



(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)



1-0040972

(51)⁷ C22C 38/00; C21D 8/02; C22C 38/14; (13) B
C22C 38/06; B21D 5/12

(21) 1-2019-03096

(22) 08/11/2017

(86) PCT/JP2017/040169 08/11/2017

(87) WO/2018/110152 21/06/2018

(30) 2016-240038 12/12/2016 JP

(45) 26/08/2024 437

(43) 25/09/2019 378A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) GOTO Sota (JP); NAKATA Hiroshi (JP); TOYODA Shunsuke (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NÓNG DÙNG LÀM ỐNG THÉP VUÔNG CÓ TỶ LỆ CHẢY THẤP, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY, ỐNG THÉP VUÔNG CÓ TỶ LỆ CHẢY THẤP VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT ỐNG THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng mà có, ngay cả khi độ dày vượt quá 25 mm, độ bền thỏa đáng, tỷ lệ chảy thấp, và độ bền nhiệt độ thấp và mà thích hợp làm vật liệu thô cho ống thép vuông. Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp có hợp phần thành phần bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,7 đến 0,20%, Mn: 0,3 đến 2,0%, P: 0,3% hoặc ít hơn, S: 0,015% hoặc ít hơn, Al: 0,01 đến 0,06%, và N: 0,006% hoặc ít hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi; vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày bao gồm pha ferit sơ cấp và phần diện tích từ 8 đến 20% của pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit giả, và bainit trên, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp là từ 7 đến 20 μ m; và mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày bao gồm một pha ferit hoặc một pha ferit bainit và có cỡ hạt trung bình là từ 2 đến 20 μ m.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp và ống thép vuông (cột vuông) mà được sản xuất bằng cách tạo hình cán nguội tấm thép cán nóng làm vật liệu thô và mà có tỷ lệ chảy thấp và độ bền nhiệt độ thấp. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến ống thép vuông có thể áp dụng được cho các bộ phận xây dựng dùng cho các tòa nhà có chiều cao trung bình vượt quá 20 m.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ống thép vuông thường được sản xuất bằng cách tạo hình nguội tấm thép cán nóng (dải thép cán nóng) hoặc tấm thép làm vật liệu thô. Các phương pháp tạo hình nguội được sử dụng trong sản xuất các ống thép vuông bao gồm tạo hình ép và tạo hình cán. Khi ống thép vuông được sản xuất bằng cách tạo hình cán tấm thép cán nóng làm vật liệu thô, tấm thép cán nóng như này thường được tạo hình thành ống thép tròn trước, sau đó bằng cách tạo hình nguội ống thép tròn thành ống thép vuông. Phương pháp sản xuất ống thép vuông dùng tạo hình cán có ưu điểm là năng suất cao hơn so với phương pháp sản xuất cho ống thép vuông mà dùng tạo hình ép. Tuy nhiên, trong phương pháp sản xuất ống thép vuông mà dùng tạo hình cán, sức căng gia công lớn được đưa vào ống theo hướng trục ống trong quá trình tạo hình thành ống thép tròn. Theo đó, có vấn đề mà trong đó tỷ lệ chảy theo hướng trục ống có xu hướng tăng lên và độ bền có xu hướng giảm xuống.

Để giải quyết các vấn đề này, tài liệu sáng chế 1 mô tả ống thép vuông có tỷ lệ chảy là 90% hoặc ít hơn và năng lượng hấp thụ Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C là 27 J hoặc cao hơn thu được thông qua bước cán nóng mà trong đó thép chứa, theo % trọng lượng, 0,20% hoặc ít hơn của C, và còn chứa, một hoặc hai trong số Mn: 0,40 đến 0,90%, Nb: 0,005 đến 0,040%, và Ti: 0,005 đến 0,050% được cán nóng ở độ giảm cán trong phạm vi nhiệt độ không tái kết tinh là 55% hoặc nhiều hơn, ở nhiệt

độ hoàn thiện từ 730°C đến 830°C, và ở nhiệt độ cuộn là 550°C hoặc thấp hơn, do đó kiểm soát việc nén chu vi xuống ba lần độ dày hoặc nhỏ hơn trong bước tạo hình ống.

Trong tài liệu sáng chế 2, ống thép vuông có, về các đặc tính cơ học, tỷ lệ chảy thấp là 80% hoặc ít hơn và năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C là 150 J hoặc cao hơn được sản xuất bằng cách xử lý nhiệt thép chứa, theo % khối lượng, C: 0,07 đến 0,18% và Mn: 0,3 đến 1,5% đến nhiệt độ gia nhiệt từ 1100°C đến 1300°C, cán thô ở nhiệt độ kết thúc cán thô là từ 1,150°C đến 950°C, cán tinh ở nhiệt độ bắt đầu cán tinh từ 1100°C xuống 850°C và nhiệt độ kết thúc cán tinh là từ 900°C xuống 750°C, làm nguội sơ cấp bằng cách làm nguội sao cho nhiệt độ làm nguội sau cùng như nhiệt độ bề mặt là 550°C hoặc cao hơn, làm nguội thứ cấp bằng cách làm nguội trong không khí trong vòng 3 đến 15 giây, và làm nguội cấp ba bằng cách làm nguội xuống 650°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội trung bình từ 4°C/giây đến 15°C/giây trong phạm vi nhiệt độ từ 750°C xuống 650°C như nhiệt độ ở phần trung tâm của độ dày, do đó kiểm soát tần suất của pha thứ cấp được chứa trong vi cấu trúc thép đến 0,20 đến 0,42.

Trong tài liệu sáng chế 3, ống thép vuông có, về các đặc tính cơ học, tỷ lệ chảy thấp là 80% hoặc ít hơn và năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C là 150 J hoặc cao hơn được sản xuất bằng cách: gia nhiệt thép chứa, theo % khối lượng, C: 0,07 đến 0,18% và Mn: 0,3 đến 1,5% đến nhiệt độ gia nhiệt là từ 1100°C đến 1,300°C; cán thô ở nhiệt độ kết thúc cán thô từ 1150°C xuống 950°C, cán tinh ở nhiệt độ bắt đầu cán tinh từ 1100°C xuống 850°C và nhiệt độ kết thúc cán tinh từ 900°C xuống 750°C, và làm nguội xuống nhiệt độ cuộn từ 500°C đến 650°C sao cho tốc độ làm nguội trung bình là 20°C/giây hoặc nhỏ hơn trong phạm vi nhiệt độ từ 750°C xuống 650°C là nhiệt độ bề mặt, thời gian để nhiệt độ ở phần trung tâm của độ dày đạt đến 650°C là 35 giây hoặc nhỏ hơn, và tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ từ 750°C xuống 650°C ở phần trung tâm của độ dày là 4°C/giây đến 15°C/giây.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 9-87743

