



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

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

(11)



1-0036392

(51)⁷ C22C 38/02; C21D 9/46; C22C 38/00; (13) B
C22C 38/04; C22C 38/28; C22C 38/08;
C22C 38/12; C22C 38/14; C22C 38/16;
C22C 38/26; C21D 8/02; C22C 38/06

(21) 1-2017-03365

(22) 22/02/2016

(86) PCT/JP2016/055074 22/02/2016

(87) WO 2016/136672 A1 01/09/2016

(30) PCT/JP2015/055464 25/02/2015 JP

(45) 25/07/2023 424

(43) 27/11/2017 356A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

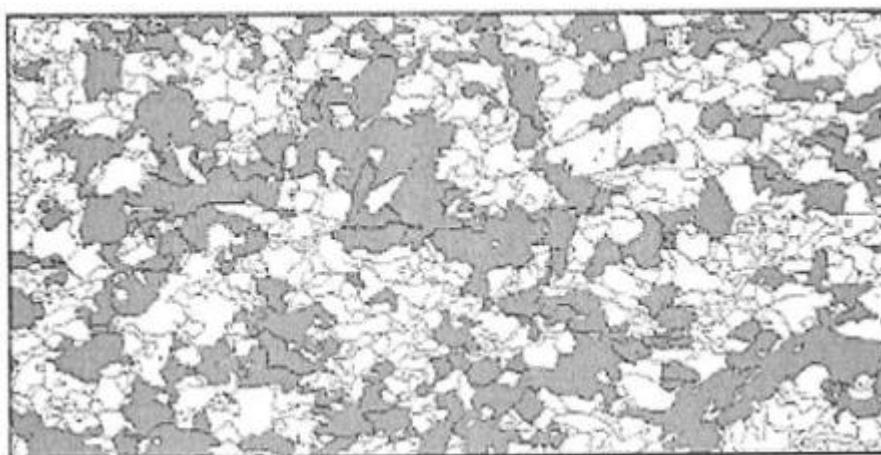
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) SUGIURA Natsuko (JP); YOSHIDA Mitsuru (JP); SHUTO Hiroshi (JP); YOKOI Tatsuo (JP); WAKITA Masayuki (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NÓNG

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng chứa thành phần hóa học định trước, và cấu trúc mà tính theo tỷ lệ diện tích bao gồm ferit nằm trong khoảng từ 5% đến 60% và bainit nằm trong khoảng từ 30% đến 95%, mà trong đó, trong cấu trúc này, trong trường hợp biên mà có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° được xác định làm biên hạt, và vùng mà được bao quanh bởi biên hạt và có đường kính tương đương hình tròn lớn hơn hoặc bằng 0,3 μm được xác định làm hạt, thì tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14°, theo tỷ lệ diện tích, nằm trong khoảng từ 20% đến 100%.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng có khả năng gia công tuyệt vời và cụ thể là đề cập đến tấm thép cán nóng có đặc tính uốn mép kéo giãn tuyệt vời.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, để đáp ứng nhu cầu làm giảm trọng lượng của các chi tiết khác nhau với mục đích nâng cao hiệu quả kinh tế trong sử dụng nhiên liệu cho các phương tiện, việc làm giảm độ dày bằng cách làm tăng độ bền cho tấm thép ở dạng hợp kim sắt được sử dụng cho các chi tiết như vậy, và việc sử dụng các kim loại nhẹ như hợp kim Al cho các chi tiết khác nhau đã được thực hiện. Tuy nhiên, so với các kim loại nặng như thép, các kim loại nhẹ như hợp kim Al có ưu điểm về độ bền đặc trưng cao, nhưng chi phí sản xuất rất cao. Vì lý do này, việc ứng dụng kim loại nhẹ như hợp kim Al bị hạn chế ở các ứng dụng cụ thể. Theo đó, để ứng dụng việc làm giảm trọng lượng của các chi tiết khác nhau ở mức chi phí sản xuất thấp hơn hoặc ứng dụng được rộng rãi hơn, cần phải làm giảm độ dày bằng cách làm tăng độ bền cho tấm thép.

Khi tấm thép được làm tăng bền, các đặc tính của vật liệu như khả năng tạo hình (khả năng gia công) thường giảm. Do đó, trong việc phát triển tấm thép độ bền cao, vấn đề quan trọng là đạt được độ bền cao của tấm thép mà không làm giảm các đặc tính của vật liệu. Cụ thể, đặc tính tạo hình mặt bích kéo giãn, khả năng gia công vát mép, tính dẻo, độ bền mỏi, đặc tính chịu va đập, khả năng chống ăn mòn, và các đặc tính tương tự được yêu cầu phụ thuộc vào ứng dụng của tấm thép được dùng làm các chi tiết của phương tiện như chi tiết tấm bên trong, chi tiết cấu trúc, và chi tiết treo. Do đó, điều quan trọng là đạt được cả các đặc tính và độ bền của vật liệu.

Ví dụ, trong số các chi tiết của phương tiện, tấm thép được sử dụng cho chi tiết cấu trúc, chi tiết treo, và các chi tiết tương tự, mà chiếm khoảng 20% trọng lượng của phần thân phương tiện được ép tạo hình chủ yếu dựa trên việc

xử lý mặt bích kéo giãn và xử lý vát mép sau khi tiến hành dập và khoan bằng cách cắt hoặc đột. Vì lý do này, đặc tính uốn mép kéo giãn tuyệt vời là được yêu cầu đối với tấm thép như vậy.

Đối với các vấn đề được đề cập nêu trên, ví dụ, tài liệu sáng chế 1 mô tả tấm thép cán nóng mà có tính dẻo, đặc tính uốn mép kéo giãn, và tính đồng nhất của vật liệu tuyệt vời bằng cách làm giới hạn kích thước của TiC.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2 mô tả giải pháp về tấm thép cán nóng mà thu được bằng cách kiểm soát chủng loại, kích thước, và mật độ số của các oxit, và thể hiện đặc tính uốn mép kéo giãn và đặc tính mỏi tuyệt vời.

Hơn nữa, tài liệu sáng chế 3 mô tả giải pháp về tấm thép cán nóng mà có tính tương đồng về độ bền thấp và có tính dẻo và đặc tính nóng chảy tuyệt vời bằng cách kiểm soát tỷ lệ diện tích của ferit và sự khác nhau về độ cứng của ferit và pha thứ hai.

Tuy nhiên, trong kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, cần thiết phải đảm bảo ferit lớn hơn hoặc bằng 95% trong cấu trúc của tấm thép. Vì lý do này, để đảm bảo độ bền đạt yêu cầu, thép cần chứa Ti với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,08% ngay cả trong trường hợp thép loại 590 MPa (TS lớn hơn hoặc bằng 590 MPa). Tuy nhiên, trong thép mà có ferit mềm lớn hơn hoặc bằng 95%, thì trong trường hợp đảm bảo độ bền của thép lớn hơn hoặc bằng 590 MPa bằng cách làm tăng bền TiC kết tủa, có vấn đề ở chỗ tính dẻo giảm.

Hơn thế nữa, trong kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2, cần thiết bổ sung kim loại hiếm như La và Ce. Trong kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 3, cần phải thiết lập Si mà là nguyên tố làm tăng bền có chi phí sản xuất thấp nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%. Theo đó, các kỹ thuật được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 2 và 3 thường gặp phải vấn đề trong việc liên kết các nguyên tố tạo hợp kim.

Ngoài ra, như được mô tả nêu trên, trong những năm gần đây, nhu cầu sử dụng tấm thép có độ bền cao cho các chi tiết của phương tiện đã gia tăng. Trong trường hợp mà tấm thép độ bền cao được tạo hình ép bằng cách gia

công nguội, thì vết nứt có khả năng xuất hiện ở mép của phần mà được trải qua quá trình tạo hình mép kéo giãn trong quy trình tạo hình. Lý do cho điều này là ở chỗ việc hóa cứng gia công chỉ được thực hiện trên phần mép do biến dạng mà được đưa vào bề mặt đầu đã đột dập ở thời điểm dập. Trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan thử nghiệm về đặc tính uốn mép kéo giãn, thử nghiệm nong lỗ đã được sử dụng làm phương pháp đánh giá. Tuy nhiên, trong thử nghiệm nong lỗ, sự đứt gãy xuất hiện mà không có biến dạng theo hướng chu vi hầu như không được phân bố; tuy nhiên, trong các quá trình thực tế diễn ra đối với các chi tiết này, sự phân bố biến dạng xảy ra, và do đó gradien biến dạng và ứng suất trong vùng xung quanh của phần bị gãy ảnh hưởng đến giới hạn đứt gãy. Theo đó, liên quan đến tấm thép độ bền cao, thậm chí nếu đặc tính uốn mép kéo giãn đầy đủ được thể hiện trong thử nghiệm nong lỗ, thì trong trường hợp thực hiện quá trình ép nguội, sự đứt gãy có thể xảy ra do sự phân bố biến dạng.

Các kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 đến 3 bộc lộ rằng trong tất cả các sáng chế này, đặc tính nong lỗ được cải thiện bằng cách chỉ xác định các cấu trúc mà quan sát được nhờ sử dụng kính hiển vi quang học. Tuy nhiên, vẫn chưa rõ liệu đặc tính uốn mép kéo giãn có thể được đảm bảo hay không ngay cả khi xét đến sự phân bố biến dạng.

Tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn quốc tế PCT số WO2013/161090

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2005-256115

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2011-140671

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Sáng chế được tạo ra khi xem xét giải quyết các vấn đề được đề cập nêu trên.

