                                                                | 20                       | 825              |                   |  |  |
| D9  | A11       | 2,111                      | 1194                   | 15   | 20                | 883              | 20                                                                | 25                       | 845              |                   |  |  |
| D10 | A11       | 2,111                      | 1161                   | 10   | 28                | 854              | 30                                                                | 30                       | 810              |                   |  |  |
| D11 | A11       | 2,111                      | 1191                   | 20   | 22                | 811              | 20                                                                | 20                       | 825              |                   |  |  |
| D12 | A11       | 2,111                      | 1188                   | 30   | 24                | 899              | 30                                                                | 25                       | 845              |                   |  |  |
| D13 | A11       | 2,111                      | 1155                   | 35   | 22                | 876              | 15                                                                | 30                       | 810              |                   |  |  |
| D14 | A11       | 2,111                      | 1167                   | 40   | 27                | 855              | 20                                                                | 20                       | 825              |                   |  |  |
| D15 | A15       | 2,111                      | 1154                   | 20   | 28                | 821              | 15                                                                | 25                       | 845              |                   |  |  |
| D16 | A15       | 2,111                      | 1194                   | 15   | 25                | 883              | 20                                                                | 30                       | 810              |                   |  |  |

[0084]

[Bảng 2B]

| Số  | Loại thép | Mật độ từ thông bảo hòa Bs | Các điều kiện sản xuất |      |                   |                  |                                                                |                          |    |                          |                   |  | Ủ cuối cùng |  |
|-----|-----------|----------------------------|------------------------|------|-------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|----|--------------------------|-------------------|--|-------------|--|
|     |           |                            | Cán nóng               |      |                   |                  | Việc giảm ở rãnh cán cuối cùng trong bước cán nóng cuối cùng % | Duy trì sau khi cán nóng |    | Tốc độ gia nhiệt °C/Giây | Thời gian duy trì |  |             |  |
|     |           |                            | Gia nhiệt phối         |      | Thời gian duy trì | Nhiệt độ duy trì |                                                                | Phút                     |    |                          |                   |  |             |  |
|     |           |                            | Nhiệt độ duy trì °C    | Phút |                   |                  |                                                                |                          |    |                          |                   |  |             |  |
| d1  | A1        | 2,135                      | 1145                   | 20   | 20                | 20               | 820                                                            | 30                       | 20 | 825                      |                   |  |             |  |
| d2  | A1        | 2,135                      | 1210                   | 10   | 25                | 25               | 834                                                            | 20                       | 25 | 845                      |                   |  |             |  |
| d3  | A1        | 2,135                      | 1155                   | 5    | 25                | 25               | 865                                                            | 10                       | 30 | 810                      |                   |  |             |  |
| d4  | A1        | 2,135                      | 1163                   | 15   | 20                | 20               | 790                                                            | 25                       | 35 | 800                      |                   |  |             |  |
| d5  | A1        | 2,135                      | 1189                   | 10   | 30                | 30               | 910                                                            | 15                       | 20 | 825                      |                   |  |             |  |
| d6  | A1        | 2,135                      | 1193                   | 20   | 20                | 20               | 895                                                            | 5                        | 25 | 845                      |                   |  |             |  |
| d7  | a2        | 2,070                      | 1145                   | 20   | 25                | 25               | 820                                                            | 30                       | 30 | 810                      |                   |  |             |  |
| d8  | a2        | 2,070                      | 1210                   | 10   | 25                | 25               | 834                                                            | 20                       | 30 | 810                      |                   |  |             |  |
| d9  | a2        | 2,070                      | 1155                   | 5    | 25                | 25               | 865                                                            | 10                       | 20 | 825                      |                   |  |             |  |
| d10 | a2        | 2,070                      | 1163                   | 15   | 30                | 30               | 790                                                            | 25                       | 25 | 845                      |                   |  |             |  |
| d11 | a2        | 2,070                      | 1189                   | 10   | 25                | 25               | 910                                                            | 15                       | 30 | 810                      |                   |  |             |  |
| d12 | a2        | 2,070                      | 1193                   | 20   | 30                | 30               | 895                                                            | 5                        | 35 | 800                      |                   |  |             |  |

[0085]