Tài liệu sáng chế 2: Sáng chế Nhật Bản số 5594165

Tài liệu sáng chế 3: Sáng chế Nhật Bản số 5589885

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Ở đây, các ống thép vuông được sản xuất bằng cách tạo hình cán nguội có sức căng gia công được đưa vào lớn hơn khi độ dày tăng lên, do đó làm tăng tỷ lệ chảy hơn nữa và làm giảm độ bền nhiều hơn nữa. Theo đó, các tấm thép cán nóng làm các vật liệu thô được yêu cầu cần phải có: các vi cấu trúc thép mà hạn chế việc tăng tỷ lệ chảy trong quá trình tạo hình; và độ bền nhiệt độ thấp ưu việt mà có thể chịu sự suy giảm về độ bền do sức căng gia công lớn. Các ống thép vuông được sản xuất bằng các phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 đến 3 có vấn đề mà trong đó tỷ lệ chảy là 90% hoặc ít hơn không thể được thỏa mãn vì tỷ lệ chảy tăng lên cụ thể là khi độ dày vượt quá 25 mm. Nói cách khác, trong các kỹ thuật thông thường, các ống thép vuông được sản xuất bằng cách tạo hình cán nguội không thể áp dụng được cho các bộ phận xây dựng dùng cho các tòa nhà có chiều cao trung bình vượt quá 20 m.

Sáng chế đã được thực hiện khi xét đến vấn đề trên, và đối tượng của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp mà thể hiện, ngay cả ở độ dày vượt quá 25 mm, cường độ chảy là 200 MPa hoặc cao hơn, độ bền kéo là 400 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ chảy thấp là 75% hoặc ít hơn và thậm chí có thể có độ bền nhiệt độ thấp như năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm -20°C là 27 J hoặc cao hơn, và đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép này.

Ngoài ra, đối tượng khác của sáng chế là đề xuất ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, mà vật liệu thô của nó là tấm thép cán nóng có các đặc tính được đề cập ở trên,

mà thể hiện, theo hướng trục ống, cường độ chảy là 295 MPa hoặc cao hơn, độ bền kéo là 400 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ chảy thấp là 90% hoặc ít hơn và mà có thể có độ bền nhiệt độ thấp như năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C là 27 J hoặc cao hơn, và đề xuất phương pháp sản xuất ống thép này.

Giải quyết vấn đề

Nhờ các nghiên cứu để đạt được các mục tiêu được đề cập ở trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra các điểm dưới đây.

Trước tiên, các ống thép vuông được sản xuất theo các phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 đến 3, không thể thỏa mãn tỷ lệ chảy là 90% hoặc ít hơn, cụ thể là khi độ dày bị vượt quá 25 mm. Phân tích vi cấu trúc thép của tấm thép nguyên mẫu đã cho thấy là phần trung tâm của độ dày là vi cấu trúc bao gồm ferit và peclit, và mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày là vi cấu trúc mactensit, vi cấu trúc bainit trên, hoặc vi cấu trúc được bao gồm ferit và peclit.

Tiếp theo, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu vi cấu trúc thép mà thích hợp cho việc hạn chế tăng tỷ lệ chảy. Cụ thể, khả năng hóa bền cơ học được nghiên cứu cho vi cấu trúc một pha ferit (bao gồm vi cấu trúc một pha ferit bainit), vi cấu trúc được bao gồm ferit và peclit, vi cấu trúc mactensit, và vi cấu trúc bainit trên. Ở đây, khả năng hóa bền cơ học cao hơn dẫn đến tỷ lệ chảy cao hơn do sức căng gia công được đưa vào trong quá trình tạo hình nguội. Kết quả là, điều được phát hiện ra là vi cấu trúc một pha ferit (bao gồm vi cấu trúc một pha ferit bainit) ít có khả năng trải qua hóa bền cơ học, trong khi vi cấu trúc được bao gồm ferit và peclit không có khả năng trải qua hóa bền cơ học và vi cấu trúc mactensit và vi cấu trúc bainit trên có nhiều khả năng trải qua hóa bền cơ học nhất.

Từ nghiên cứu trên, có thể thấy rằng: để hạn chế việc tăng tỷ lệ chảy ngay cả khi ống thép vuông có độ dày lớn được sản xuất bằng tạo hình cán nguội; và từ đó sản xuất ống thép vuông có tỷ lệ chảy là 90% hoặc ít hơn nếu vi cấu trúc ferit một pha hoặc ferit bainit một pha có thể được tạo thành ở bề mặt phía trước và bề mặt

phía sau theo hướng chiều dày, nơi mà sức căng gia công được đưa vào bằng cách tạo hình cán nguội là lớn nhất, bằng cách hạn chế sự tạo thành của vi cấu trúc mactensit, vi cấu trúc bainit trên, và vi cấu trúc được bao gồm ferit và peclit.

Các tác giả sáng chế đã tiếp tục các nghiên cứu chuyên sâu hơn và đã hoàn thành sáng chế. Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết như sau.

[1] Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, có hợp phần thành phần bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,07 đến 0,20%, Mn: 0,3 đến 2,0%, P: 0,03% hoặc ít hơn, S: 0,015% hoặc ít hơn, Al: 0,01 đến 0,06%, và N: 0,006% hoặc ít hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, mà trong đó: vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày bao gồm pha ferit sơ cấp và phần diện tích từ 8 đến 20% của pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit giả, và bainit trên, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp là từ 7 đến 20 μ m; và mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày bao gồm một pha ferit hoặc một pha ferit bainit và có cỡ hạt trung bình là từ 2 đến 20 μ m.

[2] Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục [1], mà trong đó hợp phần thành phần còn chứa, theo % khối lượng, Si: nhỏ hơn 0,4%.

[3] Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục [1] hoặc mục [2], mà trong đó hợp phần thành phần còn chứa, theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ Nb: 0,04% hoặc ít hơn, Ti: 0,02% hoặc ít hơn, và V: 0,10% hoặc ít hơn.

[4] Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], mà trong đó hợp phần thành phần còn chứa, theo % khối lượng, B: 0,008% hoặc ít hơn.

[5] Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], mà trong đó độ dày vượt quá 25 mm.

[6] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, bao gồm thực hiện bước cán nóng, bước làm nguội, và bước cuộn thép theo thứ tự này để tạo thành tấm thép cán nóng, mà trong đó:

thép có hợp phần thành phần theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4];

bước cán nóng bao gồm gia nhiệt thép đến nhiệt độ gia nhiệt từ 1100°C đến 1300°C, cán thô thép được gia nhiệt ở nhiệt độ kết thúc cán thô từ 1150°C xuống 950°C, và cán tinh ở nhiệt độ bắt đầu cán tinh từ 1100°C xuống 850°C và nhiệt độ kết thúc cán tinh từ 900°C xuống 750°C để tạo thành tấm cán nóng;

Bước làm nguội là bước làm nguội tấm cán nóng xuống nhiệt độ làm nguội sau cùng là 580°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội mà trong đó tốc độ làm nguội trung bình từ lúc bắt đầu đến hoàn tất việc làm nguội khi nhiệt độ ở trung tâm độ dày là từ 4°C/giây đến 25°C/giây, và bước làm nguội bao gồm một hoặc nhiều bước làm nguội tức thời trong 0,2 giây hoặc nhiều hơn và ít hơn 3,0 giây ở bước làm nguội ban đầu mà tương ứng với trong khoảng 10 giây từ lúc bắt đầu làm nguội; và

bước cuộn bao gồm cuộn tấm cán nóng sau bước làm nguội ở nhiệt độ cuộn là 580°C hoặc thấp hơn, được theo sau bởi việc làm nguội tức thời.