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nóng có độ bền cao, chi phí sản xuất thấp mà có đặc tính uốn mép kéo giãn tốt và có thể được sử dụng cho chi tiết mà đòi hỏi độ bền cao và đặc tính uốn mép kéo giãn nghiêm ngặt. Theo sáng chế, đặc tính uốn mép kéo giãn có nghĩa là giá trị được đánh giá bằng sản phẩm có chiều cao tạo hình giới hạn H (mm) và độ bền kéo (MPa) của mặt bích thu được là kết quả của thử nghiệm bằng phương pháp thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa, mà là chỉ số về đặc tính uốn mép kéo giãn khi tính đến sự phân bố biến dạng. Ngoài ra, đặc tính uốn mép kéo giãn tuyệt vời chỉ sản phẩm có chiều cao tạo hình giới hạn H (mm) và độ bền kéo (MPa) của mặt bích là lớn hơn hoặc bằng $19500 \text{ mm} \cdot \text{MPa}$.

Ngoài ra, độ bền cao có nghĩa là độ bền kéo là lớn hơn hoặc bằng 590 MPa.

Các phương tiện để giải quyết vấn đề

Theo tình trạng kỹ thuật, sự cải thiện về đặc tính uốn mép kéo giãn (đặc tính nóng lõi) đã được thực hiện nhờ việc kiểm soát tạp chất, đồng nhất hóa cấu trúc, hợp nhất hóa cấu trúc, và/hoặc giảm sự khác nhau về độ cứng giữa các cấu trúc, như được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 1 đến 3. Nói cách khác, trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan, đặc tính uốn mép kéo giãn, hoặc các đặc tính tương tự đã được cải thiện bằng cách kiểm soát cấu trúc mà có thể quan sát được nhờ sử dụng kính hiển vi quang học.

Về mặt này, các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu sâu rộng bằng cách tập trung vào sự khác nhau về sự định hướng liên hạt trong các hạt khi xét thấy đặc tính uốn mép kéo giãn dưới sự hiện diện của sự phân bố biến dạng không thể được cải thiện thậm chí bằng cách chỉ kiểm soát cấu trúc mà được quan sát nhờ sử dụng kính hiển vi quang học. Kết quả là, đã phát hiện ra

rằng có thể cải thiện đáng kể đặc tính uốn mép kéo giãn bằng cách kiểm soát tỷ lệ của các hạt mà trong đó sự khác nhau về sự định hướng liên hạt là nằm trong khoảng từ 5° đến 14° so với toàn bộ các hạt là nằm trong khoảng nhất định.

Sáng chế được tạo ra dựa trên các phát hiện nêu trên và bản chất của sáng chế là như sau.

(1) Tấm thép cán nóng theo khía cạnh của sáng chế chứa các nguyên tố sau làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng, C: 0,020% đến 0,070%, Si: 0,10% đến 1,70%, Mn: 0,60% đến 2,50%, Al: 0,01% đến 1,00%, Ti: 0,015% đến 0,170%, Nb: 0,005% đến 0,050%, Cr: 0% đến 1,0%, B: 0% đến 0,10%, Mo: 0% đến 1,0%, Cu: 0% đến 2,0%, Ni: 0% đến 2,0%, Mg: 0% đến 0,05%, REM: 0% đến 0,05%, Ca: 0% đến 0,05%, Zr: 0% đến 0,05%, P: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, S: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, và N: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060%, với thành phần còn lại là Fe và các tạp chất; mà trong đó cấu trúc này bao gồm, theo tỷ lệ diện tích, ferit nằm trong khoảng từ 5% đến 60% và bainit nằm trong khoảng từ 30% đến 95%, và trong đó, trong cấu trúc này, trong trường hợp biên mà có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° được xác định làm biên hạt, và vùng mà được bao quanh bởi biên hạt và có đường kính tương đương hình tròn lớn hơn hoặc bằng $0,3\ \mu\text{m}$ được xác định làm hạt, thì tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° , theo tỷ lệ diện tích, nằm trong khoảng từ 20% đến 100%.

(2) Trong tấm thép cán nóng được mô tả trong mục (1) nêu trên, độ bền kéo có thể lớn hơn hoặc bằng 590 MPa, và sản phẩm có độ bền kéo và chiều cao tạo hình giới hạn trong thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa có thể lớn hơn hoặc bằng 19500 mm·MPa.

(3) Trong tấm thép cán nóng được mô tả trong mục (1) hoặc mục (2) nêu trên, có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn dưới đây làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng, Cr: 0,05% đến 1,0%, và B: 0,0005%

đến 0,10%.

(4) Trong tấm thép cán nóng được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) nêu trên, có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn dưới đây làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng, Mo: 0,01% đến 1,0%, Cu: 0,01% đến 2,0%, và Ni: 0,01% đến 2,0%.

(5) Trong tấm thép cán nóng được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) nêu trên, có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn dưới đây làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng, Ca: 0,0001% đến 0,05%, Mg: 0,0001% đến 0,05%, Zr: 0,0001% đến 0,05%, và REM: 0,0001% đến 0,05%.

Ưu điểm của sáng chế

Theo các khía cạnh được mô tả nêu trên của sáng chế, có thể đề cập đến tấm thép cán nóng có độ bền cao mà có độ bền cao, có thể được sử dụng cho chi tiết mà đòi hỏi đặc tính uốn mép kéo giãn nghiêm ngặt, và đặc tính uốn mép kéo giãn tuyệt vời.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là kết quả phân tích thu được bằng EBSD ở vị trí 1/4t (vị trí 1/4 độ dày tính từ bề mặt theo hướng chiều dày của tấm) của tấm thép cán nóng theo phương án này.

FIG. 2 là sơ đồ thể hiện hình dạng của sản phẩm được tạo hình dạng yên ngựa mà được sử dụng trong phương pháp thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, tấm thép cán nóng (dưới đây, được gọi là tấm thép cán nóng theo phương án sáng chế trong một số trường hợp) của phương án theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Tấm thép cán nóng theo phương án này chứa các nguyên tố sau làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng, C: 0,020% đến 0,070%, Si: 0,10% đến 1,70%, Mn: 0,60% đến 2,50%, Al: 0,01% đến 1,00%, Ti: 0,015%

đến 0,170%, Nb: 0,005% đến 0,050%, và tùy chọn Cr: 1,0% hoặc nhỏ hơn, B: 0,10% hoặc nhỏ hơn, Mo: 1,0% hoặc nhỏ hơn, Cu: 2,0% hoặc nhỏ hơn, Ni: 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,05% hoặc nhỏ hơn, REM: 0,05% hoặc nhỏ hơn, Ca: 0,05% hoặc nhỏ hơn, Zr: 0,05% hoặc nhỏ hơn, và P: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, S: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, và N: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,006%, với thành phần còn lại là Fe và các tạp chất.

Ngoài ra, cấu trúc này có, theo tỷ lệ diện tích, ferit nằm trong khoảng từ 5% đến 60% và bainit nằm trong khoảng từ 30% đến 95%, và trong cấu trúc này, trong trường hợp biên mà có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° được xác định làm biên hạt, và vùng mà được bao quanh bởi biên hạt và có đường kính tương đương hình tròn lớn hơn hoặc bằng 0,3 μm được xác định làm hạt, thì tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° , theo tỷ lệ diện tích, nằm trong khoảng từ 20% đến 100%.

Đầu tiên, lý do để giới hạn thành phần hóa học của tấm thép cán nóng theo phương án này sẽ được mô tả. Hàm lượng (%) của các nguyên tố tương ứng là tính theo % khối lượng.

C: 0,020% đến 0,070%

C là nguyên tố mà tạo ra kết tủa trong tấm thép nhò được liên kết với Nb, Ti, và các nguyên tố tương tự, và đóng góp vào sự cải thiện về độ bền của thép bằng cách làm tăng bền kết tủa. Để thu được hiệu quả được đề cập nêu trên, giới hạn dưới của hàm lượng C được thiết lập ở 0,020%. Giới hạn dưới của hàm lượng C tốt hơn là 0,025%, và giới hạn dưới của hàm lượng C tốt hơn nữa là 0,030%. Mặt khác, khi hàm lượng C là lớn hơn 0,070%, sự phân bố sự định hướng trong bainit có xu hướng giảm, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° là giảm. Ngoài ra, sự tạo thành xemetit mà ảnh hưởng xấu đến đặc tính uốn mép kéo giãn tăng, và do đó đặc tính uốn mép kéo giãn bị giảm. Do đó, giới hạn trên của hàm

lượng C được thiết lập ở 0,070%. Giới hạn trên của hàm lượng C tốt hơn là 0,065%, và giới hạn trên của hàm lượng C tốt hơn nữa nếu là 0,060%.

Si: 0,10% đến 1,70%

Si là nguyên tố mà đóng góp vào sự cải thiện về độ bền của thép. Ngoài ra, Si là nguyên tố có vai trò như là tác nhân khử oxy của thép nóng chảy. Để thu được hiệu quả được đề cập nêu trên, giới hạn dưới của hàm lượng Si được thiết lập ở 0,10%. Giới hạn dưới của hàm lượng Si tốt hơn là 0,30%, giới hạn dưới của hàm lượng Si tốt hơn nữa nếu là 0,50%, và giới hạn dưới của hàm lượng Si tốt hơn nữa là 0,70%. Mặt khác, khi hàm lượng Si là lớn hơn 1,70%, đặc tính uốn mép kéo giãn bị giảm, và khuyết tật bề mặt có thể xuất hiện. Ngoài ra, điểm chuyển dạng trở nên quá cao, và do đó nhiệt độ cán cần thiết phải giảm. Trong trường hợp này, quá trình tái kết tinh trong bước cán nóng được tăng tốc một cách đáng kể, và nhờ đó tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Si được thiết lập ở 1,70%. Giới hạn trên của hàm lượng Si tốt hơn là 1,50%, và giới hạn trên của hàm lượng Si tốt hơn nữa là 1,30%.