[Bảng 2C]

| Số  | Loại thép | Mật độ từ thông bảo hòa Bs | Các điều kiện sản xuất |                        |                        |                     |                                                                |                          |     |                          |                      |  | Ủ cuối cùng |  |
|-----|-----------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------|--|-------------|--|
|     |           |                            | Cán nóng               |                        |                        |                     | Việc giảm ở rãnh cán cuối cùng trước bước cán nóng cuối cùng % | Duy trì sau khi cán nóng |     | Tốc độ gia nhiệt °C/Giay | Thời gian duy trì °C |  |             |  |
|     |           |                            | Gia nhiệt phôi         |                        | Thời gian duy trì phút | Nhiệt độ duy trì °C |                                                                | Thời gian duy trì phút   |     |                          |                      |  |             |  |
|     |           |                            | Nhiệt độ duy trì °C    | Thời gian duy trì phút |                        |                     |                                                                |                          |     |                          |                      |  |             |  |
| E1  | A2        | 2,130                      | 1154                   | 20                     | 20                     | 821                 | 15                                                             | 20                       | 825 |                          |                      |  |             |  |
| E2  | A2        | 2,130                      | 1194                   | 15                     | 20                     | 883                 | 20                                                             | 25                       | 845 |                          |                      |  |             |  |
| E3  | A3        | 2,119                      | 1161                   | 10                     | 20                     | 854                 | 30                                                             | 30                       | 810 |                          |                      |  |             |  |
| E4  | A3        | 2,119                      | 1191                   | 20                     | 25                     | 811                 | 20                                                             | 35                       | 800 |                          |                      |  |             |  |
| E5  | A4        | 2,105                      | 1188                   | 30                     | 25                     | 899                 | 30                                                             | 20                       | 825 |                          |                      |  |             |  |
| E6  | A4        | 2,105                      | 1155                   | 35                     | 25                     | 876                 | 15                                                             | 25                       | 845 |                          |                      |  |             |  |
| E7  | A5        | 2,110                      | 1167                   | 40                     | 25                     | 855                 | 20                                                             | 30                       | 810 |                          |                      |  |             |  |
| E8  | A5        | 2,110                      | 1178                   | 25                     | 25                     | 845                 | 30                                                             | 35                       | 800 |                          |                      |  |             |  |
| E9  | A6        | 2,141                      | 1154                   | 20                     | 30                     | 821                 | 15                                                             | 20                       | 825 |                          |                      |  |             |  |
| E10 | A7        | 2,114                      | 1194                   | 15                     | 30                     | 883                 | 20                                                             | 25                       | 845 |                          |                      |  |             |  |
| E11 | A8        | 2,127                      | 1161                   | 10                     | 30                     | 854                 | 30                                                             | 30                       | 810 |                          |                      |  |             |  |
| E12 | A9        | 2,127                      | 1191                   | 20                     | 30                     | 811                 | 20                                                             | 35                       | 800 |                          |                      |  |             |  |
| E13 | A10       | 2,125                      | 1188                   | 30                     | 30                     | 899                 | 30                                                             | 20                       | 825 |                          |                      |  |             |  |
| E14 | A12       | 2,104                      | 1155                   | 35                     | 30                     | 876                 | 15                                                             | 25                       | 845 |                          |                      |  |             |  |
| E15 | A13       | 2,115                      | 1167                   | 40                     | 25                     | 855                 | 20                                                             | 30                       | 810 |                          |                      |  |             |  |
| E16 | A14       | 2,119                      | 1178                   | 25                     | 25                     | 845                 | 30                                                             | 35                       | 800 |                          |                      |  |             |  |
| E17 | A16       | 2,115                      | 1154                   | 20                     | 25                     | 821                 | 15                                                             | 20                       | 825 |                          |                      |  |             |  |

[0086]

[Bảng 2D]

