



(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)



1-0030694

(51)⁸ C22C 38/00; C21D 8/12; C22C 38/14; (13) B
H02K 1/02; C23C 2/28; C23C 2/40;
C25D 5/26; H01F 1/16; B21B 3/00;
C23C 2/06

(21) 1-2017-01947

(22) 25/09/2015

(86) PCT/JP2015/004866 25/09/2015

(87) WO/2016/084289 A1 02/06/2016

(30) 2014-241099 28/11/2014 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/09/2017 354A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011 (JP)

(72) KOHSAKA, Noriaki (JP); FUNAKAWA, Yoshimasa (JP); TSUTSUMI, Satoshi (JP).

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

(54) TẤM THÉP ĐƯỢC CÁN NÓNG DÙNG CHO CỤC TỪ, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY VÀ CHI TIẾT VÀNH DÙNG CHO BỘ TẠO NĂNG LƯỢNG THỦY LỰC

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ có độ bền cao, khả năng hàn tốt, và từ tính mạnh; phương pháp sản xuất tấm thép; và chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực. Tấm thép có hợp phần hóa học chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,03% hoặc lớn hơn và 0,12% hoặc nhỏ hơn, Si: 0,15% hoặc lớn hơn và 0,70% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,8% hoặc lớn hơn và 1,4% hoặc nhỏ hơn, P: 0,03% hoặc nhỏ hơn, S: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,08% hoặc nhỏ hơn, N: 0,006% hoặc nhỏ hơn, Ti: 0,12% hoặc lớn hơn và 0,22% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, cấu trúc tế vi bao gồm, xét về tỷ lệ diện tích, 98% hoặc lớn hơn là pha ferit, mà trong đó tỷ lệ lượng Fe kết tủa được đối với tổng lượng của toàn bộ kết tủa bằng 0,22% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, mà trong đó tỷ lệ lượng Ti kết tủa so với hàm lượng Ti trong thép bằng 80% theo khối lượng hoặc lớn hơn, và trong đó đường kính trung bình của các hạt cacbua chứa Ti kết tủa được bằng 6nm hoặc nhỏ hơn, giới hạn chảy theo hướng cán bằng 700 MPa hoặc lớn hơn, mật độ từ thông B₅₀ bằng 1,5T hoặc lớn hơn, mật độ từ thông B₁₀₀ bằng 1,6T hoặc lớn hơn, và độ cứng Vicker nhỏ nhất của vùng ảnh hưởng nhiệt của mỗi hàn (độ cứng Vicker trung bình của nền - 30) hoặc lớn hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ mà tấm thép này có thể tốt hơn là được sử dụng cho, ví dụ, chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực, phương pháp sản xuất tấm thép, và chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, do sự nóng lên toàn cầu được coi là vấn đề theo quan điểm về việc bảo vệ môi trường toàn cầu, nên có nhu cầu gia tăng đối với năng lượng tự nhiên, mà không phát ra khí cacbon dioxit. Ngoài ra, theo quan điểm về việc ngăn cản sự nóng lên toàn cầu này, bộ tạo năng lượng thủy lực ngày nay được coi là nguồn năng lượng sạch nhiều triển vọng. Bộ phát điện như bộ phát điện thủy lực có rôto và stato, mà trong đó rôto bao gồm lõi cực, mà có tác dụng làm lõi sắt, và vành, mà đỡ lõi cực. Để làm tăng công suất phát điện cần phải quay rôto ở tốc độ cao. Do đó, vành được yêu cầu phải có độ bền cao để chịu lực ly tâm do sự quay tốc độ cao, và tấm thép được cán nóng có mức giới hạn chảy là 550 MPa đã được sử dụng chủ yếu. Tuy nhiên, ngày nay, có đòi hỏi là tấm thép được cán nóng có độ bền cao có mức giới hạn chảy là 700 MPa hoặc lớn hơn được sử dụng. Ngoài ra, tấm thép dùng cho vành (chi tiết vành) cần phải có từ tính mạnh. Ngoài ra, do các tấm thép được nối bằng cách thực hiện việc hàn, mà có xu hướng gây ra sự thay đổi về độ bền, nên tấm thép dùng cho vành (chi tiết vành) được yêu cầu phải có khả năng hàn ưu việt.

Để đáp ứng các yêu cầu được nêu trên, các kỹ thuật khác nhau về tấm thép được cán nóng mà đã tập trung vào từ tính và khả năng hàn đã được đề xuất cho đến nay.

Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 chỉ rõ là có thể thu được tấm thép có độ bền được biểu diễn bởi giới hạn chảy theo hướng cán là 700 MPa hoặc lớn hơn và từ tính được biểu diễn bởi mật độ từ thông B_{50} là 1,5 T hoặc lớn hơn và mật độ từ thông B_{100} là 1,6 T hoặc lớn hơn bằng cách tạo ra cấu trúc tế vi bao gồm, xét về tỷ lệ diện tích, 95% hoặc lớn hơn là pha ferit, mà trong đó các kết tủa chứa Ti và V có đường kính trung bình của hạt nhỏ hơn 10nm kết tủa được trong các hạt tinh thể của pha ferit, và trong đó đường kính trung bình của hạt của pha ferit

bằng 2 μ m hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 10 μ m.

Tài liệu sáng chế 2 chỉ rõ là có thể thu được tấm thép được cán nóng có độ bền cao có mật độ từ thông cao bằng cách cán nóng tấm thép chứa, tính theo % trọng lượng, C: từ 0,05% đến 0,15%, Si: 0,5% hoặc nhỏ hơn, Mn: từ 0,70% đến 2,00%, Ti: từ 0,10% đến 0,30%, và B: từ 0,0015% đến 0,0050%, và sau đó cuộn tấm thép được cán nóng ở nhiệt độ là 500°C hoặc thấp hơn.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ tấm thép được cán nóng có độ bền cao khả năng tạo hình cao dùng cho lõi sắt của bộ quay có hợp phần hóa học chứa C: 0,10% hoặc nhỏ hơn, Ti: từ 0,02% đến 0,2%, và ít nhất một trong số hợp phần là Mo: 0,7% hoặc nhỏ hơn và W: 1,5% hoặc nhỏ hơn, cấu trúc tế vi mà về cơ bản bao gồm pha ferit và trong đó cacbua có đường kính hạt nhỏ hơn 10nm chứa Ti và ít nhất một trong số W và Mo được phân tán, và mức độ bền là 590 MPa hoặc lớn hơn.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn quốc tế số WO2013/115205

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế đang chờ xét nghiệm của Nhật Bản số 63-166931

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn sáng chế đang chờ xét nghiệm của Nhật Bản số 2003-268509

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong trường hợp về kỹ thuật theo Tài liệu sáng chế 1, do chứa chất tan V, khá là khó để điều chỉnh lượng xementit thô kết tủa được, mà làm cho nó không thể đạt được từ tính tốt một cách ổn định do ảnh hưởng của xementit thô.