Mn: 0,60% đến 2,50%

Mn là nguyên tố mà đóng góp vào sự cải thiện về độ bền của thép nhờ việc làm tăng bền dung dịch rắn hoặc cải thiện độ thấm tôi của thép. Để thu được hiệu quả được đề cập nêu trên, giới hạn dưới của hàm lượng Mn được thiết lập ở 0,60%. Giới hạn dưới của hàm lượng Mn tốt hơn là 0,70%, và giới hạn dưới của hàm lượng Mn tốt hơn nữa là 0,80%. Mặt khác, khi hàm lượng Mn là lớn hơn 2,50%, khi độ thấm tôi là quá cao và mức độ của sự phân bố sự định hướng trong bainit tăng, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm, và do đó đặc tính uốn mép kéo giãn bị giảm. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Mn được thiết lập ở 2,50%. Giới hạn trên của hàm lượng Mn tốt hơn là 2,30%, và tốt hơn nữa là giới hạn trên của hàm lượng Mn là 2,10%.

Al: 0,010% đến 1,00%

Al là nguyên tố có tác dụng làm tác nhân khử oxy của thép nóng chảy. Để thu được tác dụng này, giới hạn dưới của hàm lượng Al được thiết lập ở 0,010%. Giới hạn dưới của hàm lượng Al tốt hơn là 0,020%, và giới hạn dưới của hàm lượng Al tốt hơn nữa là 0,030%. Mặt khác, hàm lượng Al là lớn hơn 1,00%, đặc tính dễ hàn và tính dai giảm, và do đó sự đứt gãy có thể xuất hiện trong khi cán. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Al được thiết lập ở 1,00%. Giới hạn trên của hàm lượng Al tốt hơn là 0,90%, và giới hạn trên của hàm lượng Al tốt hơn nữa là 0,80%.

Ti: 0,015% đến 0,170%

Ti là nguyên tố mà kết tủa mịn trong thép ở dạng cacbua và cải thiện độ bền của thép bằng cách làm tăng bền kết tủa. Ngoài ra, Ti là nguyên tố tạo ra cacbua (TiC) để cố định C, và kìm hãm sự tạo thành của xementit mà gây hại đến đặc tính uốn mép kéo giãn. Để thu được tác dụng được mô tả nêu trên, giới hạn dưới của hàm lượng Ti được thiết lập ở 0,015%. Giới hạn dưới của hàm lượng Ti tốt hơn là 0,020%, và giới hạn dưới của hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,025%. Mặt khác, khi hàm lượng Ti là lớn hơn 0,170%, thì tính dẻo giảm. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Ti được thiết lập ở 0,170%. Giới hạn trên của hàm lượng Ti tốt hơn là 0,150%, và giới hạn trên của hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,130%.

Nb: 0,005% đến 0,050%

Nb là nguyên tố mà kết tủa mịn trong thép ở dạng cacbua và cải thiện độ bền của thép bằng cách làm tăng bền kết tủa. Ngoài ra, Nb là nguyên tố tạo ra cacbua (NbC) để cố định C, và kìm hãm sự tạo thành của xementit mà gây hại đến đặc tính uốn mép kéo giãn. Để thu được tác dụng được mô tả nêu trên, giới hạn dưới của hàm lượng Nb được thiết lập ở 0,005%. Giới hạn dưới của hàm lượng Nb tốt hơn là 0,010%, và giới hạn dưới của hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,015%. Mặt khác, khi hàm lượng Nb là lớn hơn 0,050%, tính dẻo giảm. Ngoài ra, quá trình tái kết tinh trong bước cán nóng bị ức chế đáng kể, và do

đó sự khác nhau về sự định hướng liên hạt là quá lớn, nhờ đó làm giảm tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° . Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Nb được thiết lập ở 0,050%. Giới hạn trên của hàm lượng Nb tốt hơn là 0,040%, và giới hạn trên của hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,035%.

P: nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%

P là tạp chất. P làm giảm tính dai, tính dẻo, và đặc tính dễ hàn, và do đó hàm lượng này càng nhỏ thì càng được ưu tiên. Tuy nhiên, trong trường hợp mà hàm lượng P là lớn hơn 0,05%, đặc tính uốn mép kéo giãn giảm đáng kể, và do đó hàm lượng P có thể được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%. Hàm lượng P tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,03% và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,02%. Mặc dù, không có nhu cầu xác định một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng P, sự giảm quá mức về hàm lượng P là không mong muốn xét về chi phí sản xuất, và do đó giới hạn dưới của hàm lượng P có thể bằng 0,005%.

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%

S là nguyên tố tạo ra tạp chất loại A mà không chỉ gây ra vết nứt ở thời điểm cán nóng, mà còn khiến cho đặc tính uốn mép kéo giãn giảm. Vì lý do này, hàm lượng S càng nhỏ thì càng được ưu tiên. Tuy nhiên, khi hàm lượng S là lớn hơn 0,010%, đặc tính uốn mép kéo giãn giảm đáng kể, và do đó giới hạn trên của hàm lượng S có thể được giới hạn ở 0,010%. Hàm lượng S tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%. Mặc dù, không có nhu cầu xác định một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng S, nhưng sự giảm quá mức về hàm lượng S là không mong muốn xét về chi phí sản xuất, và do đó giới hạn dưới của hàm lượng S có thể bằng 0,001%.

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060%

N là nguyên tố mà tạo ra kết tủa với Ti, Nb, hơn là với C, và làm giảm tác dụng của Ti và Nb để cố định C. Vì lý do này, hàm lượng N càng nhỏ thì càng được ưu tiên hơn. Tuy nhiên, trong trường hợp mà hàm lượng N là lớn

hơn 0,0060%, đặc tính uốn mép kéo giãn giảm đáng kể, và do đó hàm lượng N có thể được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060%. Hàm lượng N tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%. Mặc dù, không có nhu cầu đối với hàm lượng N được xác định một cách cụ thể, sự giảm quá mức về hàm lượng N là không mong muốn xét về chi phí sản xuất, và do đó giới hạn dưới của hàm lượng N có thể lớn hơn hoặc bằng 0,0010%.

Các nguyên tố hóa học được mô tả nêu trên là các nguyên tố cơ bản được chứa trong tấm thép cán nóng theo phương án này, và thành phần hóa học mà chứa các nguyên tố cơ bản như vậy, với thành phần còn lại là Fe và các tạp chất là hỗn hợp thành phần cơ bản của tấm thép cán nóng theo phương án này. Tuy nhiên, ngoài thành phần cơ bản (thay vì phần Fe trong các thành phần còn lại), tấm thép cán nóng theo phương án này có thể chứa, nếu cần, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ các nguyên tố hóa học dưới đây (các nguyên tố chọn lọc). Thép không cần thiết phải chứa các nguyên tố dưới đây, và do đó giới hạn dưới của hàm lượng này là 0%. Ngay cả khi các nguyên tố chọn lọc như vậy bị nhiễm bẩn theo cách khó tránh khỏi trong thép (ví dụ, với lượng mà nhỏ hơn giới hạn dưới của lượng mỗi nguyên tố), thì hiệu quả theo phương án này là không bị giảm.

Ở đây, các tạp chất là các nguyên tố được chứa trong thép, mà có mặt trong nguyên liệu thô như quặng và sắt vụn ở thời điểm sản xuất trong công nghiệp hợp kim, hoặc do nhiều nguyên nhân khác nhau trong quá trình sản xuất, và nằm trong khoảng cho phép mà không ảnh hưởng bất lợi đến các đặc tính của tấm thép cán nóng theo phương án này.

Cr: 0 đến 1,0%

Cr là nguyên tố mà đóng góp vào sự cải thiện về độ bền của thép. Trong trường hợp thu được tác dụng này, hàm lượng Cr tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,05%. Mặt khác, khi hàm lượng Cr là lớn hơn 1,0%, tác dụng này được bão hòa và hiệu quả kinh tế bị giảm. Theo đó, ngay cả trong trường hợp chứa Cr, giới hạn trên của hàm lượng Cr tốt hơn là được thiết lập ở 1,0%.

B: 0% đến 0,10%

B là nguyên tố mà cải thiện độ thấm tôi và làm tăng tỷ lệ cấu trúc của pha chuyển dạng ở nhiệt độ thấp mà là pha cứng. Trong trường hợp thu được tác dụng này, hàm lượng B tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,0005%. Mặt khác, khi hàm lượng B là lớn hơn 0,10%, tác dụng này bị bão hòa và hiệu quả kinh tế bị giảm. Theo đó, ngay cả trong trường hợp chứa B, giới hạn trên của hàm lượng B tốt hơn là được thiết lập ở 0,10%.

Mo: 0,01% đến 1,0%

Mo là nguyên tố mà cải thiện độ thấm tôi và có tác dụng làm tăng độ bền nhờ tạo ra cacbua. Để thu được tác dụng này, hàm lượng Mo tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Mặt khác, khi hàm lượng Mo là lớn hơn 1,0%, tính dẻo và đặc tính dễ hàn giảm. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Mo được thiết lập ở 1,0% ngay cả trong trường hợp chứa Mo.