| Số  | Loại thép | Mật độ từ thống báo hòa Bs | Các điều kiện sản xuất |      |                                                   |                          |                  |                          |                   |  |  |  | Ú cuối cùng |  |
|-----|-----------|----------------------------|------------------------|------|---------------------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|--|--|--|-------------|--|
|     |           |                            | Cán nóng               |      | Việc giảm ở cùng cán cuối bước cán nóng cuối cùng | Duy trì sau khi cán nóng |                  | Tốc độ gia nhiệt °C/Giây | Thời gian duy trì |  |  |  |             |  |
|     |           |                            | Gia nhiệt phôi         |      |                                                   | Thời gian duy trì        | Nhiệt độ duy trì |                          |                   |  |  |  |             |  |
|     |           |                            | Nhiệt độ duy trì °C    | Phút |                                                   |                          |                  |                          |                   |  |  |  |             |  |
| e1  | a1        | 2,124                      | 1145                   | 20   | 5                                                 | 820                      | 30               | 15                       | 820               |  |  |  |             |  |
| e2  | a3        | 2,083                      | 1210                   | 10   | 5                                                 | 834                      | 20               | 20                       | 860               |  |  |  |             |  |
| e3  | a4        | 2,082                      | 1155                   | 5    | 10                                                | 865                      | 10               | 15                       | 820               |  |  |  |             |  |
| e4  | a5        | 2,092                      | 1163                   | 15   | 10                                                | 790                      | 25               | 20                       | 860               |  |  |  |             |  |
| e5  | a6        | 2,109                      | 1189                   | 10   | 15                                                | 910                      | 15               | 15                       | 820               |  |  |  |             |  |
| e6  | a7        | 2,073                      | 1193                   | 20   | 5                                                 | 895                      | 5                | 20                       | 860               |  |  |  |             |  |
| e7  | a8        | 2,105                      | 1145                   | 20   | 5                                                 | 820                      | 30               | 15                       | 820               |  |  |  |             |  |
| e8  | a9        | 2,103                      | 1210                   | 10   | 10                                                | 834                      | 20               | 20                       | 860               |  |  |  |             |  |
| e9  | a10       | 2,098                      | 1155                   | 5    | 15                                                | 865                      | 10               | 15                       | 820               |  |  |  |             |  |
| e10 | a11       | 2,116                      | 1163                   | 15   | 15                                                | 790                      | 25               | 20                       | 860               |  |  |  |             |  |
| e11 | a12       | 2,095                      | 1189                   | 10   | 5                                                 | 910                      | 15               | 15                       | 820               |  |  |  |             |  |
| e12 | A2        | 2,130                      | 1194                   | 15   | 10                                                | 883                      | 20               | 25                       | 845               |  |  |  |             |  |
| e13 | A3        | 2,119                      | 1161                   | 10   | 5                                                 | 854                      | 30               | 30                       | 810               |  |  |  |             |  |
| e14 | A3        | 2,119                      | 1191                   | 20   | 15                                                | 811                      | 20               | 35                       | 800               |  |  |  |             |  |
| e15 | A4        | 2,105                      | 1188                   | 30   | 5                                                 | 899                      | 30               | 20                       | 825               |  |  |  |             |  |
| e16 | A2        | 2,130                      | 1190                   | 20   | 35                                                | 850                      | 20               | 30                       | 810               |  |  |  |             |  |
| e17 | A3        | 2,119                      | 1180                   | 20   | 25                                                | 860                      | 40               | 25                       | 845               |  |  |  |             |  |

[0087]

[Bảng 2E]

| Số  | Loại thép | Mật độ từ thống báo hòa Bs | Các điều kiện sản xuất |                        |                     |                        |                                                              |                          |                        |                          |                      |  |
|-----|-----------|----------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--|
|     |           |                            | Cán nóng               |                        |                     |                        | Việc giám ở định cán cuối cùng trong bước cán nóng cuối cùng | Duy trì sau khi cán nóng |                        | Ủ cuối cùng              |                      |  |
|     |           |                            | Gia nhiệt phôi         |                        | Nhiệt độ duy trì °C | Thời gian duy trì Phút |                                                              | Nhiệt độ duy trì °C      | Thời gian duy trì Phút | Tốc độ gia nhiệt °C/Giây | Thời gian duy trì °C |  |
|     |           |                            | Nhiệt độ duy trì °C    | Thời gian duy trì Phút |                     |                        |                                                              |                          |                        |                          |                      |  |
| f1  | a1        | 2,124                      | 1150                   | 20                     | 20                  | 20                     | 820                                                          | 30                       | 20                     | 820                      |                      |  |
| f2  | a3        | 2,083                      | 1200                   | 10                     | 30                  | 30                     | 834                                                          | 20                       | 20                     | 840                      |                      |  |
| f3  | a4        | 2,082                      | 1155                   | 10                     | 20                  | 20                     | 865                                                          | 30                       | 30                     | 830                      |                      |  |
| f4  | a5        | 2,092                      | 1163                   | 15                     | 20                  | 20                     | 800                                                          | 25                       | 20                     | 800                      |                      |  |
| f5  | a6        | 2,109                      | 1189                   | 10                     | 20                  | 20                     | 900                                                          | 15                       | 30                     | 820                      |                      |  |
| f6  | a7        | 2,073                      | 1193                   | 20                     | 30                  | 30                     | 895                                                          | 15                       | 20                     | 810                      |                      |  |
| f7  | a8        | 2,105                      | 1160                   | 20                     | 20                  | 20                     | 820                                                          | 30                       | 20                     | 820                      |                      |  |
| f8  | a9        | 2,103                      | 1190                   | 10                     | 20                  | 20                     | 834                                                          | 20                       | 20                     | 830                      |                      |  |
| f9  | a10       | 2,098                      | 1155                   | 15                     | 20                  | 20                     | 865                                                          | 20                       | 30                     | 820                      |                      |  |
| f10 | a11       | 2,116                      | 1163                   | 15                     | 20                  | 20                     | 800                                                          | 25                       | 20                     | 820                      |                      |  |
| f11 | a12       | 2,095                      | 1189                   | 10                     | 20                  | 20                     | 900                                                          | 15                       | 20                     | 820                      |                      |  |
| f12 | a13       | 2,093                      | 1194                   | 15                     | 28                  | 28                     | 883                                                          | 20                       | 25                     | 845                      |                      |  |
| f13 | a14       | 2,114                      | 1191                   | 20                     | 21                  | 21                     | 811                                                          | 20                       | 35                     | 800                      |                      |  |