Trong trường hợp về kỹ thuật theo Tài liệu sáng chế 2, do cần phải thực hiện bước cuộn ở nhiệt độ 500°C hoặc thấp hơn, có nghĩa là, trong khoảng nhiệt độ mà trong đó việc điều chỉnh nhiệt độ khó, có vấn đề là sự biến đổi các tính chất giữa các lõi và trong lõi. Hơn nữa, pha biến đổi ở nhiệt độ thấp bao gồm số lớn về sự lệch mạng trong hạt tinh thể của nó, mà dẫn đến làm giảm từ tính.

Trong trường hợp về kỹ thuật theo Tài liệu sáng chế 3, do không xem xét đến khả năng

hàn, và do không xem xét đến tác dụng của xementit thô, nên không thể đạt được từ tính bền.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là, trên quan điểm về tình trạng nêu trên, đề xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ có giới hạn chảy theo hướng cán là 700 MPa hoặc lớn hơn, khả năng hàn tốt, và từ tính mạnh, phương pháp sản xuất tấm thép, và chi tiết vành dùng làm bộ tạo năng lượng thủy lực.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả sáng chế đã thực hiện chuyên sâu các nghiên cứu về yêu cầu đối với tấm thép có độ bền cao, khả năng hàn tốt, và từ tính mạnh ở cùng thời gian, và, kết quả là, đã phát hiện ra rằng việc giảm độ cứng trong vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn phần lớn là do sự phân giải của cacbua chứa V, mà độ tan của chúng lớn. Ngoài ra, đã phát hiện ra rằng, để ngăn việc làm giảm độ cứng này trong vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn, bổ sung Si, mà là nguyên tố tăng cường độ tan, mà không có V được bổ sung hoặc có hàm lượng V được điều chỉnh là hữu hiệu. Mặt khác, có việc làm giảm từ tính trong từ trường cao do việc bổ sung Si. Do đó, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu để cải thiện từ tính, và, kết quả là, đã thành công trong việc cải thiện đồng thời khả năng hàn và từ tính bằng cách ngăn việc hình thành xementit thô đến giới hạn cuối cùng và bằng cách tối ưu hóa chế độ cán khi bước cán nóng được thực hiện.

Sáng chế đã được hoàn thành trên cơ sở về sự hiểu biết được nêu trên, và đối tượng theo sáng chế như sau.

(1) Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ, tấm thép có hợp phần hóa học chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,03% hoặc lớn hơn và 0,12% hoặc nhỏ hơn, Si: 0,15% hoặc lớn hơn và 0,70% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,8% hoặc lớn hơn và 1,4% hoặc nhỏ hơn, P: 0,03% hoặc nhỏ hơn, S: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,08% hoặc nhỏ hơn, N: 0,006% hoặc nhỏ hơn, Ti: 0,12% hoặc lớn hơn và 0,22% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, cấu trúc tế vi bao gồm, xét về tỷ lệ diện tích, 98% hoặc lớn hơn là pha ferit, mà trong đó tỷ lệ lượng Fe kết tủa so với hàm lượng Fe trong thép bằng 0,22% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, mà trong đó tỷ lệ lượng Ti kết tủa so với hàm lượng Ti trong thép bằng 80% theo khối lượng hoặc lớn hơn, và trong đó đường kính trung bình của các hạt cacbua chứa Ti kết

tủa được bằng 6nm hoặc nhỏ hơn, giới hạn chảy theo hướng cán bằng 700 MPa hoặc lớn hơn, mật độ từ thông B50 bằng 1,5T hoặc lớn hơn, mật độ từ thông B100 bằng 1,6T hoặc lớn hơn, và độ cứng Vicker nhỏ nhất của vùng ảnh hưởng nhiệt của mỗi hàn (độ cứng Vicker trung bình của nền - 30) hoặc lớn hơn.

(2) Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục (1) nêu trên, mà trong đó biểu thức liên hệ (1) dưới đây thỏa mãn.

$$[\%C] - 12 \left(\frac{[\%Ti]}{48} + \frac{[\%V]}{51} + \frac{[\%Nb]}{93} \right) \leq 0.035 \quad \dots (1)$$

Sau đây, %C, %Ti, %V, và %Nb lần lượt là hàm lượng của các nguyên tố hóa học tương ứng. Ngoài ra, hàm lượng nguyên tố hóa học mà không được thêm vào được thiết lập là 0.

(3) Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục (1) hoặc (2) nêu trên, hợp phần hóa học còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc cả hai trong số V: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05% và Nb: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05%.

(4) Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ, trong đó phương pháp này bao gồm bước làm nóng vật liệu thép thô có hợp phần hóa học theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) nêu trên ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn và 1350°C hoặc thấp hơn, sau đó hoàn thành bước cán thô ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn, thực hiện bước cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thành là 840°C hoặc lớn hơn, làm nguội tấm thép được cán nóng ở tốc độ làm nguội trung bình là 30°C/s hoặc lớn hơn trong thời gian 3 giây sau khi bước cán hoàn thành được thực hiện, và cuộn tấm thép được làm nguội ở nhiệt độ 550°C hoặc cao hơn và 700°C hoặc thấp hơn.

(5) Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục (4) nêu trên, mà trong đó tỷ lệ giảm do cán của rãnh cán cuối khi cán nóng là 15% hoặc nhỏ hơn.

(6) Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục (4) hoặc (5) nêu trên, phương pháp còn bao gồm thực hiện bước xử lý phủ trên bề mặt tấm thép.

(7) Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục (6) trên, bước xử lý phủ là một trong số bước xử lý bất kỳ xử lý mạ kẽm nhúng nóng, xử lý tráng kẽm nhúng nóng, và xử lý phủ mạ điện.

(8) Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục (6) hoặc

(7) trên, lớp phủ được tạo ra bằng cách thực hiện bước xử lý lớp phủ có hợp phần hóa học chứa một, hai, hoặc nhiều hơn trong số Zn, Si, Al, Ni, và Mg.

(9) Chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực được tạo ra từ tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) trên.

Ở đây, theo sáng chế, nghĩa của thuật ngữ "tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ" bao gồm tấm thép (tấm thép được cán nóng) mà không được đưa vào xử lý phủ, tấm thép (GI) mà được đưa vào xử lý mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép (GA) mà được đưa vào xử lý hợp kim hóa sau khi bước xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, và tấm thép (EG) mà được đưa vào xử lý phủ mạ điện.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ có hiệu quả tốt về khả năng hàn, có nghĩa là, tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ có giới hạn chảy theo hướng cán là 700 MPa hoặc lớn hơn, khả năng hàn ưu việt, và từ tính ưu việt. Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế tốt hơn là có thể được sử dụng cho, ví dụ, chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực. Bằng cách sử dụng tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế dùng cho chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực, có thể làm tăng hiệu quả và tuổi thọ thiết bị của bộ tạo năng lượng thủy lực, mà có tác dụng đánh dấu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết. Sau đây, "%" là chỉ "% theo khối lượng", trừ khi được lưu ý khác.