Cu: 0,01% đến 2,0%

Cu là nguyên tố mà cải thiện độ bền của tấm thép và cải thiện khả năng chống ăn mòn và các đặc tính tách lớp của vảy. Để thu được tác dụng này, hàm lượng Cu tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,01%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,04%. Mặt khác, khi hàm lượng Cu là lớn hơn 2,0%, khuyết tật bề mặt có thể xuất hiện. Vì lý do này, ngay cả trong trường hợp chứa Cu, giới hạn trên của hàm lượng Cu tốt hơn là được thiết lập ở 2,0%, và tốt hơn nữa là được thiết lập ở 1,0%.

Ni: 0,01% đến 2,0%

Ni là nguyên tố mà cải thiện độ bền và tính dai của tấm thép. Để thu được tác dụng này, hàm lượng Ni tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Mặt khác, khi hàm lượng Ni là lớn hơn 2,0%, tính dẻo giảm. Vì lý do này, ngay cả trong trường hợp chứa Ni, giới hạn trên của hàm lượng Ni tốt hơn là được thiết lập ở 2,0%.

Ca: 0,0001% đến 0,05%

Mg: 0,0001% đến 0,05%

Zr: 0,0001% đến 0,05%

REM: 0,0001% đến 0,05%

Toàn bộ Ca, Mg, Zr, và REM là các nguyên tố mà cải thiện tính dai bằng cách kiểm soát hình dạng của các sulfua hoặc oxit. Theo đó, để thu được tác dụng này, mỗi một hoặc nhiều nguyên tố tốt hơn là được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0001%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,0005%. Tuy nhiên, khi lượng của các nguyên tố này quá cao, đặc tính uốn mép kéo giãn bị giảm. Vì lý do này, ngay cả trong trường hợp chứa các nguyên tố này, giới hạn trên của mỗi hàm lượng này tốt hơn là được thiết lập ở 0,05%.

Tiếp theo, cấu trúc (cấu trúc kim tướng) của tấm thép cán nóng theo phương án này sẽ được mô tả.

Là cần thiết nếu tấm thép cán nóng theo phương án này chứa, theo tỷ lệ diện tích, ferit nằm trong khoảng từ 5% đến 60% và bainit nằm trong khoảng từ 30% đến 95%, trong cấu trúc mà được quan sát nhờ sử dụng kính hiển vi quang học. Với cấu trúc như vậy, có thể cải thiện độ bền và khả năng gia công cân bằng nhau. Khi tỷ lệ (tỷ lệ diện tích) của ferit là nhỏ hơn 5% theo tỷ lệ diện tích, thì tính dẻo giảm, và do đó khó đảm bảo được các đặc tính thường được yêu cầu đối với các chi tiết của phương tiện. Mặt khác, khi tỷ lệ của ferit là lớn hơn 60%, đặc tính uốn mép kéo giãn bị giảm, và khó để thu được độ bền mong muốn của tấm thép. Vì lý do này, tỷ lệ của ferit được thiết lập ở 5% đến 60%.

Ngoài ra, khi tỷ lệ của bainit là nhỏ hơn 30%, đặc tính uốn mép kéo giãn bị giảm. Mặt khác, tỷ lệ của bainit là lớn hơn 95%, thì tính dẻo giảm. Vì lý do này, tỷ lệ của bainit được thiết lập là nằm trong khoảng từ 30% đến 95%.

Cấu trúc thành phần còn lại khác ferit và bainit là không bị giới hạn một cách cụ thể, và ví dụ, nó có thể là martensit, austenit dư, pearlit, hoặc các thành phần tương tự. Tuy nhiên, khi tỷ lệ cấu trúc của thành phần còn lại này quá cao, đặc tính uốn mép kéo giãn có thể bị giảm, và do đó tổng tỷ lệ của thành phần còn lại tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Nói cách khác, tổng tỷ

lệ của ferit và bainit tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 90% theo tỷ lệ diện tích. Tỷ lệ của ferit và bainit tốt hơn nữa là 100% với lượng tổng theo tỷ lệ diện tích.

Tỷ lệ cấu trúc (tỷ lệ diện tích) có thể thu được sử dụng phương pháp dưới đây. Đầu tiên, mẫu được thu gom từ tấm thép cán nóng được khắc nhờ sử dụng nital. Sau khi khắc, ảnh cấu trúc thu được ở vị trí 1/4 độ dày trong trường nhìn $300\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$ nhờ sử dụng kính hiển vi quang học được phân tích ảnh, và trong đó tỷ lệ diện tích của ferit và pearlit, và tổng tỷ lệ diện tích bainit và martensit thu được. Sau đó, với mẫu được khắc bằng dung dịch Lepera, ảnh cấu trúc thu được ở vị trí 1/4 độ dày trong trường nhìn $300\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$ nhờ sử dụng kính hiển vi quang học được trải qua quá trình phân tích ảnh, và do đó tổng tỷ lệ diện tích của austenit dư và martensit được tính.

Hơn nữa, với mẫu thu được bằng cách chà xát bề mặt đến độ sâu 1/4 độ dày tính từ bề mặt được cán theo hướng thông thường, thì tỷ lệ thể tích của austenit dư thu được bằng cách đo nhiễu xạ tia X. Tỷ lệ thể tích của austenit dư tương đương với tỷ lệ diện tích, và do đó được thiết lập làm tỷ lệ diện tích của austenit dư.

Với phương pháp này, có thể thu được tỷ lệ diện tích của mỗi ferit, bainit, martensit, austenit dư, và pearlit.

Trong tấm thép cán nóng theo phương án này, cần thiết phải kiểm soát cấu trúc mà được quan sát nhờ sử dụng kính hiển vi quang học trong khoảng được mô tả nêu trên, và kiểm soát thêm tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° , mà thu được nhờ sử dụng phương pháp EBSD (phương pháp phân tích giản đồ nhiễu xạ tán xạ ngược dòng electron) thường được sử dụng cho phép phân tích sự định hướng tinh thể. Đặc biệt, trong trường hợp biên hạt được xác định làm biên mà có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° , và vùng mà được bao quanh bởi biên hạt, được xác định làm hạt, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được thiết lập ở lớn hơn hoặc bằng 20% theo tỷ lệ diện tích, so với toàn bộ các hạt.

Lý do tại sao tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được thiết lập ở lớn hơn hoặc bằng 20% theo tỷ lệ diện tích là ở chỗ khi nó nhỏ hơn 20%, không thể thu được độ bền mong muốn của tấm thép và đặc tính uốn mép kéo giãn. Tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° có thể trở nên cao hơn, và do đó giới hạn trên được thiết lập ở 100%.

Các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt là có hiệu quả để thu được tấm thép mà có sự cân bằng tốt giữa độ bền và khả năng gia công, và do đó bằng cách kiểm soát tỷ lệ này, có thể cải thiện đáng kể đặc tính uốn mép kéo giãn trong khi vẫn duy trì được độ bền mong muốn của tấm thép.

Về điều này, có thể thấy rằng sự khác nhau về sự định hướng liên hạt liên quan đến mật độ lệch mạng chứa trong các hạt. Thông thường, sự gia tăng về mật độ lệch mạng liên hạt khiến cho khả năng gia công bị giảm trong khi mang lại sự cải thiện về độ bền. Tuy nhiên, hạt mà trong đó sự khác nhau về sự định hướng liên hạt được kiểm soát nằm trong khoảng từ 5° đến 14° , có thể cải thiện độ bền mà không làm giảm khả năng gia công. Vì lý do này, trong tấm thép cán nóng theo phương án sáng chế, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được kiểm soát lớn hơn hoặc bằng 20%. Các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nhỏ hơn 5° có khả năng gia công tuyệt vời, nhưng khó được làm tăng bền cao, và các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt lớn hơn 14° có sự biến dạng khác nhau trong đó, và do đó không đóng góp vào việc cải thiện đặc tính uốn mép kéo giãn.

Tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° có thể được đo bằng phương pháp dưới đây.

Đầu tiên, ở vị trí sâu $1/4$ (phần $1/4t$) độ dày t tính từ bề mặt của tấm thép trong mặt cắt thẳng đứng so với chiều cán, vùng 200 μm theo hướng cán, và 100 μm theo hướng thông thường của bề mặt được cán được phân tích EBSD ở khoảng cách đo 0,2 μm sao cho thu được thông tin sự định hướng tinh

thể. Ở đây, phép phân tích EBSD được thực hiện nhờ sử dụng thiết bị được tạo kết cấu bao gồm kính hiển vi quét điện tử phát trường nhiệt (JSM-7001F, do JEOL sản xuất) và bộ phát hiện EBSD (bộ phát hiện HIKARI do TSL sản xuất), ở tốc độ phân tích nằm trong khoảng từ 200 đến 300 điểm trên giây. Sau đó, đối với thông tin sự định hướng tinh thể thu được, diện tích có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° và đường kính tương đương hình tròn lớn hơn hoặc bằng $0,3\ \mu\text{m}$ được xác định làm hạt, sự khác nhau về sự định hướng liên hạt trung bình của các hạt được tính, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° thu được. Hạt được xác định như được mô tả nêu trên và sự khác nhau về sự định hướng liên hạt trung bình có thể được tính nhờ sử dụng phần mềm “OIM Analysis (tên thương mại)” được gắn cho thiết bị phân tích EBSD.