[7] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục [6], mà trong đó độ dày của tấm thép cán nóng vượt quá 25 mm.

[8] Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, mà trong đó tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5] là vật liệu thô.

[9] Phương pháp sản xuất ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, bao gồm tạo hình cán nguội tấm thép cán nóng thu được bằng phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo mục [6] hoặc mục [7].

[10] Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp có hợp phần thành phần bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,07 đến 0,20%, Mn: 0,3 đến 2,0%, P: 0,03% hoặc ít hơn, S: 0,015% hoặc ít hơn, Al: 0,01 đến 0,06%, và N: 0,006% hoặc ít hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, mà trong đó:

vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày bao gồm pha ferit sơ cấp và phân diện tích từ 8 đến 20% là pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit già, và bainit trên, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp là từ 7 đến 20 μ m; và

mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày bao gồm một pha ferit hoặc một pha ferit bainit và có cỡ hạt trung bình là từ 2 đến 20 μ m.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế có thể tạo thành tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp mà thể hiện cường độ chảy là 200 MPa hoặc cao hơn, độ bền kéo là 400 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ chảy thấp là 75% hoặc ít hơn và có độ bền nhiệt độ thấp khi năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm - 20°C là 27 J hoặc cao hơn. Tấm thép cán nóng như này, ngay cả khi độ dày vượt quá 25 mm, **có thể truyền** cường độ chảy là 295 MPa hoặc cao hơn, độ bền kéo là 400 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ chảy thấp là 90% hoặc ít hơn theo hướng trục ống cho ống thép vuông được sản xuất bằng cách tạo hình cán nguội tấm thép cán nóng làm vật liệu thô, miễn là độ bền nhiệt độ thấp khi năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C là 27 J hoặc cao hơn. Theo đó, tấm thép như này có thể thích hợp được sử dụng cho các ống thép vuông dày, như là các ống thép vuông dùng làm các chi tiết kết cấu xây dựng. Vì vậy, các chi phí vật liệu được giảm xuống và thời gian xây dựng được rút ngắn **có thể được thực hiện đối với** các tòa nhà có chiều cao trung bình vượt quá 20 m.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế có các đặc điểm: hợp phần thành phần bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,07 đến 0,20%, Mn: 0,3 đến 2,0%, P: 0,03% hoặc ít hơn, S: 0,015% hoặc ít hơn, Al: 0,01 đến 0,06%, và N: 0,006% hoặc ít hơn, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi; vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày bao gồm pha ferit sơ cấp và phần diện tích từ 8 đến 20% của pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit giả, và bainit trên, với cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp là từ 7 đến 20 μ m; và mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày bao gồm một pha

ferit hoặc một pha ferit bainit và có cỡ hạt trung bình là từ 2 đến 20 μ m. Thuật ngữ "tấm thép cán nóng" ở đây bao gồm tấm thép cán nóng và dải thép cán nóng.

Đầu tiên, hợp phần thành phần của tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế sẽ được mô tả. Ở đây, theo % khối lượng được biểu diễn đơn giản bằng % trừ khi được biểu thị khác.

C: 0,07 đến 0,20%

C là nguyên tố mà làm tăng độ bền của tấm thép bằng cách tăng cường dung dịch rắn và góp phần vào sự hình thành peclit, mà cấu tạo nên pha thứ cấp. Hàm lượng là 0,07% hoặc nhiều hơn được yêu cầu để đảm bảo các đặc tính bền kéo mong muốn, độ bền, và ngoài ra, các vi cấu trúc tấm thép mong muốn. Trong khi đó, hàm lượng vượt quá 0,20% gây nên mối lo ngại là vi cấu trúc mactensit được tạo thành trong quá trình hàn các ống thép vuông tại chỗ (trong quá trình hàn các ống thép vuông với nhau, chẳng hạn) và dẫn đến việc nứt mối hàn. Theo đó, C được giới hạn ở trong phạm vi từ 0,07 đến 0,20%. Giới hạn dưới của C tốt hơn là 0,09% và giới hạn trên tốt hơn là 0,18%.

Mn: 0,3 đến 2,0%

Mn là nguyên tố mà làm tăng độ bền của tấm thép thông qua việc tăng cường dung dịch rắn, và hàm lượng là 0,3% hoặc nhiều hơn được yêu cầu để đảm bảo độ bền mong muốn của tấm thép. Hàm lượng ít hơn 0,3% dẫn đến nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit cao hơn, và các vi cấu trúc có xu hướng hóa thô quá mức. Trong khi đó, hàm lượng vượt quá 2,0% gây nên mối lo ngại là độ cứng của phần tách biệt trung tâm tăng lên và gây nứt trong quá trình hàn các ống thép vuông tại chỗ. Theo đó, Mn được giới hạn ở trong phạm vi từ 0,3 đến 2,0%. Giới hạn trên của Mn tốt hơn là 1,6% và tốt hơn nữa là 1,4%.

P: 0,03% hoặc ít hơn

P là nguyên tố đóng vai trò làm giảm độ bền thông qua sự phân tách ở các biên hạt ferit. Theo sáng chế, P được mong muốn giảm xuống nhiều nhất có thể như tạp chất. Tuy nhiên, việc giảm quá mức dẫn đến việc tăng các chi phí tinh luyện, và do vậy, 0,002% hoặc nhiều hơn là tốt hơn, và lên đến 0,03% là có thể chấp nhận

được. Theo đó, P được giới hạn đến 0,03% hoặc ít hơn và tốt hơn là 0,025% hoặc ít hơn.

S: 0,015% hoặc ít hơn

S tồn tại dưới dạng các sulfua trong thép và chủ yếu tồn tại dưới dạng MnS ở trong phạm vi hợp phần của sáng chế. MnS được kéo dài mỏng trong bước cán nóng và ảnh hưởng bất lợi đến khả năng uốn và độ bền. Theo sáng chế, MnS được mong muốn giảm xuống nhiều nhất có thể. Tuy nhiên, việc giảm quá mức dẫn đến việc tăng các chi phí tinh luyện, và do vậy, S tốt hơn là được thiết đặt đến 0,0002% hoặc nhiều hơn, và lên đến 0,015% là có thể chấp nhận được. Theo đó, S được giới hạn đến 0,015% hoặc ít hơn và tốt hơn là 0,010% hoặc ít hơn.