Thứ nhất, cấu trúc tế vi, mà đề xuất yêu cầu quan trọng đối với tấm thép theo sáng chế, sẽ được mô tả chi tiết.

Tỷ lệ diện tích của pha ferit: 98% hoặc lớn hơn (bao gồm 100%).

Trong trường hợp mà mật độ lệch mạng lớn, có sự giảm đáng kể về mật độ từ thông. Do đó, cần phải tạo ra cấu trúc tế vi mà không bao gồm pha biến đổi ở nhiệt độ thấp như pha bainit hoặc pha mactensit, mà có mật độ lệch mạng lớn. Theo sáng chế, để đạt được từ tính mong muốn, tỷ lệ diện tích của pha ferit được thiết lập là 98% hoặc lớn hơn. Trong phần dư mà khác với pha ferit, pha mactensit, pha xementit, và pha bainit có thể được bao gồm miễn

là tỷ lệ diện tích của các pha này nằm trong 2%. Ngoài ra, pha austenit còn lại về cơ bản không được tạo ra trong tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế, tỷ lệ diện tích của pha austenit còn lại chỉ bằng 0,1% hoặc nhỏ hơn nhiều nhất. Ở đây, có thể xác định tỷ lệ diện tích của pha ferit bằng cách sử dụng phương pháp được nêu trong ví dụ dưới đây.

Tỷ lệ của lượng Fe kết tủa được đối với hàm lượng Fe trong thép: 0,22% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Fe ở dạng kết tủa tạo ra từ xementit. Do xementit thô làm giảm mật độ từ thông, tốt hơn là lượng xementit càng nhỏ càng tốt. Để đạt được mật độ từ thông được yêu cầu theo sáng chế bằng cách làm giảm lượng xementit, cần thiết là tỷ lệ (sau đây, còn được gọi là "lượng kết tủa Fe") của lượng Fe kết tủa được đối với hàm lượng Fe trong thép là 0,22% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn là 0,20% hoặc nhỏ hơn. Ở đây, có thể xác định tỷ lệ kết tủa Fe bằng cách sử dụng phương pháp được nêu trong ví dụ dưới đây.

Để ngăn sự hình thành xementit, tốt hơn là càng chứa nhiều C càng có thể kết tủa được ở dạng cacbua chứa Ti. Để thực hiện việc này, tốt hơn là biểu thức liên quan (1) dưới đây được thỏa mãn.

$$[\%C] - 12 \left(\frac{[\%Ti]}{48} + \frac{[\%V]}{51} + \frac{[\%Nb]}{93} \right) \leq 0.035 \quad \dots (1)$$

Sau đây, %C, %Ti, %V, và %Nb lần lượt là hàm lượng của các nguyên tố hóa học tương ứng. Ngoài ra, hàm lượng nguyên tố hóa học mà không được thêm vào được thiết lập là 0.

Biểu thức liên quan (1) nêu trên thể hiện lượng C mà kết tủa được ở dạng xementit trong C được chứa do đó C không kết hợp với Ti, Nb, hoặc V để kết tủa được ở dạng cacbua tinh luyện. Bằng cách điều chỉnh trị số bên trái của biểu thức liên quan (1) nêu trên là 0,035 hoặc nhỏ hơn, lượng xementit kết tủa được là 0,22% hoặc nhỏ hơn miễn là hợp phần hóa học và phương pháp sản xuất theo sáng chế được sử dụng. Mặt khác, trong trường hợp mà trị số bên trái của biểu thức liên quan (1) nêu trên nhỏ hơn -0,001, do có sự giảm xuống về độ ổn định nhiệt của cacbua, có sự giảm xuống về độ cứng trong vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn. Do đó, tốt hơn là trị số bên trái của biểu thức liên quan (1) nêu trên là -0,001 hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, C mà không được kết hợp với Ti, V, hoặc Nb kết tủa được ở dạng Fe cacbua.

Để kết tủa hầu hết toàn bộ C được chứa ở dạng cacbua tinh luyện chứa Ti, V, hoặc Nb, tốt hơn là cán thô, mà được thực hiện trước khi bước cán hoàn thiện được thực hiện, được hoàn thiện ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn.

Tỷ lệ của lượng Ti kết tủa được đối với hàm lượng Ti trong thép: 80% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

Theo sáng chế, bằng cách phân tán cacbua chứa Ti tinh luyện, có thể đạt được độ bền cao được biểu diễn bởi giới hạn chảy là 700 MPa hoặc lớn hơn. Trong trường hợp mà tỷ lệ (sau đây được gọi là "lượng kết tủa Ti" hoặc "tỷ lệ kết tủa Ti") của lượng Ti kết tủa so với hàm lượng Ti trong thép nhỏ hơn 80%, có thể đạt được giới hạn chảy mong muốn, và có sự giảm xuống về mật độ từ thông do ảnh hưởng của chất tan Ti. Từ quan điểm nêu trên, lượng kết tủa Ti được thiết lập là 80% hoặc lớn hơn, hoặc tốt hơn là 85% hoặc lớn hơn. Ở đây, có thể xác định tỷ lệ kết tủa Ti bằng cách sử dụng phương pháp được nêu trong ví dụ dưới đây.

Đường kính trung bình của hạt cacbua chứa Ti kết tủa được: 6nm hoặc nhỏ hơn

Lượng tăng lên về độ bền do sự phân tán của cacbua chứa Ti tăng lên với việc giảm đường kính hạt cacbua. Để đạt được độ bền cao được biểu diễn bởi giới hạn chảy là 700 MPa hoặc lớn hơn, cần thiết phải thỏa mãn điều kiện là đường kính trung bình của hạt cacbua chứa Ti kết tủa được là 6nm hoặc nhỏ hơn ngoài ra điều kiện là tỷ lệ lượng Ti kết tủa được đối với hàm lượng Ti trong thép là 80% theo khối lượng hoặc lớn hơn. Ở đây, có thể xác định đường kính hạt trung bình của cacbua bằng cách sử dụng phương pháp được nêu trong ví dụ dưới đây.

Sau đây, các nguyên nhân cho giới hạn trên hợp phần hóa học theo sáng chế sẽ được mô tả.