[0088]

[Bảng 3A]

| Số  | Loại thép | Các kết quả sản xuất                                          |                                                        |                                               |                              | Các kết quả đánh giá           |                                |        |                     | Lưu ý          |
|-----|-----------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|---------------------|----------------|
|     |           | Ti cacbua                                                     |                                                        | Lượng Ti rắn được hòa tan<br><br>% khối lượng | Mật độ từ thông B50<br><br>T | Tổn hao sắt W15/50<br><br>W/Kg | Tổn hao sắt W15/60<br><br>W/Kg | B50/Bs | Tổn hao trề Wh15/50 |                |
|     |           | Được kết tủa kết hợp với sunfua trong hạt α<br><br>% số lượng | Được kết tủa không kết hợp trong hạt α<br><br>Phần /μm |                                               |                              |                                |                                |        |                     |                |
|     |           |                                                               |                                                        |                                               |                              |                                |                                |        |                     |                |
| D1  | A1        | 80                                                            | 0,03                                                   | 0,0003                                        | 1,765                        | 4,23                           | 5,56                           | 0,827  | 2,21                | Ví dụ sáng chế |
| D2  | A1        | 90                                                            | 0,05                                                   | 0,0005                                        | 1,764                        | 4,22                           | 5,54                           | 0,826  | 2,24                | Ví dụ sáng chế |
| D3  | A1        | 90                                                            | 0,04                                                   | 0,0002                                        | 1,766                        | 4,23                           | 5,56                           | 0,827  | 2,21                | Ví dụ sáng chế |
| D4  | A1        | 80                                                            | 0,08                                                   | 0,0004                                        | 1,767                        | 4,33                           | 5,68                           | 0,828  | 2,31                | Ví dụ sáng chế |
| D5  | A1        | 70                                                            | 0,08                                                   | 0,0005                                        | 1,768                        | 4,43                           | 5,80                           | 0,828  | 2,41                | Ví dụ sáng chế |
| D6  | A1        | 80                                                            | 0,06                                                   | 0,0003                                        | 1,764                        | 4,42                           | 5,78                           | 0,826  | 2,44                | Ví dụ sáng chế |
| D7  | A1        | 70                                                            | 0,03                                                   | 0,0002                                        | 1,765                        | 4,33                           | 5,68                           | 0,827  | 2,31                | Ví dụ sáng chế |
| D8  | A11       | 60                                                            | 0,02                                                   | 0,0003                                        | 1,755                        | 3,57                           | 4,55                           | 0,831  | 2,46                | Ví dụ sáng chế |
| D9  | A11       | 20                                                            | 0,01                                                   | 0,0004                                        | 1,753                        | 3,45                           | 4,40                           | 0,831  | 2,37                | Ví dụ sáng chế |
| D10 | A11       | 30                                                            | 0,03                                                   | 0,0005                                        | 1,752                        | 3,53                           | 4,50                           | 0,830  | 2,43                | Ví dụ sáng chế |
| D11 | A11       | 40                                                            | 0,04                                                   | 0,0003                                        | 1,755                        | 3,44                           | 4,39                           | 0,831  | 2,35                | Ví dụ sáng chế |
| D12 | A11       | 30                                                            | 0,05                                                   | 0,0002                                        | 1,756                        | 3,63                           | 4,62                           | 0,832  | 2,53                | Ví dụ sáng chế |
| D13 | A11       | 60                                                            | 0,07                                                   | 0,0002                                        | 1,757                        | 3,34                           | 4,27                           | 0,832  | 2,25                | Ví dụ sáng chế |
| D14 | A11       | 50                                                            | 0,05                                                   | 0,0004                                        | 1,754                        | 3,41                           | 4,36                           | 0,831  | 2,29                | Ví dụ sáng chế |
| D15 | A15       | 20                                                            | 0,05                                                   | 0,0005                                        | 1,751                        | 3,32                           | 4,22                           | 0,829  | 2,34                | Ví dụ sáng chế |
| D16 | A15       | 10                                                            | 0,03                                                   | 0,0004                                        | 1,750                        | 3,22                           | 4,10                           | 0,829  | 2,24                | Ví dụ sáng chế |