“Sự khác nhau về sự định hướng liên hạt” theo sáng chế có nghĩa là “Sự lan rộng sự định hướng hạt (GOS)” mà là sự phân bố sự định hướng trong các hạt, và giá trị của nó thu được làm giá trị trung bình của những sự định hướng tinh thể tham chiếu và sự mất định hướng của tất cả các điểm đo nằm trong cùng một hạt như được bộc lộ trong tài liệu: “Misorientation Analysis of Plastic Deformation of Stainless Steel by EBSD và X-Ray Diffraction Methods”, KIMURA Hidehiko, journal of the Japan Society of Mechanical Engineers (Series A) Vol,71, No,712, 2005, trang 1722 đến 1728. Trong phương án này, độ định hướng tinh thể tham chiếu là độ định hướng thu được bằng cách lấy trung bình của tất cả các điểm đo trong cùng một hạt, giá trị GOS có thể được tính nhờ sử dụng “OIM Analysis (tên thương mại) Version 7.0.1” mà là phần mềm được gắn với thiết bị phân tích EBSD.

FIG. 1 là kết quả phân tích EBSD của diện tích $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ trên phần thẳng đứng theo hướng cán, mà là phần 1/4t của tấm thép cán nóng theo phương án này. Trong FIG. 1, vùng mà được bao quanh bởi biên hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° , và có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được thể hiện bằng màu

xám.

Trong phương án này, đặc tính uốn mép kéo giãn được đánh giá nhờ sử dụng phương pháp thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa mà trong đó sản phẩm được tạo hình dạng yên ngựa được sử dụng. Đặc biệt, sản phẩm được tạo hình dạng yên ngựa mô phỏng hình dạng mặt bích kéo giãn bao gồm phần thẳng và phần cánh cung như được thể hiện trong FIG. 2 được ép, và đặc tính uốn mép kéo giãn được đánh giá nhờ sử dụng chiều cao tạo hình giới hạn khi đó. Trong thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa của phương án sáng chế, chiều cao tạo hình giới hạn H (mm) khi khe hở ở thời điểm đột phần góc được thiết lập ở 11%, được đo nhờ sử dụng sản phẩm được tạo hình dạng yên ngựa mà trong đó bán kính cong R của góc được thiết lập nằm trong khoảng từ 50 đến 60 mm, và góc mở θ được thiết lập ở 120° . Ở đây, khe hở thể hiện tỷ lệ của khoảng cách giữa khuôn đột và dụng cụ đột, và độ dày của mẫu thử. Thực tế, khe hở được xác định bởi sự kết hợp của dụng cụ đột và độ dày tấm, và do đó giá trị 11% có nghĩa là khoảng từ 10,5% đến 11,5% được thỏa mãn. Sự tồn tại của vết nứt có độ dài bằng 1/3 độ dày tấm được quan sát bằng mắt sau khi được tạo ra, và sau đó chiều cao tạo hình của phần giới hạn mà trong đó vết nứt không có mặt được xác định làm chiều cao tạo hình giới hạn.

Trong thử nghiệm nong lỗ mà được sử dụng phương pháp thử nghiệm để đánh giá đặc tính tạo hình mặt bích kéo giãn trong lĩnh vực kỹ thuật, sự đứt gãy xuất hiện mà không có biến dạng theo hướng chu vi hầu như không được phân bố, và do đó có gradient biến dạng và ứng suất khác nhau trong vùng xung quanh của phần bị gãy so với trường hợp tạo ra một cách thực sự mặt bích kéo giãn. Ngoài ra, trong thử nghiệm nong lỗ, việc đánh giá phản ánh quá trình tạo hình mặt bích kéo giãn ban đầu là chưa diễn ra, từ khi diễn ra việc đánh giá này vết nứt kéo sâu theo hướng chiều dày xuất hiện. Mặt khác, trong thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa được sử dụng trong phương án này, có thể đánh giá đặc tính uốn mép kéo giãn khi xét đến sự phân bố biến dạng, và do đó việc đánh giá này phản ánh quá trình tạo hình mặt bích kéo

giãn ban đầu có thể được thực hiện.

Trong tấm thép cán nóng theo phương án này, tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc ferit và bainit mà quan sát được nhờ sử dụng kính hiển vi quang học là không liên quan trực tiếp đến tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° . Nói cách khác, ví dụ, thậm chí nếu có các tấm thép cán nóng mà trong đó ferit và bainit có tỷ lệ diện tích như nhau, thì tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° của các tấm thép không nhất thiết phải giống nhau. Theo đó, không thể thu được các đặc tính tương ứng với tấm thép cán nóng theo phương án này chỉ bằng cách kiểm soát tỷ lệ diện tích ferit và tỷ lệ diện tích bainit.

Tấm thép cán nóng theo phương án này có thể thu được sử dụng phương pháp sản xuất bao gồm bước cán nóng và bước làm mát như sau.

Liên quan đến quy trình cán nóng

Trong quy trình cán nóng, tấm thép cán nóng thu được thông qua bước cán nóng bằng cách gia nhiệt tấm phôi có thành phần hóa học như được mô tả nêu trên. Nhiệt độ gia nhiệt tấm phôi tốt hơn là nằm trong khoảng từ $SRT_{min}^\circ C$, được thể hiện bằng biểu thức (a) dưới đây, đến $1260^\circ C$.

$$SRT_{min} = 7000 / \{2,75 - \log([Ti] \times [C])\} - 273 \dots (a)$$

Ở đây, $[Ti]$ và $[C]$ trong biểu thức (a) thể hiện lượng của Ti và C, % khối lượng.

Vì tấm thép cán nóng theo phương án này chứa Ti, nên khi nhiệt độ gia nhiệt tấm phôi thấp hơn $SRT_{min}^\circ C$, thì Ti được hòa tan không đầy đủ. Khi Ti không được hòa tan ở thời điểm gia nhiệt tấm phôi, thì khó để Ti được kết tủa mịn ở dạng cacbua (TiC) để cải thiện được độ bền của thép nhờ làm tăng bền kết tủa. Ngoài ra, rất khó để cacbua (TiC) được tạo ra để cố định C, và sự tạo thành xemetit mà ảnh hưởng xấu đến các đặc tính vát mép được ngăn chặn. Trong trường hợp này, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° là cũng giảm, mà điều này là không

được ưu tiên.

Nói cách khác, khi nhiệt độ gia nhiệt cao hơn 1260°C trong quy trình gia nhiệt tấm phôi, ứng suất dẻo giảm do tróc vảy, và do đó nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là nằm trong khoảng từ $\text{SRTmin}^{\circ}\text{C}$ đến 1260°C .

Trong trường hợp mà tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được thiết lập là lớn hơn hoặc bằng 20%, thì trong bước cán nóng được tiến hành trên tấm phôi đã gia nhiệt, có lợi nếu thiết lập biến dạng tích lũy trong ba bước sau đó (ba lần cán qua cuối cùng) của bước cán hoàn thiện nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,6, và sau đó thực hiện việc làm mát như được mô tả dưới đây. Lý do cho điều này là ở chỗ hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được tạo ra nhờ được chuyển dạng ở nhiệt độ tương đối thấp ở trạng thái cận cân bằng, và do đó có thể kiểm soát sự tạo thành hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° bằng cách giới hạn mật độ lệch mạng của austenit trước khi chuyển dạng ở khoảng nhất định và giới hạn tốc độ làm mát sau khi chuyển dạng ở khoảng nhất định.

Mặt khác, khi biến dạng tích lũy ở ba giai đoạn sau trong bước cán hoàn thiện, và quá trình làm mát sau đó được kiểm soát, thì tần suất tạo mầm hạt của hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° , và tốc độ tăng kích thước hạt sau đó có thể được kiểm soát, và do đó có thể kiểm soát tỷ lệ thể tích của hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° mà thu được ở dạng kết quả. Cụ thể hơn, mật độ lệch mạng của austenit được đưa vào nhờ bước cán hoàn thiện là liên quan chủ yếu đến tần suất tạo mầm hạt, và tốc độ làm mát sau khi cán chủ yếu liên quan đến tốc độ tăng kích thước hạt.

Khi biến dạng tích lũy ở ba giai đoạn sau trong bước cán hoàn thiện là nhỏ hơn 0,5, thì mật độ lệch mạng của austenit được đưa vào là không đầy đủ, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° là nhỏ hơn 20%, mà điều này không được ưu tiên. Hơn

nữa, biến dạng tích lũy ở ba giai đoạn sau trong bước cán hoàn thiện là lớn hơn 0,6, quá trình tái kết tinh của austenit diễn ra trong khi cán nóng, và do đó mật độ lệch mạng tổng ở thời điểm chuyển dạng giảm. Trong trường hợp này, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° là nhỏ hơn 20%, và do đó khoảng được đề cập nêu trên là không được ưu tiên.

Biến dạng tích lũy (ϵ_{eff}) ở ba giai đoạn sau trong bước cán hoàn thiện trong phương án này có thể thu được từ phương trình (1) sau:

$$\epsilon_{eff} = \sum \epsilon_i(t, T) \dots (1)$$

Ở đây,

$$\epsilon_i(t, T) = \epsilon_{i0} / \exp\{(t/\tau_R)^{2/3}\},$$

$$\tau_R = \tau_0 \cdot \exp(Q/RT),$$

$$\tau_0 = 8,46 \times 10^{-6},$$

$$Q = 183200 \text{ J, và}$$

$$R = 8,314 \text{ J/K}\cdot\text{mol},$$

ϵ_{i0} là biến dạng logarit ở thời điểm cán giảm, t là thời gian tích lũy ngay trước khi làm mát trong khi cán, và T là nhiệt độ cán trong khi cán.