Al: 0,01 đến 0,06%

Al là nguyên tố đóng vai trò như tác nhân khử oxy và cũng đóng vai trò cố định N dưới dạng AlN. Để đạt được tác dụng này, hàm lượng là 0,01% hoặc nhiều hơn được yêu cầu. Khi hàm lượng ít hơn 0,01%, khả năng khử oxy là không đủ trong trường hợp vắng mặt Si được bổ sung, các chất lẫn gốc oxit tăng lên, và độ sạch của tấm thép bị giảm xuống. Trong khi đó, hàm lượng vượt quá 0,06% làm tăng lượng Al được hòa tan và làm tăng nguy cơ tạo thành oxit ở các mối hàn trong quá trình hàn theo chiều dọc các ống thép vuông (trong quá trình hàn trong sản xuất các ống thép vuông), cụ thể trong quá trình hàn trong không khí, do đó làm giảm độ bền của các mối hàn ống thép vuông. Theo đó, Al được giới hạn đến 0,01 đến 0,06%. Tốt hơn là, giới hạn dưới của Al là 0,02% và giới hạn trên là 0,05%.

N: 0,006% hoặc ít hơn

N là nguyên tố mà đóng vai trò làm giảm độ bền bằng cách cố định chắc chắn chuyển động lệch mạng tinh thể. Theo sáng chế, N được mong muốn giảm xuống nhiều nhất có thể như tạp chất, và lên đến 0,006% là có thể chấp nhận được. Theo đó, N được giới hạn đến 0,006% hoặc ít hơn và tốt hơn là 0,005% hoặc ít hơn.

Si: nhỏ hơn 0,4%

Si là nguyên tố mà góp phần tăng độ bền của tấm thép thông qua tăng cường dung dịch rắn và có thể được chứa nếu cần để đảm bảo độ bền mong muốn của tấm

thép. Để đạt được tác dụng này, hàm lượng vượt quá 0,01% là mong muốn. Trong khi đó, khi hàm lượng là 0,4% hoặc nhiều hơn, fayalit, còn được gọi là gỉ đỏ, có xu hướng được tạo thành ở trên bề mặt tấm thép, do đó làm giảm chất lượng bề mặt bên ngoài trong nhiều trường hợp. Theo đó, nếu được chứa, tốt hơn là thiết đặt nhỏ hơn 0,4%. Khi Si không được bổ sung một cách có chủ ý, mức độ của Si là 0,01% hoặc ít hơn như tạp chất không thể tránh khỏi.

Một hoặc hai hoặc nhiều được chọn từ Nb: 0,04% hoặc ít hơn, Ti: 0,02% hoặc ít hơn, và V: 0,10% hoặc ít hơn

Nb, Ti, và V là các nguyên tố mà đều tạo thành cacbua và/hoặc nitrua trong thép và góp phần tăng cường độ bền của thép thông qua việc tăng cường kết tủa. Tuy nhiên, nếu nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố này được chứa, tỷ lệ chảy sau khi tạo hình thành ống thép có xu hướng tăng lên. Theo đó, các nguyên tố này được mong muốn là không được chứa trong sáng chế. Tuy nhiên, ở trong các phạm vi mà đạt được tỷ lệ chảy của ống thép vuông là 90% hoặc ít hơn, các nguyên tố này có thể được chứa để nhằm mục đích điều chỉnh độ bền. Các phạm vi như này là Nb: 0,04% hoặc ít hơn, Ti: 0,02% hoặc ít hơn, và V: 0,10% hoặc ít hơn. Khi nguyên tố bất kỳ trong các nguyên tố Nb, Ti, và V được chứa, tốt hơn là thiết đặt Nb: 0,001% hoặc nhiều hơn, Ti: 0,001% hoặc nhiều hơn, và V: 0,001% hoặc nhiều hơn.

B: 0,008% hoặc ít hơn

B là nguyên tố mà đóng vai trò làm trì hoãn sự biến đổi ferit ở trong bước làm nguội và để thúc đẩy sự tạo thành của ferit biến đổi nhiệt độ thấp, nghĩa là, pha ferit hình kim, do đó làm tăng độ bền của tấm thép. Do đó việc chứa B làm tăng tỷ lệ chảy của tấm thép và do vậy, làm tăng tỷ lệ chảy của ống thép vuông. Theo đó, theo sáng chế, để nhằm mục đích điều chỉnh độ bền, B có thể được chứa khi cần thiết ở trong phạm vi mà đạt được tỷ lệ chảy của ống thép vuông là 90% hoặc ít hơn. Phạm vi này là B: 0,008% hoặc ít hơn. Tốt hơn là, giới hạn dưới của B là 0,0001% và giới hạn trên là 0,0015%. Tốt hơn nữa là, giới hạn dưới là 0,0003% và giới hạn trên 0,0008%.

Phần còn lại khác với các thành phần được mô tả ở trên là Fe và các tạp chất

không thể tránh khỏi. Như tạp chất không thể tránh khỏi, O: 0,005% hoặc ít hơn, chẳng hạn, là có thể chấp nhận được.

Tiếp theo, các vi cấu trúc thép của tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế sẽ được mô tả. Trong tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế, vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày được bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp. Pha sơ cấp bao gồm ferit, và phần diện tích của pha sơ cấp là từ 80 đến 92%. Pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit giả, và bainit trên, và phần diện tích của pha thứ cấp là từ 8 đến 20%. Khi phần diện tích của pha thứ cấp là nhỏ hơn 8%, độ bền kéo mong muốn không thể được thỏa mãn. Trong khi đó, khi phần diện tích của pha thứ cấp vượt quá 20%, độ bền nhiệt độ thấp mong muốn không thể được đảm bảo. Theo đó, phần diện tích của pha thứ cấp được giới hạn ở trong phạm vi từ 8 đến 20%. Ngoài ra, cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp, mà là vi cấu trúc thép được đề cập ở trên ở phần trung tâm của độ dày, là từ 7 đến 20 μ m. "Cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp" ở đây là cỡ hạt trung bình được đo của tất cả các hạt tinh thể của pha ferit mà cấu thành nên pha sơ cấp và của pha peclit, pha peclit giả, và pha bainit trên mà cấu thành nên pha thứ cấp. Cỡ hạt trung bình nhỏ hơn 7 μ m là quá mịn và không thể đảm bảo tỷ lệ chảy của ống thép vuông là 90% hoặc ít hơn. Trong khi đó, khi cỡ hạt trung bình trở nên thô và vượt quá 20 μ m, độ bền của ống thép vuông suy giảm và độ bền mong muốn không thể được đảm bảo. Từ quan điểm đảm bảo độ bền cao hơn nữa, cỡ hạt trung bình tốt hơn là 15 μ m hoặc nhỏ hơn.