[0089]

[Bảng 3B]

| Số  | Loại thép | Các kết quả sản xuất                        |          |                                        |                            | Lượng Ti rắn được hòa tan<br><br>% khối lượng | Các kết quả đánh giá           |                                |        |                                 | Lưu ý |
|-----|-----------|---------------------------------------------|----------|----------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|---------------------------------|-------|
|     |           | Ti cacbua                                   |          | Được kết tủa không kết hợp trong hạt α | Mật độ từ thông bảo hòa Bs |                                               | Tổn hao sắt W15/50<br><br>W/Kg | Tổn hao sắt W15/60<br><br>W/Kg | B50/Bs | Tổn hao trễ Wh15/50<br><br>W/Kg |       |
|     |           | Được kết tủa kết hợp với sunfua trong hạt α | Phần /μm |                                        |                            |                                               |                                |                                |        |                                 |       |
|     |           |                                             |          |                                        |                            |                                               |                                |                                |        |                                 |       |
| d1  | A1        | 5                                           | 0,1      | 0,0012                                 | 1,700                      | 4,53                                          | 5,92                           | 0,796                          | 2,51   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d2  | A1        | 4                                           | 0,2      | 0,0006                                 | 1,695                      | 4,55                                          | 5,94                           | 0,794                          | 2,55   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d3  | A1        | 3                                           | 0,3      | 0,0010                                 | 1,704                      | 4,65                                          | 6,06                           | 0,798                          | 2,65   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d4  | A1        | 2                                           | 0,4      | 0,0015                                 | 1,697                      | 4,45                                          | 5,82                           | 0,795                          | 2,45   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d5  | A1        | 1                                           | 0,4      | 0,0012                                 | 1,685                      | 4,47                                          | 5,84                           | 0,789                          | 2,49   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d6  | A1        | 2                                           | 0,5      | 0,0008                                 | 1,703                      | 4,59                                          | 5,99                           | 0,798                          | 2,58   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d7  | a2        | 3                                           | 0,7      | 0,0011                                 | 1,691                      | 5,45                                          | 6,78                           | 0,817                          | 4,45   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d8  | a2        | 4                                           | 0,9      | 0,0009                                 | 1,692                      | 5,33                                          | 6,64                           | 0,817                          | 4,31   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d9  | a2        | 3                                           | 0,2      | 0,0008                                 | 1,694                      | 5,52                                          | 6,86                           | 0,818                          | 4,54   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d10 | a2        | 4                                           | 0,3      | 0,0015                                 | 1,691                      | 5,42                                          | 6,74                           | 0,817                          | 4,44   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d11 | a2        | 3                                           | 0,4      | 0,0018                                 | 1,682                      | 5,76                                          | 7,15                           | 0,812                          | 4,77   | Ví dụ so sánh                   |       |
| d12 | a2        | 5                                           | 0,2      | 0,0008                                 | 1,691                      | 5,53                                          | 6,88                           | 0,817                          | 4,51   | Ví dụ so sánh                   |       |

[0090]

[Bảng 3C]