Nhiệt độ cán hoàn thiện tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $Ar3^\circ C$. Khi nhiệt độ cán hoàn thiện thấp hơn $Ar3^\circ C$, mật độ lệch mạng của austenit trước khi chuyển dạng là quá cao, và do đó khó thiết lập được tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° lớn hơn hoặc bằng 20%.

Hơn nữa, quy trình cán nóng bao gồm bước cán thô và cán hoàn thiện. Bước cán hoàn thiện tốt hơn là được thực hiện nhờ sử dụng máy cán kép với các trục cán được bố trí thẳng hàng và cán liên tục theo một chiều để thu được độ dày mong muốn. Ngoài ra, trong trường hợp mà bước cán hoàn thiện được thực hiện nhờ sử dụng máy cán kép, tốt hơn là việc cán được thực hiện giữa các trục cán (làm mát giữa các giá cán) sao cho nhiệt độ của tấm thép trong bước cán hoàn thiện được kiểm soát nằm trong khoảng từ $Ar3^\circ C$ đến $Ar3 +$

150°C. Khi nhiệt độ của tấm thép trong bước cán hoàn thiện cao hơn Ar₃ + 150°C, thì kích thước hạt trở nên quá lớn, và do đó tính dai có thể bị giảm.

Khi bước cán nóng được thực hiện trong các điều kiện được mô tả nêu trên, phạm vi của mật độ lệch mạng của austenit trước khi chuyển dạng được giới hạn, thì dễ dàng thu được tỷ lệ mong muốn của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14°.

Ar₃ có thể được tính bằng biểu thức (2) dưới đây dựa trên thành phần hóa học của tấm thép khi tính đến sự ảnh hưởng về điểm chuyển dạng nhờ cán giảm.

$$Ar_3 = 970 - 325 \times [C] + 33 \times [Si] + 287 \times [P] + 40 \times [Al] - 92 \times ([Mn] + [Mo] + [Cu]) - 46 \times ([Cr] + [Ni]) \dots (2)$$

Ở đây, [C], [Si], [P], [Al], [Mn], [Mo], [Cu], [Cr], và [Ni] mỗi ký hiệu này là lượng của mỗi C, Si, P, Al, Mn, Mo, Cu, Cr, và Ni tính theo % khối lượng. Các nguyên tố mà không được chứa được tính là 0%.

Liên quan đến quy trình làm mát

Sau khi cán nóng, tấm thép cán nóng được làm mát. Trong quy trình làm mát, tấm thép cán nóng sau khi hoàn thành bước cán nóng được làm mát (bước làm mát thứ nhất) xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650°C đến 750°C ở tốc độ làm mát từ lớn hơn hoặc bằng 10°C/giây, và nhiệt độ của tấm thép được duy trì trong 1 đến 10 giây trong khoảng nhiệt độ này, và sau đó, tấm thép cán nóng được làm mát (bước làm mát thứ hai) xuống khoảng nhiệt độ từ 450°C đến 650°C ở tốc độ làm mát từ lớn hơn hoặc bằng 30°C/giây.

Khi tốc độ làm mát trong bước làm mát thứ nhất thấp hơn 10°C/giây, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm mà điều này là không được ưu tiên. Ngoài ra, khi nhiệt độ dừng làm mát trong bước làm mát thứ nhất thấp hơn 650°C, thì khó để thu được lượng của ferit lớn hơn hoặc bằng 5% theo tỷ lệ diện tích, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm, mà điều này không được ưu tiên.

Ngoài ra, khi nhiệt độ dừng làm mát trong bước làm mát thứ nhất cao hơn 750°C , thì khó để thu được lượng bainit lớn hơn hoặc bằng 30% theo tỷ lệ diện tích, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm, mà điều này không được ưu tiên. Ngoài ra, ngay cả khi thời gian lưu dài hơn 10 giây ở khoảng nhiệt độ từ 650°C đến 750°C , thì xementit gây hại đến các đặc tính vật mếp có khả năng được tạo ra, khó để thu được lượng bainit lớn hơn hoặc bằng 30% theo tỷ lệ diện tích, và do đó tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm, mà điều này không được ưu tiên. Khi thời gian lưu ở khoảng nhiệt độ từ 650°C đến 750°C là ngắn hơn 1 giây, khó để thu được lượng của ferit lớn hơn hoặc bằng 5% theo tỷ lệ diện tích, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm, mà điều này không được ưu tiên.

Ngoài ra, khi tốc độ làm mát của bước làm mát thứ hai thấp hơn $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, xementit gây hại đến các đặc tính vật mếp có khả năng được tạo ra, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° giảm, mà điều này không được ưu tiên. Khi nhiệt độ dừng làm mát của bước làm mát thứ hai thấp hơn 450°C hoặc cao hơn 650°C , khó để thu được tỷ lệ mong muốn của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° .

Mặc dù giới hạn trên của tốc độ làm mát trong bước làm mát thứ nhất và bước làm mát thứ hai là không cần được giới hạn, tốc độ làm mát có thể được thiết lập ở bằng hoặc thấp hơn $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ khi tính đến công suất thiết bị của thiết bị làm mát.

Theo phương pháp sản xuất được mô tả nêu trên, có thể thu được cấu trúc mà tính theo tỷ lệ diện tích bao gồm ferit nằm trong khoảng từ 5% đến 60% và bainit nằm trong khoảng từ 30% đến 95%, và trong trường hợp mà vùng mà được bao quanh bởi biên hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° và có đường kính tương đương hình tròn nhỏ hơn hoặc

bằng 0,3 μm được xác định làm hạt, thì tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14°, theo tỷ lệ diện tích, nằm trong khoảng từ 20% đến 100%.

Trong phương pháp sản xuất được đề cập nêu trên, điều quan trọng ở chỗ sự lệch mạng đã xử lý được đưa vào trong austenit bằng cách kiểm soát các điều kiện cán nóng, và sau đó các lệch mạng đã xử lý được đưa vào bằng cách kiểm soát các điều kiện làm mát còn lại một cách thích hợp. Tức là, không thể thu được tấm thép cán nóng theo phương án này bằng cách kiểm soát một trong số các điều kiện cán nóng và điều kiện làm mát, và do đó điều quan trọng là kiểm soát các điều kiện cán nóng và điều kiện làm mát ở cùng thời điểm. Không có giới hạn cụ thể về các điều kiện mà khác với các điều kiện được mô tả nêu trên, và phương pháp đã biết như phương pháp quấn tấm thép sau bước làm mát thứ hai có thể được sử dụng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể hơn với việc viện dẫn đến các ví dụ về tấm thép cán nóng theo sáng chế; tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở ví dụ được mô tả dưới đây, và có thể được bổ sung bằng cách biến đổi một cách thích hợp ở chừng mực mà có thể thỏa mãn mục đích trước và sau khi mô tả, mà tất cả đều được nằm trong phạm vi kỹ thuật theo sáng chế.

Trong các ví dụ của sáng chế, đầu tiên, thép có thành phần được thể hiện trong bảng 1 dưới đây được làm nóng chảy để tạo ra tấm phôi, tấm phôi được gia nhiệt, và được trải qua quá trình cán nóng thô, và sau đó, quá trình cán hoàn thiện được thực hiện trong các điều kiện được chỉ ra trong bảng 2 dưới đây. Độ dày tấm sau bước cán hoàn thiện nằm trong khoảng từ 2,2 đến 3,4 mm. Ar3 (°C) được chỉ ra trong bảng 2 thu được từ các nguyên tố được chỉ ra trong bảng 1 nhờ sử dụng trong biểu thức (2) dưới đây.

$$\text{Ar3} = 970 - 325 \times [\text{C}] + 33 \times [\text{Si}] + 287 \times [\text{P}] + 40 \times [\text{Al}] - 92 \times ([\text{Mn}] + [\text{Mo}] + [\text{Cu}]) - 46 \times ([\text{Cr}] + [\text{Ni}]) \dots (2)$$

Ngoài ra, biến dạng tích lũy ở ba giai đoạn cuối thu được bằng biểu thức (1)

dưới đây.

$$\epsilon_{\text{eff.}} = \sum \epsilon_i(t, T) \dots (1)$$

Ở đây,

$$\epsilon_i(t, T) = \epsilon_{i0} / \exp\{(t/\tau_R)^{2/3}\},$$

$$\tau_R = \tau_0 \cdot \exp(Q/RT),$$

$$\tau_0 = 8,46 \times 10^{-6},$$

$$Q = 183200 \text{ J, và}$$

$$R = 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol},$$

ϵ_{i0} là biến dạng logarit ở thời điểm cán giảm, t là thời gian tích lũy ngay trước khi làm mát trong khi cán, và T là nhiệt độ cán trong khi cán

Cột để trống trong bảng 1 cho biết giá trị phân tích nhỏ hơn giới hạn phát hiện.