C: 0,03% hoặc lớn hơn và 0,12% hoặc nhỏ hơn

C là nguyên tố hóa học mà góp phần để làm tăng về độ bền của tấm thép bằng cách kết hợp với Ti để tạo ra cacbua tinh luyện chứa Ti. Để đạt được giới hạn chảy là 700 MPa hoặc lớn hơn, cần thiết là hàm lượng C bằng 0,03% hoặc lớn hơn, hoặc tốt hơn là 0,04% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong trường hợp mà hàm lượng C lớn hơn 0,12%, do xementit được tạo ra, có sự giảm xuống về mật độ từ thông. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng C được thiết lập là bằng 0,12%, hoặc tốt hơn là 0,10% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,15% hoặc lớn hơn và 0,70% hoặc nhỏ hơn

Do Si nguyên tố tăng cường hòa tan chịu nhiệt, Si có tác dụng để ngăn sự giảm độ cứng trong vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn. Hơn nữa, Si có tác dụng để giảm tác dụng tiêu cực của việc giảm mật độ từ thông do việc kết tủa của xementit bằng cách làm giảm đường kính hạt xementit. Như được nêu trên, Si là thành phần quan trọng theo sáng chế. Để thực hiện các mục đích này, giới hạn dưới của hàm lượng Si được thiết lập là 0,15%, tốt hơn là 0,20% hoặc lớn hơn, hoặc tốt hơn nữa là 0,35% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong trường hợp mà hàm lượng Si lớn hơn 0,70%, tác dụng tiêu cực của việc giảm mật độ từ thông do Si được bổ sung trở nên thấy rõ, và có việc hư hỏng hình dạng bên ngoài bề mặt và việc làm giảm khả năng phủ kẽm do vảy đỏ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Si được thiết lập là bằng 0,70%, hoặc tốt hơn là 0,60% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,8% hoặc lớn hơn và 1,4% hoặc nhỏ hơn

Đường kính hạt cacbua chứa Ti giảm xuống bằng việc giảm nhiệt độ chuyển đổi mà ở đó austenit chuyển đổi thành ferit. Do Mn có tác dụng để hạ nhiệt độ chuyển đổi mà ở đó austenit chuyển thành ferit, nên có sự giảm đường kính hạt cacbua chứa Ti khi Mn được bổ sung, mà dẫn đến sự tăng lên về độ bền. Để đạt được giới hạn chảy bằng 700 MPa hoặc lớn hơn, cần thiết là hàm lượng Mn bằng 0,8% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong trường hợp mà hàm lượng lớn hơn 1,4%, pha bainit có xu hướng được tạo ra, mà dẫn đến làm giảm độ bền và sự biến đổi về mật độ từ thông do việc hình thành xementit thô. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập là 0,8% hoặc lớn hơn và 1,4% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn là 0,9% hoặc lớn hơn và 1,3% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố hóa học mà làm giảm đáng kể độ bền của mối hàn khi được tách ra ở biên hạt. Do đó, tốt hơn là hàm lượng P càng nhỏ càng tốt. Theo sáng chế, để tránh vấn đề được nêu trên, hàm lượng P được thiết lập là 0,03% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn là 0,02% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,005% hoặc nhỏ hơn

S có ở dạng tạp chất như MnS trong thép. Đường kính hạt của các tạp chất này lớn, mà làm giảm mật độ từ thông. Do đó, do tốt hơn là hàm lượng S càng nhỏ càng tốt theo sáng chế,

hàm lượng S được thiết lập là 0,005% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn là 0,003% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,08% hoặc nhỏ hơn

Trong trường hợp mà Al được sử dụng làm chất khử oxi trong quá trình tạo thép, hàm lượng Al được thiết lập là 0,02% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong trường hợp mà hàm lượng Al lớn hơn 0,08%, có sự giảm về mật độ từ thông do các tạp chất thô như nhôm oxit. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập là bằng 0,08% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn là 0,07% hoặc nhỏ hơn.

N: 0,006% hoặc nhỏ hơn

N kết hợp với Ti để tạo ra nitrat hóa thô, mà gây ra sự giảm về mật độ từ thông. Hơn nữa, do có sự giảm về lượng cacbua mịn kết tủa được chứa Ti, mà góp phần vào việc tăng độ bền, có sự giảm về độ bền. Do đó, do tốt hơn là hàm lượng N càng nhỏ càng tốt, giới hạn trên của hàm lượng N được thiết lập là 0,006%, hoặc tốt hơn là 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Ti: 0,12% hoặc lớn hơn và 0,22% hoặc nhỏ hơn

Ti là nguyên tố hóa học mà góp phần để làm tăng về độ bền của tấm thép bằng cách tạo ra cacbua mịn. Để đạt được giới hạn chảy là 700 MPa hoặc lớn hơn, cần thiết là hàm lượng Ti ít nhất là 0,12% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong trường hợp mà hàm lượng Ti lớn hơn 0,22%, do có thể hòa tan cacbua chứa Ti thô trong quá trình làm nóng tấm trước quá trình cán nóng, việc góp phần vào sự tăng độ bền trở nên bão hòa. Ngoài ra, cacbua chứa Ti thô làm giảm về mật độ từ thông. Do đó, hàm lượng Ti được thiết lập là 0,12% hoặc lớn hơn và 0,22% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn là 0,14% hoặc lớn hơn và 0,18% hoặc nhỏ hơn.

Phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

Mặc dù hợp phần hóa học được nêu trên là hợp phần hóa học theo sáng chế, một hoặc cả hai V: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05% và Nb: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05% có thể được bổ sung vào hợp phần hóa học được nêu trên nhằm mục đích được nêu dưới đây.

V và Nb là nguyên tố hóa học mà góp phần vào việc tăng thêm về độ bền bằng cách kết hợp với C. Để thu được tác dụng này, tốt hơn là hàm lượng của mỗi V và Nb là 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong trường hợp mà hàm lượng V là 0,05% hoặc lớn hơn, do tác dụng tiêu cực của việc giảm về độ cứng trong vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn do sự phân giải của cacbua chứa V trở nên thấy rõ, có sự giảm về khả năng hàn. Trong trường hợp mà

hàm lượng Nb là 0,05% hoặc lớn hơn, cacbua chứa Nb thô được giữ trong quá trình làm nóng tấm trước quá trình cán nóng, mà gây ra việc giảm về mật độ từ thông. Do đó, trong trường hợp mà V và Nb được bổ sung, hàm lượng V được thiết lập là 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05%, hoặc tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,04% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Nb được thiết lập là 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05%, hoặc tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn.

Sau đây, phương pháp sản xuất cho tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế sẽ được mô tả.