| Số  | Loại thép | Các kết quả sản xuất                        |                                        |                           |                     | Các kết quả đánh giá |                    |        |                     | Lưu ý          |
|-----|-----------|---------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------|---------------------|----------------|
|     |           | Ti cacbua                                   |                                        | Lượng Ti rắn được hòa tan | Mật độ từ thông B50 | Tổn hao sắt W15/50   | Tổn hao sắt W15/60 | B50/Bs | Tổn hao trề Wn15/50 |                |
|     |           | Được kết tủa kết hợp với sunfua trong hạt α | Được kết tủa không kết hợp trong hạt α |                           |                     |                      |                    |        |                     |                |
|     |           |                                             |                                        | % số lượng                | Phần /μm            | % khối lượng         | T                  | W/Kg   | W/Kg                |                |
| E1  | A2        | 20                                          | 0,02                                   | 0,0002                    | 1,748               | 3,22                 | 4,10               | 0,821  | 2,24                | Ví dụ sáng chế |
| E2  | A2        | 30                                          | 0,03                                   | 0,0005                    | 1,747               | 3,23                 | 4,12               | 0,820  | 2,21                | Ví dụ sáng chế |
| E3  | A3        | 40                                          | 0,04                                   | 0,0004                    | 1,766               | 3,87                 | 5,05               | 0,833  | 2,18                | Ví dụ sáng chế |
| E4  | A3        | 40                                          | 0,03                                   | 0,0003                    | 1,767               | 4,21                 | 5,46               | 0,834  | 2,51                | Ví dụ sáng chế |
| E5  | A4        | 50                                          | 0,02                                   | 0,0003                    | 1,755               | 3,23                 | 4,14               | 0,834  | 2,13                | Ví dụ sáng chế |
| E6  | A4        | 70                                          | 0,07                                   | 0,0002                    | 1,756               | 3,11                 | 4,00               | 0,834  | 1,99                | Ví dụ sáng chế |
| E7  | A5        | 90                                          | 0,06                                   | 0,0001                    | 1,752               | 3,75                 | 4,79               | 0,830  | 2,54                | Ví dụ sáng chế |
| E8  | A5        | 65                                          | 0,08                                   | 0,0004                    | 1,753               | 3,67                 | 4,69               | 0,831  | 2,48                | Ví dụ sáng chế |
| E9  | A6        | 70                                          | 0,06                                   | 0,0003                    | 1,758               | 3,38                 | 4,37               | 0,821  | 2,07                | Ví dụ sáng chế |
| E10 | A7        | 40                                          | 0,04                                   | 0,0002                    | 1,747               | 3,44                 | 4,37               | 0,827  | 2,43                | Ví dụ sáng chế |
| E11 | A8        | 20                                          | 0,08                                   | 0,0003                    | 1,745               | 3,54                 | 4,51               | 0,820  | 2,45                | Ví dụ sáng chế |
| E12 | A9        | 30                                          | 0,03                                   | 0,0003                    | 1,745               | 3,33                 | 4,26               | 0,820  | 2,23                | Ví dụ sáng chế |
| E13 | A10       | 30                                          | 0,04                                   | 0,0003                    | 1,747               | 3,67                 | 4,67               | 0,822  | 2,56                | Ví dụ sáng chế |
| E14 | A12       | 60                                          | 0,07                                   | 0,0002                    | 1,752               | 3,59                 | 4,57               | 0,833  | 2,50                | Ví dụ sáng chế |
| E15 | A13       | 70                                          | 0,07                                   | 0,0005                    | 1,758               | 3,77                 | 4,84               | 0,831  | 2,45                | Ví dụ sáng chế |
| E16 | A14       | 50                                          | 0,06                                   | 0,0003                    | 1,748               | 3,51                 | 4,50               | 0,825  | 2,31                | Ví dụ sáng chế |
| E17 | A16       | 10                                          | 0,06                                   | 0,0002                    | 1,743               | 3,24                 | 4,13               | 0,824  | 2,23                | Ví dụ sáng chế |

[0091]

[Bảng 3D]