Bảng 1

Thép số	Thành phần hóa học (tính theo % khối lượng, còn lại là Fe và các tạp chất)																	Ar3 (°C)	
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Nb	N	Cr	B	Mo	Cu	Ni	Mg	REM	Ca		Zr
A	0,045	0,40	0,70	0,010	0,005	0,050	0,120	0,030	0,0023										909
B	0,035	0,30	1,00	0,018	0,003	0,030	0,080	0,020	0,0017										883
C	0,068	1,20	1,20	0,021	0,006	0,040	0,100	0,040	0,0031								0,001		885
D	0,052	0,80	1,50	0,015	0,009	0,030	0,090	0,030	0,0025	0,15									840
E	0,037	0,20	1,00	0,012	0,008	0,040	0,030	0,020	0,0026										871
F	0,040	0,90	1,20	0,013	0,010	0,030	0,130	0,035	0,0032										881
G	0,062	0,70	1,20	0,011	0,009	0,100	0,090	0,030	0,0041		0,0010								870
H	0,050	0,50	1,30	0,015	0,008	0,030	0,110	0,040	0,0026										856
I	0,058	0,60	1,00	0,009	0,010	0,080	0,080	0,020	0,0018				0,06	0,03				0,001	878
J	0,030	0,60	0,70	0,011	0,006	0,030	0,100	0,020	0,0026										920
K	0,041	1,40	1,70	0,008	0,003	0,050	0,120	0,030	0,0032			0,13							839
L	0,052	0,40	1,50	0,013	0,005	0,040	0,110	0,040	0,002							0,005			834
M	0,055	0,20	1,20	0,015	0,008	0,030	0,130	0,020	0,001				0,08	0,04					845
N	0,064	0,80	1,40	0,014	0,007	0,050	0,060	0,015	0,002										853
O	0,060	0,60	1,60	0,016	0,009	0,040	0,090	0,020	0,002						0,0003				829
P	0,050	0,80	1,80	0,013	0,010	0,030	0,080	0,030	0,003										819
Q	0,037	0,10	1,40	0,008	0,008	0,200	0,050	0,010	0,003										843
a	0,120	0,40	1,20	0,008	0,006	0,300	0,060	0,040	0,001										848
b	0,050	2,70	0,80	0,009	0,010	0,050	0,080	0,030	0,002								0,0006		974
c	0,045	0,20	3,20	0,012	0,008	0,040	0,050	0,040	0,003										673
d	0,038	0,50	0,80	0,010	0,007	0,030	0,009	0,020	0,004		0,0030								905
e	0,062	0,60	1,70	0,013	0,008	0,030	0,230	0,030	0,002										818
f	0,065	0,30	1,00	0,011	0,007	0,040	0,065	0,000	0,003										872
g	0,048	0,50	1,20	0,015	0,009	0,060	0,120	0,080	0,003										867

Các giá trị gạch chân là nằm ngoài phạm vi được xác định của sáng chế

Bảng 2

Thứ nhịệm số	Thép số	Ar3	SRTmin	Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán (°C)	Biến dạng tích lũy ở ba giai đoạn cuối của quá trình cán hoàn thiện	Nhiệt độ lớn nhất của tâm thép trong khí cán hoàn thiện (°C)	Tốc độ làm mát trong bước làm mát thứ nhất (°C/giây)	Nhiệt độ dừng làm mát trong bước làm mát thứ nhất (°C)	Thời gian lưu trong khoảng nhiệt độ từ 650°C đến 750°C (giây)	Tốc độ làm mát trong bước làm mát thứ hai (°C/giây)	Nhiệt độ dừng làm mát trong bước làm mát thứ hai (°C)
1	A	909	1122	1200	913	0,55	1030	15	740	3	35	550
2	B	883	1047	1180	900	0,58	1010	20	700	4	40	550
3	C	885	1150	1220	902	0,56	1000	30	660	2	45	600
4	D	840	1105	1200	880	0,55	980	35	680	5	35	600
5	E	871	954	1180	900	0,52	1000	30	700	3	40	570
6	F	881	1118	1200	920	0,53	1020	20	680	4	50	510
7	G	870	1126	1180	892	0,54	990	35	710	6	33	480
8	H	856	1124	1230	910	0,59	1000	20	720	3	40	550
9	I	878	1104	1210	893	0,56	1005	40	680	2	35	600
10	J	920	1055	1230	930	0,57	1020	27	730	4	40	580
11	K	839	1111	1200	889	0,51	970	16	740	8	36	620
12	L	834	1129	1200	920	0,56	970	55	700	3	60	550
13	M	845	1157	1230	902	0,54	970	48	690	2	54	530
14	N	853	1082	1180	880	0,53	980	45	700	4	65	510
15	O	829	1122	1200	889	0,58	970	40	710	6	36	520
16	P	819	1087	1180	870	0,58	960	15	680	5	55	560
17	Q	843	1004	1200	908	0,59	987	23	730	5	49	600
18	a	848	1158	1210	890	0,55	990	30	690	4	35	580
19	b	974	1087	1180	982	0,56	1079	25	700	5	45	550
20	c	673	1024	1200	760	0,57	820	43	740	6	37	540
21	d	905	853	1200	908	0,55	990	18	680	2	42	530
22	e	818	1250	1270	870	0,54	960	32	660	3	53	520
23	f	872	1093	1200	890	0,56	990	26	700	7	55	610
24	g	867	1130	1210	900	0,55	980	45	690	4	46	630
25	M	845	1157	1130	900	0,54	980	30	700	4	35	550
26	C	885	1150	1180	850	0,52	1010	15	720	3	50	570
27	C	885	1150	1200	892	0,44	1010	24	710	6	43	580
28	C	885	1150	1200	903	0,69	1010	43	690	3	54	550
29	C	885	1150	1210	950	0,58	1050	35	720	3	43	530
30	C	885	1150	1200	902	0,59	1010	3	700	6	35	550
31	C	885	1150	1190	920	0,56	1010	23	540	4	36	500
32	M	845	1157	1200	900	0,53	990	45	790	5	35	640
33	M	845	1157	1180	889	0,54	980	20	700	0	48	540
34	M	845	1157	1200	890	0,55	990	16	670	15	45	530
35	M	845	1157	1200	895	0,56	985	45	680	4	15	550
36	M	845	1157	1210	902	0,57	990	32	700	5	43	350
37	M	845	1157	1210	900	0,52	980	29	690	3	35	690

Đối với tấm thép cán nóng thu được, mỗi tỷ lệ cấu trúc (tỷ lệ diện tích), và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° thu được. Tỷ lệ cấu trúc (tỷ lệ diện tích) thu được nhờ sử dụng phương pháp dưới đây. Đầu tiên, mẫu được thu gom từ tấm thép cán nóng được khắc nhờ sử dụng nital. Sau khi khắc, ảnh cấu trúc thu được ở vị trí $1/4$ độ dày trong trường nhìn $300\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$ nhờ sử dụng kính hiển vi quang học được phân tích ảnh, và trong đó tỷ lệ diện tích của ferit và pearlit, và tổng tỷ lệ diện tích bainit và martensit thu được. Sau đó, với mẫu được khắc bằng dung dịch Lepera, ảnh cấu trúc thu được ở vị trí $1/4$ độ dày trong trường nhìn $300\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$ nhờ sử dụng kính hiển vi quang học được phân tích ảnh, và nhờ đó tổng tỷ lệ diện tích của austenit dư và martensit được tính.

Hơn nữa, với mẫu thu được bằng cách chà xát bề mặt đến độ sâu $1/4$ độ dày tính từ bề mặt được cán theo hướng thông thường, tỷ lệ thể tích của austenit dư thu được bằng cách đo nhiễu xạ tia X. Tỷ lệ thể tích của austenit dư là bằng với tỷ lệ diện tích, và do đó được thiết lập là tỷ lệ diện tích của austenit dư.

Bằng phương pháp như vậy, tỷ lệ diện tích của mỗi ferit, bainit, martensit, austenit dư, và pearlit thu được.

Hơn nữa, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° được đo nhờ sử dụng phương pháp dưới đây. Đầu tiên, ở vị trí sâu $1/4$ (phần $1/4t$) độ dày t tính từ bề mặt của tấm thép trong mặt cắt thẳng đứng so với chiều cán, vùng $200\text{ }\mu\text{m}$ theo hướng cán, và $100\text{ }\mu\text{m}$ theo hướng thông thường của bề mặt được cán được phân tích EBSD ở khoảng cách đo $0,2\text{ }\mu\text{m}$ để thu được thông tin về sự định hướng tinh thể. Ở đây, phép phân tích EBSD được tiến hành nhờ sử dụng thiết bị mà được tạo kết cấu bao gồm kính hiển vi quét điện tử phát trường nhiệt (JSM-7001F, do JEOL sản xuất) và bộ phát hiện EBSD (bộ phát hiện HIKARI do TSL sản xuất), ở tốc độ phân tích nằm trong khoảng từ 200 đến 300 điểm trên giây. Sau đó, đối với thông tin sự định hướng tinh thể thu được, diện tích có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° và đường kính tương đương hình tròn lớn hơn hoặc bằng $0,3\text{ }\mu\text{m}$ được xác định làm hạt, sự khác nhau về sự

định hướng liên hạt trung bình của các hạt được tính, và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° thu được. Hạt được xác định như được mô tả nêu trên và sự khác nhau về sự định hướng liên hạt trung bình có thể được tính nhờ sử dụng phần mềm “OIM Analysis (tên thương mại)” được gắn cho thiết bị phân tích EBSD.

Tiếp theo, giới hạn chảy dẻo và độ bền kéo thu được trong thử nghiệm kéo căng, và chiều cao tạo hình giới hạn thu được bằng thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa. Ngoài ra, sản phẩm có độ bền kéo (MPa) và chiều cao tạo hình giới hạn (mm) được đánh giá làm chỉ số về đặc tính uốn mép kéo giãn, và trong trường hợp mà sản phẩm có đặc tính uốn mép kéo giãn là lớn hơn hoặc bằng 19500 mm·MPa, thì xác định được rằng tấm thép này có đặc tính uốn mép kéo giãn tốt.