Có thể sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế bằng cách làm nóng vật liệu thô (tấm thép) có hợp phần hóa học được nêu trên ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn và 1350°C hoặc thấp hơn, sau đó bằng cách hoàn thành bước cán thô ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn, bằng cách thực hiện bước cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thành là 840°C hoặc lớn hơn, bằng cách làm nguội tấm thép được cán nóng ở tốc độ làm nguội trung bình là 30°C/s hoặc lớn hơn trong thời gian 3 giây sau khi bước cán hoàn thành được thực hiện, và bằng cách cuộn tấm thép được làm nguội ở nhiệt độ 550°C hoặc cao hơn và 700°C hoặc thấp hơn.

Theo sáng chế, không có giới hạn cụ thể về phương pháp được sử dụng để tạo ra thép nóng chảy, và phương pháp đã biết như phương pháp mà sử dụng lò chuyển hoặc lò điện có thể được sử dụng. Ngoài ra, tinh luyện thứ cấp có thể được thực hiện bằng cách sử dụng lò tách khí chân không. Sau đó, mặc dù tốt hơn là tấm (vật liệu thô của thép) được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp đúc liên tục theo quan điểm về năng suất và chất lượng sản phẩm, tấm có thể được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp đúc đã biết như phương pháp đổ thổi và đúc thổi hoặc phương pháp đúc liên tục tấm mỏng.

Nhiệt độ làm nóng của vật liệu thô của thép: 1100°C hoặc cao hơn và 1350°C hoặc thấp hơn

Cần thiết về cơ bản để tạo ra pha austenit đồng nhất bằng cách làm nóng vật liệu thô của thép trước khi bước cán nóng được thực hiện. Trong trường hợp mà nhiệt độ làm nóng thấp hơn 1100°C, do không thể hòa tan cacbua thô chứa Nb và Ti, có sự giảm về giới hạn chảy và mật độ từ thông. Mặt khác, trong trường hợp mà nhiệt độ làm nóng cao hơn 1350°C, do có sự tăng lên về lượng vảy được tạo ra, sự cán của vảy xảy ra trong quá trình cán nóng,

mà dẫn đến việc làm giảm về chất lượng bề mặt của tấm thép được cán nóng. Do đó, nhiệt độ làm nóng của vật liệu thô của thép được thiết lập là 1100°C hoặc cao hơn và 1350°C hoặc thấp hơn, hoặc tốt hơn là 1150°C hoặc cao hơn và 1300°C hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, khi bước cán nóng được thực hiện trên vật liệu thô của thép, trong trường hợp mà nhiệt độ vật liệu thô của thép đúc là 1100°C hoặc cao hơn và 1350°C hoặc thấp hơn hoặc mà cacbua trong vật liệu thô của thép được thể hiện, bước cán nóng trực tiếp có thể được thực hiện mà không làm nóng vật liệu thô của thép.

Hoàn thiện bước cán thô ở nhiệt độ là 1100°C hoặc cao hơn và thực hiện bước cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện là 840°C hoặc cao hơn

C mà không được kết hợp với Ti, V, hoặc Nb kết tủa được ở dạng Fe cacbua. Để kết tủa hầu hết toàn bộ C được chứa ở dạng cacbua tinh luyện chứa Ti, V, hoặc Nb, cần thiết là cán thô, mà được thực hiện trước khi bước cán hoàn thiện được thực hiện, được hoàn thiện ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn. Trong trường hợp mà bước cán thô được hoàn thiện ở nhiệt độ thấp hơn 1100°C , việc làm căng được bố trí bằng cách thực hiện cán thô thúc đẩy kết tủa của cacbua thô chứa Ti, V, và Nb trong austenit trong thời gian giữ lâu sau đó. Sau đó, việc này tạo tác dụng tiêu cực về giới hạn chảy và mật độ từ thông thấy rõ. Trong trường hợp mà nhiệt độ cán hoàn thiện thấp hơn 840°C , do việc chuyển đổi ferit bắt đầu trong khi cán hoàn thiện, cấu trúc tế vi mà trong đó các hạt ferit được mở rộng được tạo ra. Số lớn sự phân tán được thực hiện trong các hạt ferit được mở rộng này, mà gây ra sự giảm về mật độ từ thông. Do đó, nhiệt độ cán hoàn thiện được thiết lập là 840°C hoặc cao hơn, hoặc tốt hơn là 860°C hoặc cao hơn. Ở đây, mặc dù bước cán hoàn thiện được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn 1100°C , do thời gian trong khi mà cacbua kết tủa và phát triển ngắn hơn trong bước cán hoàn thiện, mà được thực hiện bằng cách sử dụng máy cán đôi, so với trong bước cán thô, các tác dụng tiêu cực được nêu trên, mà trở nên dễ nhận thấy trong bước cán thô, trở nên khó nhận thấy.

Tỷ lệ giảm do cán của rãnh cán cuối khi cán hoàn thiện: 15% hoặc nhỏ hơn (điều kiện tốt hơn)

Theo sáng chế, Si được bổ sung để làm tăng khả năng hàn. Tuy nhiên, cùng với đó, có khuynh hướng để giảm từ tính trong từ trường cao do ảnh hưởng của chất tan Si. Do đó, để cải thiện từ tính đến mức cao hơn, tập trung trên mật độ của thành từ có sẵn, mà làm giảm từ

tính, việc xem xét được đưa ra để làm giảm mật độ của thành từ có sẵn. Do đó, đã tìm thấy là, bằng cách điều chỉnh tỷ lệ giảm do cán của rãnh cán cuối của bước cán nóng đến 15% hoặc nhỏ hơn, thế năng biến dạng thúc đẩy sự di chuyển của thành từ trong khi tối thiểu sức căng mà được tích trữ trong các hạt. Bằng cách điều chỉnh tỷ lệ giảm do cán của rãnh cán cuối của bước cán hoàn thiện đến 15% hoặc nhỏ hơn, có thể đạt được mật độ từ thông B_{50} là 1,55 T hoặc lớn hơn và mật độ từ thông B_{100} là 1,65 T hoặc lớn hơn. Do đó, tốt hơn là tỷ lệ giảm do cán của bước cán cuối của bước cán hoàn thiện là 15% hoặc nhỏ hơn, hoặc tốt hơn nữa là 12% hoặc nhỏ hơn.

Việc làm nguội ở tỷ lệ làm nguội trung bình là 30°C/s hoặc lớn hơn trong thời gian 3 giây sau khi bước cán hoàn thiện đã được thực hiện.

Đường kính hạt cacbua chứa Ti giảm xuống bằng việc giảm nhiệt độ chuyển đổi mà ở đó austenit chuyển đổi thành ferit. Để tạo ra cacbua có đường kính trung bình của hạt bằng 6nm hoặc nhỏ hơn, cần thiết là nhiệt độ chuyển đổi mà ở đó austenit chuyển đổi thành ferit là 700°C hoặc thấp hơn. Do đó, cần thiết là việc làm nguội ở tỷ lệ làm nguội trung bình là 30°C/s hoặc lớn hơn trong thời gian 3 giây sau khi bước cán hoàn thiện đã được thực hiện. Ở đây, thuật ngữ "tốc độ làm nguội trung bình" là tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ cán hoàn thiện đến nhiệt độ 700°C .