| Số  | Loại thép | Các kết quả sản xuất                        |                                        |                                               |                              | Các kết quả đánh giá           |                                |        |                     | Lưu ý |               |
|-----|-----------|---------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|---------------------|-------|---------------|
|     |           | Ti cacbua                                   |                                        | Lượng Ti rắn được hòa tan<br><br>% khối lượng | Mật độ từ thông B50<br><br>T | Tổn hao sắt W15/50<br><br>W/Kg | Tổn hao sắt W15/60<br><br>W/Kg | B50/Bs | Tổn hao trề Wh15/50 |       |               |
|     |           | Được kết tủa kết hợp với sunfua trong hạt α | Được kết tủa không kết hợp trong hạt α |                                               |                              |                                |                                |        |                     |       |               |
|     |           |                                             |                                        |                                               |                              |                                |                                |        |                     |       | % số lượng    |
| e1  | a1        | 2,124                                       | 5                                      | 1,0                                           | 0,0012                       | 1,688                          | 4,89                           | 6,28   | 0,795               | 3,17  | Vì dụ so sánh |
| e2  | a3        | 2,083                                       | 4                                      | 2,0                                           | 0,0006                       | 1,671                          | 4,76                           | 5,98   | 0,802               | 3,64  | Vì dụ so sánh |
| e3  | a4        | 2,082                                       | 3                                      | 4,0                                           | 0,0008                       | 1,677                          | 4,79                           | 6,01   | 0,806               | 3,70  | Vì dụ so sánh |
| e4  | a5        | 2,092                                       | 2                                      | 5,0                                           | 0,0009                       | 1,697                          | 4,66                           | 5,88   | 0,811               | 3,46  | Vì dụ so sánh |
| e5  | a6        | 2,109                                       | 3                                      | 3,0                                           | 0,0011                       | 1,699                          | 4,84                           | 6,14   | 0,806               | 3,46  | Vì dụ so sánh |
| e6  | a7        | 2,073                                       | 4                                      | 2,0                                           | 0,0012                       | 1,689                          | 4,78                           | 6,00   | 0,815               | 3,68  | Vì dụ so sánh |
| e7  | a8        | 2,105                                       | 5                                      | 6,0                                           | 0,0013                       | 1,688                          | 4,68                           | 5,95   | 0,802               | 3,29  | Vì dụ so sánh |
| e8  | a9        | 2,103                                       | 6                                      | 8,0                                           | 0,0011                       | 1,690                          | 4,89                           | 6,18   | 0,804               | 3,59  | Vì dụ so sánh |
| e9  | a10       | 2,098                                       | 7                                      | 4,0                                           | 0,0012                       | 1,702                          | 4,66                           | 5,90   | 0,811               | 3,38  | Vì dụ so sánh |
| e10 | a11       | 2,116                                       | 2                                      | 3,0                                           | 0,0014                       | 1,701                          | 4,56                           | 5,86   | 0,804               | 2,94  | Vì dụ so sánh |
| e11 | a12       | 2,095                                       | 4                                      | 2,0                                           | 0,0011                       | 1,688                          | 4,73                           | 5,96   | 0,806               | 3,55  | Vì dụ so sánh |
| e12 | A2        | 2,130                                       | 5                                      | 1,0                                           | 0,0005                       | 1,745                          | 5,88                           | 7,65   | 0,819               | 3,41  | Vì dụ so sánh |
| e13 | A3        | 2,119                                       | 7                                      | 4,0                                           | 0,0004                       | 1,764                          | 5,90                           | 7,60   | 0,832               | 3,73  | Vì dụ so sánh |
| e14 | A3        | 2,119                                       | 4                                      | 2,0                                           | 0,0003                       | 1,654                          | 6,21                           | 8,15   | 0,781               | 3,30  | Vì dụ so sánh |
| e15 | A4        | 2,105                                       | 2                                      | 3,0                                           | 0,0003                       | 1,751                          | 6,11                           | 8,03   | 0,832               | 3,20  | Vì dụ so sánh |
| e16 | A2        | 2,130                                       | 7                                      | 2,0                                           | 0,0005                       | 1,750                          | 5,78                           | 7,58   | 0,822               | 3,10  | Vì dụ so sánh |
| e17 | A3        | 2,119                                       | 8                                      | 1,0                                           | 0,0004                       | 1,748                          | 5,75                           | 7,55   | 0,825               | 3,04  | Vì dụ so sánh |

[0092]

[Bảng 3E]

| Số                                          | Loại thép                              | Các kết quả sản xuất                   |     |                           |       | Các kết quả đánh giá |                    |                    |        | Lưu ý         |                     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----|---------------------------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|---------------|---------------------|
|                                             |                                        | Mật độ từ thông bão hòa Bs             |     | Lượng Ti rắn được hòa tan |       | Mật độ từ thông B50  | Tôn hao sắt W15/50 | Tôn hao sắt W15/60 | B50/Bs |               | Tôn hao trề Wh15/50 |
|                                             |                                        |                                        |     |                           |       |                      |                    |                    |        |               |                     |
|                                             |                                        |                                        |     |                           |       |                      |                    |                    |        |               |                     |
| Ti cacbua                                   |                                        | Được kết tủa không kết hợp trong hạt α |     | % khối lượng              | T     | W/Kg                 | W/Kg               | W/Kg               | W/Kg   |               |                     |
| Được kết tủa kết hợp với sunfua trong hạt α | Được kết tủa không kết hợp trong hạt α | Phần /μm                               |     |                           |       |                      |                    |                    |        |               |                     |
| f1                                          | a1                                     | 4                                      | 2,0 | 0,0011                    | 1,690 | 4,92                 | 6,34               | 0,796              | 3,10   | Ví dụ so sánh |                     |
| f2                                          | a3                                     | 6                                      | 5,0 | 0,0008                    | 1,675 | 4,78                 | 5,99               | 0,804              | 3,72   | Ví dụ so sánh |                     |
| f3                                          | a4                                     | 8                                      | 8,0 | 0,0012                    | 1,675 | 4,77                 | 6,03               | 0,805              | 3,49   | Ví dụ so sánh |                     |
| f4                                          | a5                                     | 4                                      | 5,0 | 0,0011                    | 1,699 | 4,69                 | 5,89               | 0,812              | 3,60   | Ví dụ so sánh |                     |
| f5                                          | a6                                     | 3                                      | 3,0 | 0,0011                    | 1,697 | 4,89                 | 6,11               | 0,805              | 3,88   | Ví dụ so sánh |                     |
| f6                                          | a7                                     | 6                                      | 5,0 | 0,0012                    | 1,685 | 4,77                 | 6,02               | 0,813              | 3,54   | Ví dụ so sánh |                     |
| f7                                          | a8                                     | 8                                      | 3,0 | 0,0013                    | 1,676 | 4,66                 | 5,97               | 0,796              | 3,09   | Ví dụ so sánh |                     |
| f8                                          | a9                                     | 7                                      | 4,0 | 0,0011                    | 1,687 | 4,81                 | 6,15               | 0,802              | 3,24   | Ví dụ so sánh |                     |
| f9                                          | a10                                    | 3                                      | 2,0 | 0,0012                    | 1,703 | 4,65                 | 5,94               | 0,812              | 3,15   | Ví dụ so sánh |                     |
| f10                                         | a11                                    | 2                                      | 1,0 | 0,0014                    | 1,703 | 4,55                 | 5,89               | 0,805              | 2,76   | Ví dụ so sánh |                     |
| f11                                         | a12                                    | 5                                      | 3,0 | 0,0011                    | 1,689 | 4,75                 | 5,99               | 0,806              | 3,54   | Ví dụ so sánh |                     |
| f12                                         | a13                                    | 3                                      | 0,6 | 0,0008                    | 1,704 | 4,58                 | 5,98               | 0,814              | 2,56   | Ví dụ so sánh |                     |
| f13                                         | a14                                    | 8                                      | 3,0 | 0,0004                    | 1,764 | 5,87                 | 7,59               | 0,834              | 3,60   | Ví dụ so sánh |                     |