Vi cấu trúc thép được mô tả ở trên ở phần trung tâm của độ dày được quan sát như sau để thu được các loại và các phần diện tích của pha sơ cấp và pha thứ cấp, miễn là cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp. Trước tiên, mẫu để quan sát vi cấu trúc được lấy từ tấm thép cán nóng được đánh bóng sao cho mặt cắt ngang theo hướng cán (mặt cắt-L) trở thành bề mặt quan sát và sau đó được khắc với Nital. Vi cấu trúc thép được quan sát và được chụp ảnh bằng cách bằng cách thiết lập vị trí độ dày 1/2t từ bề mặt của mẫu cho sự quan sát vi cấu

trúc (bề mặt tấm thép cán nóng) làm trung tâm quan sát và bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học (độ phóng đại: $500\times$) hoặc kính hiển vi điện tử quét (độ phóng đại: $500\times$). Ở đây, t biểu diễn độ dày của tấm thép (độ dày). Trên hình ảnh vi cấu trúc đã thu được, bằng cách sử dụng máy phân tích hình ảnh (phần mềm phân tích hình ảnh: Photoshop, từ Adobe Inc.), các loại pha sơ cấp và pha thứ cấp được xác định, các phần diện tích được tính, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp được tính theo phương pháp đã được mô tả trong tài liệu JIS G 0551.

Trong tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế, mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày của tấm thép cán nóng (cả hai mặt của các tấm thép cán nóng) bao gồm ferit một pha hoặc ferit bainit một pha, và cỡ hạt trung bình là từ 2 đến $20\mu\text{m}$. Một pha ở đây là trường hợp có phần diện tích là 95% hoặc nhiều hơn. Bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày của tấm thép cán nóng có nghĩa cụ thể là mỗi vùng nằm trong khoảng 1 mm từ cả hai mặt của tấm thép cán nóng. Khi cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $2\mu\text{m}$, có sự tăng quá mức về cường độ chảy của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau và tải được tăng lên trong quá trình tạo hình cán, do đó khiến cho việc tạo hình thành ống thép tròn và thành ống thép vuông trở nên khó. Trong khi đó, khi cỡ hạt trung bình trở nên thô và vượt quá $20\mu\text{m}$, độ bền của ống thép vuông suy giảm và độ bền mong muốn không thể được đảm bảo. Theo đó, cỡ hạt trung bình được giới hạn từ 2 đến $20\mu\text{m}$. Giới hạn trên của cỡ hạt trung bình tốt hơn là $15\mu\text{m}$.

Đối với vi cấu trúc thép được đề cập ở trên của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày, loại và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép được thu theo cách tương tự như phương pháp quan sát và phương pháp đo đối với vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày, ngoại trừ việc thiết lập trường quan sát trong khoảng 1 mm từ bề mặt của tấm thép cán nóng, thay vì thiết lập trung tâm quan sát ở vị trí độ dày $1/2t$ từ bề mặt của mẫu đối với sự quan sát vi cấu trúc (bề mặt tấm thép cán nóng).

Như đã nêu trên, bằng cách thiết đặt tất cả hợp phần thành phần; loại, phần

diện tích, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày; và loại và cỡ hạt trung bình của mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày đến các trị số cụ thể trên, tấm thép cán nóng mà thể hiện cường độ chảy là 200 MPa hoặc cao hơn, độ bền kéo là 400 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ chảy thấp là 75% hoặc ít hơn và mà có độ bền nhiệt độ thấp khi năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm -20°C là 27 J hoặc cao hơn có thể thu được. Tấm thép cán nóng như này cực kỳ thích hợp làm vật liệu thô cho ống thép vuông.

Độ dày của tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế không bị giới hạn cụ thể, và là, chẳng hạn, 15 mm hoặc nhiều hơn, tốt hơn là vượt quá 25 mm, và tốt hơn nữa là 28 mm hoặc nhiều hơn. Khi tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp có độ dày vượt quá 25 mm được tạo thành ống thép vuông bằng tạo hình cán nguội theo các kỹ thuật của tài liệu sáng chế 1 đến 3 và kỹ thuật tương tự, tỷ lệ chảy cao và không thỏa đáng là vấn đề. Trong khi đó, tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế có thể đạt được ống thép vuông có tỷ lệ chảy là 90% hoặc ít hơn do việc tăng tỷ lệ chảy được hạn chế ngay cả khi độ dày cực lớn vượt quá 25 mm.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế, mà là phương pháp sản xuất ví dụ tấm thép cán nóng được mô tả ở trên dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế, sẽ được mô tả.

Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế bao gồm thực hiện bước cán nóng cụ thể, bước làm nguội cụ thể, và bước cuộn cụ thể của thép có hợp phần thành phần được mô tả ở trên theo thứ tự này để tạo thành tấm thép cán nóng. Cụ thể, phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế bao gồm thực hiện bước cán nóng, bước làm nguội, và bước cuộn thép theo thứ tự để tạo thành tấm thép cán nóng, mà trong đó: thép có hợp phần thành phần được mô tả ở trên; bước cán nóng bao gồm gia nhiệt thép đến nhiệt độ gia nhiệt từ 1100°C đến 1300°C được theo sau

bởi cán thô thép được gia nhiệt tạo thành ở nhiệt độ kết thúc cán thô từ 1,150°C xuống 950°C và cán tinh ở nhiệt độ bắt đầu cán tinh từ 1100°C xuống 850°C và nhiệt độ kết thúc cán tinh từ 900°C xuống 750°C để tạo thành tấm cán nóng; bước làm nguội là bước làm nguội tấm cán nóng xuống nhiệt độ làm nguội sau cùng là 580°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội mà trong đó tốc độ làm nguội trung bình từ lúc bắt đầu đến hoàn tất việc làm nguội khi nhiệt độ ở trung tâm độ dày là từ 4°C/giây đến 25°C/giây, và bước làm nguội bao gồm một hoặc nhiều bước làm nguội tức thời trong 0,2 giây hoặc nhiều hơn và ít hơn 3,0 giây ở bước làm nguội ban đầu mà tương ứng trong khoảng 10 giây từ lúc bắt đầu làm nguội; và bước cuộn bao gồm việc cuộn ở nhiệt độ cuộn là 580°C hoặc thấp hơn, sau đó làm nguội tức thời. Sau đây, từng bước sẽ được mô tả chi tiết. Trong phần mô tả dưới đây về phương pháp sản xuất, các nhiệt độ là nhiệt độ bề mặt của thép, thanh tấm, tấm cán nóng, tấm thép, và v.v trừ khi được biểu thị khác. Nhiệt độ bề mặt có thể được đo với nhiệt kế bức xạ hoặc thiết bị tương tự. Tốc độ làm nguội trung bình được thiết đặt là $[(\text{nhiệt độ trước khi làm nguội} - \text{nhiệt độ sau khi làm nguội})/]$ trừ khi được biểu thị khác.