Nhiệt độ cuộn: 550°C hoặc cao hơn và 700°C hoặc thấp hơn

Trong trường hợp mà nhiệt độ cuộn cao hơn 700°C , do có sự tăng lên về đường kính hạt cacbua, không thể đạt được giới hạn chảy và từ tính mong muốn. Mặt khác, trong trường hợp mà nhiệt độ cuộn thấp hơn 550°C , do pha bainit được tạo ra, có sự giảm về từ tính. Do đó, nhiệt độ cuộn được thiết lập là 550°C hoặc cao hơn và 700°C hoặc thấp hơn, hoặc tốt hơn là 580°C hoặc cao hơn và 680°C hoặc thấp hơn.

Như được nêu trên, tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế được sản xuất. Ở đây, ngay cả khi tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế được đi qua đường mạ kẽm liên tục mà trong đó nhiệt độ ủ là 720°C hoặc thấp hơn, không có ảnh hưởng về các đặc tính của tấm thép. Do đó, có thể tạo ra lớp phủ trên bề mặt của tấm thép bằng cách thực hiện bước xử lý phủ trên bề mặt của tấm thép. Ngoài ra, do không có ảnh hưởng của việc xử lý phủ hoặc hợp phần hóa học của bề nóng chảy trên các đặc tính của tấm thép, một trong

số xử lý mạ kẽm nhúng nóng, xử lý tráng kẽm nhúng nóng, và xử lý phủ mạ điện có thể được thực hiện làm việc xử lý phủ. Ngoài ra, hợp phần hóa học của bể nóng chảy nên là hợp phần chứa một, hai, hoặc nhiều hơn trong số Zn, Al, Mg, Si, và Ni. Có nghĩa là, hợp phần hóa học của lớp phủ mà được tạo ra bằng cách thực hiện bước xử lý phủ có thể chứa một, hai, hoặc nhiều hơn trong số Zn, Si, Al, Ni, và Mg.

Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo sáng chế thu được như nêu trên tốt hơn là có thể được sử dụng cho phần mà được yêu cầu phải có từ tính cao, cụ thể, chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực.

Ví dụ 1

Vật liệu thô của thép có hợp phần hóa học được đưa ra trên Bảng 1 và độ dày là 250mm được tạo thành tấm thép được cán nóng có độ dày là từ 1,6mm đến 3,2mm dưới các điều kiện cán nóng được đưa ra trên Bảng 2. Một số tấm thép được cán nóng được đưa vào xử lý tráng kẽm nhúng nóng. Xử lý tráng kẽm nhúng nóng được thực hiện bằng cách sử dụng đường mạ kẽm nhúng nóng liên tục mà trong đó nhiệt độ ủ là 700°C hoặc thấp hơn, mà trong đó hợp phần hóa học của bể nóng chảy Zn-0,13-% theo khối lượng-Al, mà trong đó nhiệt độ của bể nóng chảy là 460°C, và trong đó nhiệt độ tạo hợp kim là 530°C, và trọng lượng phủ nằm trong khoảng từ 45 đến 65 g/m² trên một bên.

Bằng cách lấy các mảnh thử nghiệm từ tấm thép được cán nóng hoặc các tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng thu được như được nêu trên, khả năng quan sát cấu trúc tế vi và đánh giá đặc tính được thực hiện bằng cách sử dụng các phương pháp được nêu trên.

(i) Khả năng quan sát cấu trúc tế vi

Tỷ lệ diện tích của các pha tạo thành được đánh giá bằng cách sử dụng phương pháp sau đây. Bằng cách lấy mảnh thử nghiệm từ tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép mạ kẽm nhúng nóng sao cho phần cắt ngang song song với hướng cán là bề mặt quan sát được, bằng cách khắc axit phần trung tâm theo hướng độ dày bằng cách sử dụng dung dịch nital 3% sao cho cấu trúc kim tương được lộ ra, và bằng cách quan sát cấu trúc tế vi bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học quét ở độ phóng đại là 400 lần, thu được ảnh của 10 phạm vi khi quan sát. Pha ferit là cấu trúc tế vi có các hạt mà trong đó dấu hiệu ăn mòn hoặc xementit không quan sát được. Bằng cách thực hiện các phân tích hình ảnh để tách các pha khác như pha

bainit, pha mactensit, và pha peclit, mà khác với pha ferit, tỷ lệ diện tích của mỗi pha được xác định là tỷ lệ diện tích của pha đối với diện tích của phạm vi quan sát được khi quan sát. Khi diện tích được xác định, các phạm vi hạt ferit được coi như các phần của pha ferit.

Đường kính trung bình của các hạt cacbua chứa Ti kết tủa được xác định là trị số trung bình của đường kính hạt của 100 hạt cacbua được quan sát bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử truyền qua ở sự phóng đại là 135000 lần, và đường kính hạt của mỗi cacbua được xác định là đường kính đường tròn tương đương của hạt.

Lượng kết tủa Fe được xác định bằng cách thực hiện điện phân dòng không đổi trên khoảng 0,2 g tấm thép trong dung dịch điện phân gốc AA 10% (10 theo thể tích axetylaxeton -1% theo khối lượng tetrametylamoni clorua-metanol) với mật độ hiện tại là 20 mA/cm², sau đó bằng cách tập trung các kết tủa từ dung dịch điện phân bằng cách thực hiện việc lọc, bằng cách xác định lượng Fe chứa trong các kết tủa bằng cách sử dụng phương pháp ICP-MS, và bằng cách đo tỷ lệ lượng Fe đối với khối lượng của thép cơ sở mà được đưa vào điện phân dòng không đổi.

Về lượng kết tủa Ti (tỷ lệ kết tủa Ti), bằng cách thực hiện điện phân dòng không đổi bằng cách sử dụng cùng phương pháp như là được sử dụng để xác định lượng kết tủa Fe, lượng Ti chứa trong dung dịch điện phân được xác định sử dụng phương pháp ICP-MS. Do lượng Ti chứa trong dung dịch điện phân là lượng Ti ở dạng dung dịch rắn, lượng kết tủa Ti được suy ra bằng cách trừ đi lượng Ti ở dạng dung dịch rắn từ hàm lượng Ti.

(ii) Thử nghiệm kéo

Bằng cách lấy mảnh thử nghiệm kéo JIS số 5 song song với hướng cán của tấm thép khỏi tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, và bằng cách thực hiện thử nghiệm kéo 5 lần theo JIS Z 2241 (2011), các trị số trung bình của giới hạn chảy (YS-yield strength), độ bền kéo (TS-tensile strength), và độ giãn dài tổng (El-total elongation) được suy ra. Tốc độ con trượt của thử nghiệm kéo là 10mm/phút.