Khả năng áp dụng công nghiệp

[0093]

Theo khía cạnh nêu trên của sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng mà đạt được cả tiêu chí tổn hao sắt thấp và mật độ từ thông cao ngay cả khi thành phần hóa học bị giới hạn, và phương pháp sản xuất tấm thép này. Theo đó, sáng chế có khả năng áp dụng công nghiệp.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng, tấm thép cán nóng bao gồm, là thành phần hóa học, theo % khối lượng,

0,0010 đến 0,0050% của C,

0,1 đến nhỏ hơn 0,5% của Si,

0,1 đến 0,5% của Mn,

0,1 đến 0,5% của Al,

0,0010 đến 0,0030% của tổng Ti,

0,0010 đến 0,0030% của N,

lớn hơn 0,0015 đến 0,0040% của S,

0 đến 0,0030% của Nb,

0 đến 0,0030% của V,

0 đến 0,0030% của Zr,

0 đến 0,100% của Sn, và

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

lượng Ti rắn được hòa tan là 0,0005% hoặc nhỏ hơn,

khi quan sát bề mặt được quan sát mà song song với chiều cán và chiều ngang,

Ti cacbua có đường kính đường tròn tương đương là 10 đến 50 nm tồn tại trong hạt và ở biên hạt của hạt ferit,

10 đến 100% số lượng của Ti cacbua mà tồn tại trong hạt được làm kết tủa

kết hợp với Mn sunfua, và

mật độ số lượng của Ti cacbua mà tồn tại ở biên hạt là 0,1 phần/ $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn.

2. Tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo điểm 1, tấm thép cán nóng bao gồm, là thành phần hóa học, theo % khối lượng,

0,010 đến 0,100% của Sn.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng cho tấm thép điện không định hướng theo điểm 1 hoặc 2, phương pháp bao gồm:

quy trình đúc khuôn để đúc khuôn thép nóng chảy để thu được phôi bao gồm, làm thành phần hóa học, theo % khối lượng,

0,0010 đến 0,0050% của C,

0,1 đến nhỏ hơn 0,5% của Si,

0,1 đến 0,5% của Mn,

0,1 đến 0,5% của Al,

0,0010 đến 0,0030% của tổng Ti,

0,0010 đến 0,0030% của N,

lớn hơn 0,0015 đến 0,0040% của S,

0 đến 0,0030% của Nb,

0 đến 0,0030% của V,

0 đến 0,0030% của Zr,

0 đến 0,100% của Sn, và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, và

quy trình cán nóng để cán nóng phôi để thu được tấm thép cán nóng, trong đó

trong quy trình cán nóng,

phôi trước khi cán nóng được gia nhiệt và được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 1150 đến 1200°C trong 10 đến 60 phút,

rãnh cán cuối cùng với việc giảm 20 đến 30% được tiến hành ở bước cán nóng cuối cùng, và

tấm thép sau khi cán nóng được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 800 đến nhỏ hơn 900°C trong 15 đến 30 phút.

FIG. 1