Thử nghiệm kéo căng được tiến hành theo JIS Z 2241 nhờ sử dụng các mẫu thử kéo căng số 5 của JIS mà được lấy theo hướng vuông góc với chiều cán.

Hơn nữa, thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa được tiến hành bằng cách thiết lập khe hở ở thời điểm đột phần góc bằng 11% với sản phẩm được tạo hình dạng yên ngựa mà trong đó bán kính cong R của góc được thiết lập ở 60 mm, và góc mở θ được thiết lập ở 120° . Ngoài ra, sự tồn tại của vết nứt có độ dài của 1/3 hoặc lớn hơn theo hướng chiều dày tấm được quan sát bằng mắt thường sau khi tạo hình, và sau đó chiều cao tạo hình của phần giới hạn mà trong đó vết nứt không có mặt được xác định là chiều cao tạo hình giới hạn.

Các kết quả được chỉ ra trong bảng 3.

Bảng 3

Thứ nghịệm số	Tỷ lệ diện tích ferit (%)	Tỷ lệ diện tích bainit (%)	Tỷ lệ các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt trong khoảng từ 5° đến 14° (%)	Giới hạn chảy dẻo (MPa)	Cường độ kéo căng (MPa)	Chi số chiều cao mặt bích kéo giãn H (mm MPa)	Lưu ý
1	40	60	50	590	672	20832	Ví dụ của sáng chế
2	51	49	70	574	625	22500	Ví dụ của sáng chế
3	13	87	60	770	831	21606	Ví dụ của sáng chế
4	15	85	63	675	790	22120	Ví dụ của sáng chế
5	58	42	33	513	606	19998	Ví dụ của sáng chế
6	15	85	42	722	814	20350	Ví dụ của sáng chế
7	27	73	53	625	724	20996	Ví dụ của sáng chế
8	15	85	73	684	788	22064	Ví dụ của sáng chế
9	49	51	68	573	624	22464	Ví dụ của sáng chế
10	40	60	71	561	645	21930	Ví dụ của sáng chế
11	12	88	48	780	860	20640	Ví dụ của sáng chế
12	16	84	72	686	860	22360	Ví dụ của sáng chế
13	32	68	52	656	703	21090	Ví dụ của sáng chế
14	34	66	56	588	683	21856	Ví dụ của sáng chế
15	25	75	80	577	716	22912	Ví dụ của sáng chế
16	12	88	74	737	801	22428	Ví dụ của sáng chế
17	56	36	75	538	601	22237	Ví dụ của sáng chế
18	0	65	11	678	873	17460	Ví dụ so sánh
19	100	0	9	456	652	18256	Ví dụ so sánh
20	2	45	15	899	1012	10120	Ví dụ so sánh
21	67	33	27	423	523	20920	Ví dụ so sánh
22	Vết nứt xuất hiện trong khi cán nóng						Ví dụ so sánh
23	72	28	25	447	555	20535	Ví dụ so sánh
24	89	11	7	900	999	7992	Ví dụ so sánh
25	79	21	19	489	578	20230	Ví dụ so sánh
26	67	33	3	673	723	17352	Ví dụ so sánh
27	14	86	18	760	809	18607	Ví dụ so sánh
28	11	89	13	772	832	18304	Ví dụ so sánh
29	23	77	8	756	802	18446	Ví dụ so sánh
30	45	55	18	759	789	18147	Ví dụ so sánh
31	4	96	10	773	820	16400	Ví dụ so sánh
32	78	22	17	559	653	17631	Ví dụ so sánh
33	2	98	18	623	745	16390	Ví dụ so sánh
34	82	18	13	555	649	16874	Ví dụ so sánh
35	69	31	11	566	679	16975	Ví dụ so sánh
36	43	49	12	598	763	19075	Ví dụ so sánh
37	78	22	10	570	678	17628	Ví dụ so sánh

Như đã rõ từ các kết quả của bảng 3, trong trường hợp mà thép có thành phần hóa học được đặc trưng theo sáng chế được cán nóng trong các điều kiện ưu tiên (Thử nghiệm số 1 đến 17), thì có thể thu được tấm thép cán nóng có độ bền cao mà trong đó độ bền là lớn hơn hoặc bằng 590 MPa, và chỉ số về đặc tính uốn mép kéo giãn là lớn hơn hoặc bằng 19500 mm·MPa.

Mặt khác, các số sản xuất từ 18 đến 24 là các ví dụ so sánh sử dụng thép số a đến g mà trong đó thành phần hóa học nằm ngoài phạm vi được xác định của sáng chế. Ngoài ra, các số sản xuất từ 25 đến 37 là các ví dụ so sánh mà trong đó các điều kiện sản xuất nằm ngoài khoảng mong muốn, và do đó một hoặc cả hai cấu trúc mà được quan sát nhờ sử dụng kính hiển vi quang học và tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° không thỏa mãn khoảng theo sáng chế. Trong các ví dụ này, đặc tính uốn mép kéo giãn không thỏa mãn giá trị đích.

Ngoài ra, trong một số ví dụ, độ bền kéo cũng giảm.

Sáng chế đề xuất tấm thép cán nóng có độ bền cao, chi phí sản xuất thấp mà có đặc tính uốn mép kéo giãn tốt và có thể được sử dụng cho chi tiết mà đòi hỏi độ bền cao và đặc tính uốn mép kéo giãn nghiêm ngặt. Tấm thép như vậy góp phần vào việc cải thiện hiệu quả kinh tế trong sử dụng nhiên liệu của phương tiện, và do đó có tính ứng dụng cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nóng chứa các nguyên tố sau làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng:

C: 0,020% đến 0,070%,

Si: 0,10% đến 1,70%,

Mn: 0,60% đến 2,50%,

Al: 0,01% đến 1,00%,

Ti: 0,015% đến 0,170%,

Nb: 0,005% đến 0,050%,

Cr: 0% đến 1,0%,

B: 0% đến 0,10%,

Mo: 0% đến 1,0%

Cu: 0% đến 2,0%,

Ni: 0% đến 2,0%,

Mg: 0% đến 0,05%,

REM: 0% đến 0,05%,

Ca: 0% đến 0,05%,

Zr: 0% đến 0,05%,

P: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%,

S: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, và

N: được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060%, với thành phần còn lại là Fe và các tạp chất;

trong đó cấu trúc bao gồm, theo tỷ lệ diện tích, ferit nằm trong khoảng từ 5% đến 60%, bainit nằm trong khoảng từ 30% đến 95%, và cấu trúc thành phần còn lại mà khác với ferit và bainit được chọn từ nhóm bao gồm martensit, austenit dư, và pearlit, và tổng tỷ lệ của thành phần còn lại này nhỏ hơn hoặc bằng 10%, và

trong đó, trong cấu trúc này, trong trường hợp biên có sự khác nhau về sự định hướng lớn hơn hoặc bằng 15° được xác định làm biên hạt, và vùng mà

được bao quanh bởi biên hạt và có đường kính tương đương hình tròn lớn hơn hoặc bằng 0,3 μm được xác định làm hạt, tỷ lệ của các hạt mà có sự khác nhau về sự định hướng liên hạt nằm trong khoảng từ 5° đến 14° , theo tỷ lệ diện tích, là nằm trong khoảng từ 20% đến 100%, trong đó tỷ lệ diện tích của cấu trúc này và tỷ lệ của các hạt được xác định nhờ phương pháp mà được mô tả trong phần mô tả, và trong đó độ bền kéo là lớn hơn hoặc bằng 590 MPa mà được xác định theo JIS Z 2241, và

sản phẩm có độ bền kéo và chiều cao tạo hình giới hạn trong thử nghiệm mặt bích kéo giãn dạng yên ngựa là lớn hơn hoặc bằng 19500 mm•MPa như được xác định và được đo trong phần mô tả.

2. Tấm thép cán nóng theo điểm 1, trong đó tấm thép này chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn dưới đây làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng:

Cr: 0,05% đến 1,0%, và

B: 0,0005% đến 0,10%.

3. Tấm thép cán nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tấm thép này chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn dưới đây làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng:

Mo: 0,01% đến 1,0%,

Cu: 0,01% đến 2,0%, và

Ni: 0,01% đến 2,0%.

4. Tấm thép cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tấm thép này chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn dưới đây làm thành phần hóa học, tính theo % khối lượng:

Ca: 0,0001 % đến 0,05%,

Mg: 0,0001% đến 0,05%,

Zr: 0,0001% đến 0,05%, và

REM: 0,0001% đến 0,05%.

1/1

FIG. 1

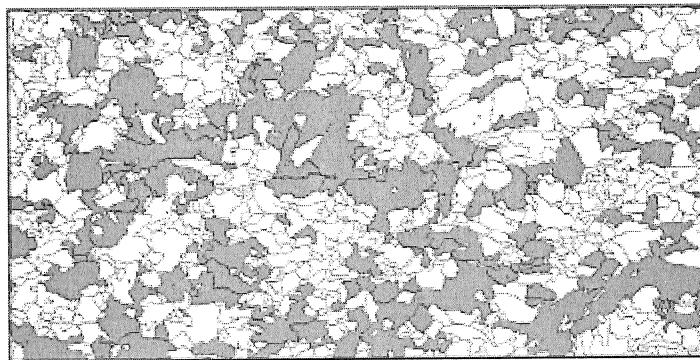


FIG. 2