Phương pháp sản xuất thép có hợp phần thành phần được mô tả ở trên không bị giới hạn cụ thể và bao gồm sản xuất thép nóng chảy bằng phương pháp tinh luyện thông thường đã được biết đến, như là bằng cách sử dụng lò chuyển, lò điện, và lò nóng chảy chân không, và sản xuất thép nóng chảy đến kích thước mong muốn bằng phương pháp đúc thông thường đã được biết đến, như là đúc liên tục. Thép nóng chảy có thể còn được đưa vào tinh luyện thứ cấp, như là tinh luyện trong lò thùng. Ngoài ra, không có vấn đề gì nếu quá trình đúc/cán thành tấm thời được áp dụng ở thay cho đúc liên tục.

Trong bước cán nóng, thép có hợp phần thành phần được mô tả ở trên được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt từ 1100°C đến 1300°C và sau đó được đưa vào cán thô ở nhiệt độ kết thúc cán thô từ 1150°C xuống 950°C và cán tinh ở nhiệt độ bắt đầu cán tinh (nhiệt độ phía đầu vào cán tinh) từ 1100°C xuống 850°C và nhiệt độ kết thúc cán tinh (nhiệt độ phía đầu ra cán tinh) từ 900°C xuống 750°C để tạo thành tấm

cán nóng.

Nhiệt độ gia nhiệt: 1100°C đến 1300°C

Khi nhiệt độ gia nhiệt của thép thấp hơn 1100°C, độ chống biến dạng của vật liệu được cán tăng quá mức, do đó khiến cho khó cán do tải chịu không đủ và momen xoắn cán không đủ của máy cán thô và máy cán tinh. Trong khi đó, khi nhiệt độ gia nhiệt vượt quá 1,300°C, các hạt tinh thể austenit trở nên thô, do đó khiến cho việc tinh luyện trở nên khó khăn ngay cả khi việc gia công và tái kết tinh các hạt austenit thông qua cán thô và cán tinh được lặp đi lặp lại. Kết quả là, khó có thể đảm bảo cỡ hạt trung bình mong muốn của tấm thép cán nóng. Theo đó, nhiệt độ gia nhiệt của thép là từ 1100°C đến 1300° và giới hạn trên tốt hơn là 1,280°C. Ngoài ra, khi chịu tải và momen xoắn cán của các máy cán là đủ, nhiệt độ gia nhiệt có thể được chọn trong phạm vi 1100°C hoặc thấp hơn và nhiệt độ biến đổi Ar_3 hoặc cao hơn. Độ dày của thép thường có thể là độ dày khoảng từ 200 đến 350 mm và không bị giới hạn cụ thể.

Thép được gia nhiệt sau đó được đưa vào cán thô để tạo thành thanh tấm hoặc dạng tương tự.

Nhiệt độ kết thúc cán thô: 950°C đến 1150°C

Trong thép được gia nhiệt, các hạt austenit được tinh luyện bằng cách cán thô thông qua gia công và sự tái kết tinh. Khi nhiệt độ kết thúc cán thô thấp hơn 950°C, tải chịu và momen xoắn cán của máy cán thô có xu hướng trở nên không đủ. Trong khi đó, khi nhiệt độ kết thúc cán thô cao và vượt quá 1,150°C, các hạt austenit trở nên thô, do đó khiến cho khó có thể đảm bảo cỡ hạt trung bình mong muốn là 20μm hoặc nhỏ hơn ngay khi thông qua cán tinh sau đó. Theo đó, nhiệt độ kết thúc cán thô được giới hạn ở trong phạm vi từ 950°C đến 1150°C. Phạm vi nhiệt độ kết thúc cán thô này có thể đạt được bằng cách điều chỉnh: nhiệt độ gia nhiệt của thép; độ giữ giữa các lần cán thô; độ dày của thép; và v.v. Khi tải chịu và momen xoắn cán của máy cán đủ, giới hạn dưới của nhiệt độ kết thúc cán thô có thể là (nhiệt độ biến đổi $Ar_3 + 100^\circ C$) hoặc cao hơn. Độ dày khi cán thô được hoàn thiện (độ dày của thanh tấm hoặc dạng tương tự) không yêu cầu được giới hạn cụ thể, được đề xuất là tấm

sản phẩm (tấm thép cán nóng) của độ dày sản phẩm mong muốn có thể thu được thông qua cán tinh. Độ dày khoảng từ 32 đến 60 mm là thích hợp.

Tấm thép cán nóng thu được thông qua cán tinh sau đó bằng cách sử dụng máy cán nổi tiếp sau khi cán thô.

Nhiệt độ bắt đầu cán tinh (Nhiệt độ phía đầu vào cán tinh): 1100°C xuống 850°C

Trong cán tinh, việc tinh luyện các hạt austenit (γ) tiến hành thông qua việc cán lặp lại và sự tái kết tinh. Khi nhiệt độ bắt đầu cán tinh (nhiệt độ phía đầu vào cán tinh) thấp, sức căng gia công được đưa vào bằng cách cán có xu hướng duy trì, do đó dễ dàng đạt được việc tinh luyện các hạt γ . Khi nhiệt độ bắt đầu cán tinh (nhiệt độ phía đầu vào cán tinh) thấp hơn 850°C, nguy cơ tạo thành ferit tăng lên vì nhiệt độ ở gần bề mặt tấm thép trở thành nhiệt độ biến đổi Ar_3 hoặc thấp hơn phía trong máy cán tinh. Ferit được tạo thành ban đầu trở thành các hạt ferit được kéo dài theo hướng cán thông qua cán tinh sau đó và gây ra sự suy giảm về khả năng gia công. Trong khi đó, khi nhiệt độ bắt đầu cán tinh (nhiệt độ phía đầu vào cán tinh) cao và vượt quá 1100°C, tác dụng tinh luyện được đề cập ở trên lên các hạt γ bằng cách cán tinh giảm xuống, do đó khiến cho khó có thể đảm bảo cỡ hạt trung bình mong muốn, nghĩa là, cỡ hạt trung bình là 20 μ m hoặc nhỏ hơn, của tấm thép cán nóng. Theo đó, nhiệt độ bắt đầu cán tinh được giới hạn ở trong phạm vi từ 1100°C xuống 850°C. Nhiệt độ bắt đầu cán tinh tốt hơn là 1050°C xuống 850°C.