(iii) Xác định mật độ từ thông

Bằng cách lấy mẫu là 30mm × 280mm từ tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, bằng cách sử dụng thiết bị đo từ tính dòng một chiều, và bằng cách sử dụng phương pháp đo theo JIS C 2555, mật độ từ thông B₅₀ và mật độ từ thông B₁₀₀ được xác định.

B_{50} và B_{100} lần lượt là mật độ từ thông cho lực từ hóa là 5000 A/m và lực từ hóa là 10000 A/m.

(iv) Đánh giá khả năng hàn

Khả năng hàn được đánh giá bằng cách thực hiện thử nghiệm hàn mà trong đó việc hàn hồ quang cacbon-dioxit được thực hiện bằng cách sử dụng lõi que hàn thép sợi có đường kính là 1,2mm. Nhưng bước hàn được thực hiện dưới điều kiện về tốc độ hàn là 80 cm/phút, lõi que hàn thép sợi là 220 A, điện thế hàn là 25 V, và khe hở là 1mm. Sau khi thực hiện thử nghiệm hàn, phần cắt ngang được cắt của đường hàn, và thử nghiệm độ cứng Vicker sau đó được thực hiện với tải thử nghiệm là 0,49 N ở khoảng cách là 0,5mm theo hướng đi qua phần trung tâm theo hướng độ dày trên phần cắt ngang. Mặt khác, độ cứng của khuôn cối được xác định là trị số trung bình của trị số cứng mà được xác định với tải thử nghiệm là 0,49 N ở 5 điểm được đặt ở 30mm hoặc lớn hơn từ mỗi hàn. Trên bảng 3, các trị số khác nhau giữa độ cứng của mỗi hàn (độ cứng mỗi hàn trung bình) và độ cứng nhỏ nhất của vùng ảnh hưởng nhiệt của mỗi hàn (độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt của mỗi hàn nhỏ nhất) được lấy ra.

Các kết quả thu được được nêu trên được đưa ra trên Bảng 3.

Bảng 1

Mã thép	Hợp phần hóa học (% theo khối lượng)										Biểu thức liên quan (1)*	Lưu ý
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Khác			
A	0,06	0,21	1,05	0,02	0,001	0,05	0,0028	0,14	-	0,025	Ví dụ	
B	0,08	0,59	1,26	0,02	0,001	0,03	0,0048	0,18	-	0,015	Ví dụ	
C	0,07	0,37	1,18	0,01	0,002	0,04	0,0035	0,15	V:0,02	0,028	Ví dụ	
D	0,06	0,23	1,21	0,02	0,002	0,04	0,0033	0,14	Nb:0,02	0,022	Ví dụ	
E	0,18	0,53	1,05	0,01	0,001	0,04	0,0032	0,16	-	0,140	Ví dụ so sánh	
F	0,06	0,01	1,21	0,02	0,002	0,05	0,0040	0,15	-	0,023	Ví dụ so sánh	
G	0,06	0,55	1,40	0,02	0,001	0,03	0,0027	0,02	-	0,055	Ví dụ so sánh	
H	0,09	0,12	1,30	0,02	0,001	0,03	0,0042	0,15	V:0,1	0,029	Ví dụ so sánh	

*Biểu thức liên quan (1):

$$[\%C] - 12 \left(\frac{[\%Ti]}{48} + \frac{[\%V]}{51} + \frac{[\%Nb]}{93} \right) \leq 0,035$$

Bảng 2

Số tấm thép	Mã thép	Bề mặt*1	Nhiệt độ làm nóng tấm (°C)	Nhiệt độ hoàn thiện cán thô (°C)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)	Tỷ lệ giảm do cán của bước cán cuối (%)	Thời gian bắt đầu làm nguội (giờ)*2	Tốc độ làm nguội trung bình (°C/s)*3	Nhiệt độ cuộn (°C)	Lưu ý
1		không được phủ	1230	1160	930	8	1,2	50	620	Ví dụ
2		GA	1260	1170	920	10	0,7	40	650	Ví dụ
3		không được phủ	1200	1120	790	12	0,7	40	600	Ví dụ so sánh
4		không được phủ	1250	1110	900	11	1,1	5	590	Ví dụ so sánh
5		không được phủ	1230	1120	900	10	0,8	50	450	Ví dụ so sánh
6		không được phủ	1220	1170	880	9	1,4	55	760	Ví dụ so sánh
7		không được phủ	1220	1050	850	10	1,0	50	610	Ví dụ so sánh
8		không được phủ	1230	1150	910	21	1,2	50	620	Ví dụ
9		không được phủ	1250	1150	870	12	1,5	60	610	Ví dụ
10		GA	1260	1150	850	10	0,7	45	590	Ví dụ
11		không được phủ	1210	1140	850	10	1,5	35	640	Ví dụ
12		GA	1250	1150	910	9	1,2	35	640	Ví dụ
13		không được phủ	1240	1140	910	12	1,5	65	640	Ví dụ
14		không được phủ	1210	1110	850	9	1,5	60	630	Ví dụ so sánh
15		không được phủ	1200	1170	880	12	1,5	45	640	Ví dụ so sánh
16		không được phủ	1210	1130	870	8	0,7	50	620	Ví dụ so sánh
17		không được phủ	1230	1110	890	9	1,4	45	590	Ví dụ so sánh

*1) Không được phủ: tấm thép được cán nóng, GA: tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng

*2) Thời gian từ khi bước cán nóng được hoàn thiện cho đến khi bước làm nguội được bắt đầu ở tốc độ làm nguội trung bình là 30°C/s hoặc lớn hơn

*3) Tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ cán hoàn thiện đến nhiệt độ là 700°C

Bảng 3

Số tấm thép	Tấm thép cấu trúc tế vi				Đặc tính cơ học						Từ tính		Đánh giá*6	Lưu ý
	Tỷ lệ diện tích Ferrit (%)	Lượng kết tủa Fe (%)	Tỷ lệ kết tủa Ti (%) ^{*4}	Đường kính trung bình của hạt (nm)	Giới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)	Độ giãn dài tổng (%)	Độ cứng trung bình, HV	Độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt của mỗi hàn nhỏ nhất, HV	Độ cứng mỗi hàn phân biệt*5	B ₅₀ (T)	B ₁₀₀ (T)		
1	99	0,08	88	3	754	838	21,7	283	279	-4	1,68	1,76	O	Ví dụ
2	99	0,08	92	3	726	798	21,9	268	255	-13	1,73	1,79	O	Ví dụ
3	99	0,08	88	3	678	762	21,8	257	253	-4	1,28	1,36	×	Ví dụ so sánh
4	99	0,08	89	13	587	683	22,8	223	214	-9	1,72	1,86	×	Ví dụ so sánh
5	12	0,57	65	4	625	744	21,4	247	243	-4	1,46	1,51	×	Ví dụ so sánh
6	100	0,02	95	11	639	752	23,9	251	244	-7	1,71	1,87	×	Ví dụ so sánh
7	99	0,05	94	8	689	733	21,5	226	215	-11	1,32	1,51	×	Ví dụ so sánh
8	99	0,06	93	3	725	801	21,8	269	261	-8	1,51	1,62	O	Ví dụ
9	99	0,02	90	3	802	901	23,8	295	291	-4	1,67	1,81	O	Ví dụ
10	99	0,05	93	2	810	890	23,3	293	284	-9	1,64	1,87	O	Ví dụ
11	99	0,15	94	4	764	849	23,4	288	278	-10	1,75	1,77	O	Ví dụ
12	100	0,13	94	3	771	866	23,0	293	283	-10	1,73	1,85	O	Ví dụ
13	100	0,11	90	4	751	844	23,0	278	268	-10	1,69	1,84	O	Ví dụ
14	84	0,77	93	3	755	848	22,2	284	277	-7	1,31	1,46	×	Ví dụ so sánh
15	100	0,12	87	4	725	806	21,6	265	233	-32	1,66	1,89	×	Ví dụ so sánh
16	100	0,30	95	4	541	622	25,1	212	208	-4	1,73	1,77	×	Ví dụ so sánh
17	100	0,17	85	3	878	976	23,7	325	291	-34	1,73	1,81	×	Ví dụ so sánh

*4) Tỷ lệ kết tủa Ti = (lượng Ti kết tủa được)/(hàm lượng Ti) × 100

*5) Hiệu số độ cứng mỗi hàn = (độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt của mỗi hàn nhỏ nhất) - (độ cứng khuôn trung bình)

*6) Trường hợp mà giới hạn chảy là 700 MPa hoặc lớn hơn, mà độ cứng mỗi hàn phân biệt là -30 hoặc lớn hơn, và mà B₅₀ và B₁₀₀ lần lượt là 1,5T hoặc lớn hơn và 1,6T hoặc lớn hơn được đánh giá là "O", và trường hợp khác được đánh giá là "×".

Được làm rõ là, trong trường hợp tất cả ví dụ theo sáng chế, thu được tấm thép được cán nóng (tấm thép được mạ kẽm nhúng nóng) có giới hạn chảy YS là 700 MPa hoặc lớn hơn và khả năng hàn tốt và từ tính mạnh. Cụ thể, các ví dụ theo sáng chế được thực hiện bằng cách điều chỉnh tỷ lệ giảm do cán của rãnh cán cuối của bước cán nóng là 15% hoặc nhỏ hơn có mức cao hơn về từ tính được thể hiện bởi mật độ từ thông B_{50} là 1,55T hoặc lớn hơn và mật độ từ thông B_{100} là 1,65T hoặc lớn hơn. Mặt khác, ví dụ so sánh, mà ngoài khoảng theo sáng chế, là kém khi xét về một hoặc nhiều khía cạnh trong số giới hạn chảy, khả năng hàn, và từ tính.

Yêu cầu bảo hộ

1. Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ, trong đó tấm thép này có hợp phần hóa học bao gồm, tính theo % khối lượng, C: 0,03% hoặc lớn hơn và 0,12% hoặc nhỏ hơn, Si: 0,15% hoặc lớn hơn và 0,70% hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,8% hoặc lớn hơn và 1,4% hoặc nhỏ hơn, P: 0,03% hoặc nhỏ hơn, S: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,08% hoặc nhỏ hơn, N: 0,006% hoặc nhỏ hơn, Ti: 0,12% hoặc lớn hơn và 0,22% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

cấu trúc tế vi bao gồm, xét về tỷ lệ diện tích, 98% hoặc lớn hơn là pha ferit, mà trong đó tỷ lệ lượng Fe kết tủa so với hàm lượng Fe trong thép là 0,22% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ lượng Ti kết tủa so với hàm lượng Ti trong thép là 80% theo khối lượng hoặc lớn hơn, và trong đó đường kính trung bình của các hạt cacbua chứa Ti kết tủa được là 6nm hoặc nhỏ hơn,

giới hạn chảy theo hướng cán là 700 MPa hoặc lớn hơn, mật độ từ thông B₅₀ là 1,5 T hoặc lớn hơn, mật độ từ thông B₁₀₀ là 1,6 T hoặc lớn hơn, và độ cứng Vicker nhỏ nhất của vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn bằng (độ cứng Vicker trung bình của nền - 30) hoặc lớn hơn.

2. Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm 1, trong đó biểu thức liên quan (1)

$$[\%C] - 12 \left(\frac{[\%Ti]}{48} + \frac{[\%V]}{51} + \frac{[\%Nb]}{93} \right) \leq 0.035 \quad \dots (1)$$

dưới đây được thỏa mãn:

trong đó, %C, %Ti, %V, và %Nb lần lượt là hàm lượng của các nguyên tố hóa học tương ứng, ngoài ra, hàm lượng nguyên tố hóa học mà không được thêm vào được thiết lập là 0.

3. Tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, tính theo % khối lượng, một hoặc cả hai trong số V: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05% và Nb: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,05%.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ, trong đó phương pháp này bao gồm bước làm nóng vật liệu thép thô có hợp phần hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn và 1350°C hoặc thấp hơn, sau đó hoàn thành bước cán thô ở nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn, thực hiện bước cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thành là 840°C hoặc lớn hơn, làm nguội tấm thép được cán nóng ở tốc độ làm nguội trung

bình là 30°C/s hoặc lớn hơn trong thời gian 3 giây sau khi bước cán hoàn thành được thực hiện, và cuộn tấm thép được làm nguội ở nhiệt độ 550°C hoặc cao hơn và 700°C hoặc thấp hơn.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm 4, trong đó tỷ lệ giảm do cán của rãnh cán cuối khi cán nóng là 15% hoặc nhỏ hơn.
6. Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm 4 hoặc 5, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện xử lý phủ trên bề mặt tấm thép.
7. Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm 6, trong đó bước xử lý phủ là một trong số các bước xử lý mạ kẽm nhúng nóng, xử lý tráng kẽm nhúng nóng, và xử lý phủ mạ điện.
8. Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm 6 hoặc 7, trong đó lớp phủ được tạo ra bằng cách thực hiện bước xử lý lớp phủ có hợp phần hóa học chứa một, hai, hoặc nhiều hơn trong số Zn, Si, Al, Ni, và Mg.
9. Chi tiết vành dùng cho bộ tạo năng lượng thủy lực được tạo ra từ tấm thép được cán nóng dùng cho cực từ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.