Nhiệt độ kết thúc cán tinh (Nhiệt độ phía đầu ra cán tinh): 900°C xuống 750°C

Khi nhiệt độ kết thúc cán tinh (nhiệt độ phía đầu ra cán tinh) cao vượt quá 900°C, sức căng gia công được đặt vào trong quá trình cán tinh là không đủ và việc tinh luyện các hạt γ không đạt được. Kết quả là, khó có thể đảm bảo cỡ hạt trung bình mong muốn, nghĩa là, cỡ hạt trung bình là 20 μ m hoặc nhỏ hơn, của tấm thép cán nóng. Trong khi đó, khi nhiệt độ kết thúc cán tinh (nhiệt độ phía đầu ra cán tinh) thấp hơn 750°C, nhiệt độ ở gần bề mặt tấm thép trở thành nhiệt độ biến đổi Ar_3 hoặc thấp hơn bên trong máy cán tinh. Kết quả là, các hạt ferit được kéo dài theo hướng cán được tạo thành và các hạt ferit trở thành các hạt hỗn hợp, do đó làm tăng nguy cơ sự suy giảm về khả năng gia công. Theo đó, nhiệt độ kết thúc cán tinh (nhiệt độ phía

dầu ra cán tinh) được giới hạn ở trong phạm vi từ 900°C xuống 750°C. Giới hạn trên của nhiệt độ kết thúc cán tinh tốt hơn là 850°C.

Bước làm nguội được thực hiện sau khi kết thúc cán tinh.

Trong bước làm nguội, tấm cán nóng thu được thông qua cán tinh được làm nguội xuống nhiệt độ làm nguội sau cùng là 580°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội mà trong đó tốc độ làm nguội trung bình từ lúc bắt đầu đến hoàn tất việc làm nguội (kết thúc làm nguội) khi nhiệt độ ở trung tâm của độ dày là từ 4°C/giây đến 25°C/giây. Việc làm nguội của bước làm nguội được thực hiện, chẳng hạn, nhờ làm nguội bằng nước thông qua việc phun nước từ các vòi phun, như là làm nguội phân tầng, làm nguội bằng cách phun, và làm nguội phun sương; và nhờ làm nguội bằng cách phụt khí thông qua việc phun các khí làm nguội. Ở đây, hoạt động làm nguội tốt hơn là được thực hiện ở trên cả hai mặt của tấm thép (tấm cán nóng) sao cho cả hai mặt của tấm thép được làm nguội dưới các điều kiện giống nhau.

Khi tốc độ làm nguội trung bình ở trung tâm độ dày của tấm thép nhỏ hơn 4°C/giây, tần suất tạo thành các hạt ferit giảm xuống và các hạt tinh thể ferit trở nên thô. Kết quả là, có thể đảm bảo cỡ hạt trung bình mong muốn, nghĩa là, cỡ hạt trung bình ở phần trung tâm của độ dày là 20µm hoặc nhỏ hơn. Trong khi đó, khi tốc độ làm nguội trung bình vượt quá 25°C/giây, sự hình thành peclit được hạn chế và vi cấu trúc bainit trên bắt đầu tạo thành, do đó khiến cho có thể đảm bảo cỡ hạt trung bình mong muốn ở phần trung tâm của độ dày. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình ở trung tâm độ dày là 4°C/giây đến 25°C/giây, và tốt hơn nữa là, giới hạn dưới là 5°C/giây và giới hạn trên là 15°C/giây. Tốc độ làm nguội trung bình ở trung tâm độ dày thu được là [(nhiệt độ ở trung tâm độ dày trước khi làm nguội - nhiệt độ ở trung tâm độ dày sau khi làm nguội)/thời gian làm nguội]. Nhiệt độ ở trung tâm độ dày của tấm thép thu được bằng cách tính phân bố nhiệt độ ở mặt cắt ngang của tấm thép bằng cách phân tích sự truyền nhiệt và hiệu chỉnh kết quả bằng nhiệt độ bề mặt bên trong và bên ngoài thực tế. Khi nhiệt độ làm nguội sau cùng vượt quá 580°C, có thể thỏa mãn cỡ hạt trung bình mong muốn từ 7 đến 20µm ở phần trung tâm của độ dày. Để thu được vi cấu trúc thép mong muốn của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau,

tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ từ 750°C xuống 650°C như nhiệt độ bề mặt của tấm thép tốt hơn là 20°C/giây hoặc nhiều hơn. Ngoài ra, bước làm nguội tốt hơn là được bắt đầu ngay lập tức (trong 5 giây) sau khi kết thúc cán tinh.

Ngoài ra, ở bước làm nguội, việc làm nguội được thực hiện trong đó bao gồm một hoặc nhiều bước làm nguội tức thời trong 0,2 giây hoặc nhiều hơn và ít hơn 3,0 giây ở bước làm nguội ban đầu mà tương ứng với trong 10 giây (trong 10 giây) từ lúc bắt đầu làm nguội, nói cách khác, trong 10 giây từ lúc bắt đầu làm nguội tấm cán nóng. Bước làm nguội tức thời này được thực hiện để hạn chế sự tạo thành vi cấu trúc mactensit hoặc vi cấu trúc bainit trên ở bề mặt phía trước và bề mặt phía sau của tấm. Khi không có bước làm nguội tức thời hoặc bước làm nguội tức thời trong vòng nhỏ hơn 0,2 giây được bao gồm in bước làm nguội ban đầu, mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày trở thành vi cấu trúc mactensit, vi cấu trúc bainit, và/hoặc vi cấu trúc bainit trên, và do vậy, không thể thu được vi cấu trúc ferit một pha hoặc ferit bainit một pha. Trong khi đó, khi bước làm nguội tức thời trong 3,0 giây hoặc nhiều hơn được bao gồm ở bước làm nguội ban đầu, vi cấu trúc được bao gồm ferit và peclit được tạo thành, và kết quả là, không thể đạt được vi cấu trúc thép mong muốn. Theo đó, khoảng thời gian của bước làm nguội tức thời được thực hiện ở bước làm nguội ban đầu, nghĩa là, trong 10 giây từ lúc bắt đầu làm nguội ở bước làm nguội, được giới hạn đến 0,2 giây hoặc nhiều hơn và ít hơn 3,0 giây. Khoảng thời gian của bước làm nguội tức thời tốt hơn là 0,4 đến 2,0 giây. Số lần mà bước làm nguội tức thời được thực hiện trong bước làm nguội ban đầu có thể được xác định một cách thích hợp theo sự bố trí các thiết bị làm nguội, nhiệt độ làm nguội sau cùng, và tương tự, và giới hạn trên không bị giới hạn cụ thể.

Bước cuộn được thực hiện sau khi kết thúc làm nguội.

Bước cuộn bao gồm việc cuộn ở nhiệt độ cuộn là 580°C hoặc thấp hơn, sau đó làm nguội tức thời. Khi nhiệt độ cuộn vượt quá 580°C, sự biến đổi ferit và biến đổi peclit diễn ra sau khi cuộn. Kết quả là, có thể thỏa mãn cỡ hạt trung bình mong muốn ở phần trung tâm của độ dày từ 7 đến 20 μ m. Ngay cả khi nếu nhiệt độ cuộn bị hạ

thấp, không vấn đề xảy ra đối với các tính chất của vật liệu. Tuy nhiên, khi nhiệt độ cuộn thấp hơn 400°C , độ chống biến dạng tăng lên đáng kể, cụ thể trong trường hợp tấm thép dày có độ dày vượt quá 25 mm, không thể cuộn gọn được trong một số trường hợp. Theo đó, nhiệt độ cuộn tốt hơn là được thiết đặt đến 400°C hoặc cao hơn.

Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế thu được bằng cách làm nguội tức thời sau khi cuộn.

Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế được làm từ tấm thép cán nóng được mô tả ở trên dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế như vật liệu thô. Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế thể hiện, theo hướng trục ống, cường độ chảy là 295 MPa hoặc cao hơn, độ bền kéo là 400 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ chảy thấp là 90% hoặc ít hơn và có thể có độ bền nhiệt độ thấp khi năng lượng hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C là 27 J hoặc cao hơn. Ống vuông như này có thể được sử dụng làm chi tiết kết cấu xây dựng, chẳng hạn.

Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế có thể được sản xuất bằng cách tạo hình cán nguội tấm thép cán nóng được mô tả ở trên dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế. Tạo hình cán nguội ở đây có nghĩa là tạo hình với các con lăn ở nhiệt độ phòng mà không sử dụng thiết bị nhiệt hoặc tương tự.

Ống thép vuông được sản xuất, chẳng hạn, bằng cách tạo hình nguội tấm thép cán nóng được cuộn dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế thành hình tròn để chế tạo ống thép tròn thông qua phương pháp tạo hình cán sử dụng các con lăn, và sau đó tạo hình ống thép tròn thành hình vuông thông qua phương pháp tạo hình cán sử dụng các con lăn. Tạo hình cán nguội thành ống thép tròn đưa sức căng gia công lớn vào ống theo hướng trục ống, và do vậy, có vấn đề là tỷ lệ chảy theo hướng trục ống có xu hướng tăng lên và độ bền có xu hướng giảm xuống. Tuy nhiên, ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế, mà được làm từ tấm thép cán nóng được mô tả ở trên dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp của sáng chế như vật liệu thô, giải quyết vấn đề nêu trên, nói cách khác, hạn chế việc tăng tỷ lệ chảy hoặc tương tự, và có thể đạt được tỷ lệ chảy thấp và độ bền nhiệt độ thấp ngay cả khi

độ dày vượt quá 25 mm, chẳng hạn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả theo các ví dụ sáng chế để hiểu rõ hơn. Sáng chế, tuy nhiên, không bị giới hạn trong các ví dụ sáng chế.

Thép nóng chảy được tạo thành bằng cách sử dụng lò chuyển và được tạo thành các phôi tấm (thép: độ dày là 250 mm) mỗi thép có thành phần được thể hiện trong bảng 1 bằng cách đúc liên tục. Mỗi phôi tấm (thép) được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt được thể hiện trong bảng 2, sau đó được đưa vào bước cán nóng, bước làm nguội, và bước cuộn dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 2, sau đó làm nguội tức thời, để tạo thành tấm thép cán nóng có độ dày từ 19 đến 32 mm. Ở đây, bước làm nguội được bắt đầu ngay lập tức (trong 5 giây) sau khi kết thúc cán tinh. Việc làm nguội được thực hiện nhờ làm nguội bằng nước. Bước làm nguội tức thời được thực hiện bằng cách bao gồm vùng làm nguội tức thời mà ở đó việc làm nguội bằng nước không được thực hiện ở bước làm nguội ban đầu, mà tương ứng với khoảng 10 giây từ lúc bắt đầu làm nguội. Độ dày sản phẩm được thể hiện trong bảng 2 là độ dày của tấm cán nóng thu được bằng bước cán nóng, hoặc độ dày của tấm thép cán nóng thu được.

Ngoài ra, mỗi tấm thép cán nóng đã thu được tạo hình cán nguội thành ống thép tròn, và sau đó được tạo hình cán nguội thành ống thép vuông (400 đến 550 mm vuông).

Các mẫu vật được lấy từ mỗi tấm thép cán nóng đã thu được và được đưa vào sự quan sát vi cấu trúc, thử nghiệm độ bền kéo, và thử nghiệm va đập. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sự quan sát vi cấu trúc được thực hiện theo phương pháp được mô tả ở trên: để thu được, đối với phần trung tâm của độ dày, các loại và các phần diện tích của pha sơ cấp và pha thứ cấp, miễn là cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp (được gọi đơn giản là "cỡ hạt trung bình" ở cột "vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày" của bảng 3); và để thu được, đối với bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày, loại và cỡ

hạt trung bình của vi cấu trúc thép. Ở cột "loại" "vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày", các loại vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày được thể hiện theo thứ tự pha sơ cấp và pha thứ cấp từ bên trái. Ở tấm thép số 8, vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày chỉ bao gồm bainit trên. Ngoài ra, vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày là pha hỗn hợp của mactensit và bainit trên trong tấm thép số 9, pha hỗn hợp của ferit và peclit trong tấm thép số 10, và 100% ferit hoặc 100% ferit bainit trong các tấm thép còn lại. Các phương pháp thử nghiệm để thử nghiệm độ bền kéo và thử nghiệm va đập Charpy là như sau.

(1) Thử nghiệm độ bền kéo

Các mẫu vật độ bền kéo số 5 JIS được lấy từ mỗi tấm thép cán nóng đã thu sao cho hướng kéo tương ứng với hướng cán và được đưa vào thử nghiệm độ bền kéo theo JIS Z 2241 để đo cường độ chảy YS và độ bền kéo TS và để tính tỷ lệ chảy YR (%) được xác định là $(\text{cường độ chảy})/(\text{độ bền kéo}) \times 100 (\%)$.

(2) Thử nghiệm va đập Charpy

Các mẫu vật khắc chữ V được lấy từ vị trí độ dày $1/2t$ của mỗi tấm thép cán nóng đã thu sao cho hướng dọc của các mẫu vật trở nên vuông góc với hướng cán, và được đưa vào thử nghiệm va đập Charpy theo JIS Z 2242 ở nhiệt độ thử nghiệm - 20°C để thu năng lượng hấp thụ (J). Ba mẫu vật được lấy từ mỗi tấm thép và được tính trung bình.

Ngoài ra, các mẫu vật được lấy từ phần phẳng của mỗi ống thép vuông đã thu, được đưa vào thử nghiệm độ bền kéo và thử nghiệm va đập Charpy, và được đánh giá tỷ lệ chảy và độ bền. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3. Các phương pháp thử nghiệm như sau.

(3) Thử nghiệm độ bền kéo cho các ống thép vuông

Mẫu thử nghiệm độ bền kéo số 5 JIS được lấy từ phần phẳng của mỗi ống thép vuông đã thu sao cho hướng kéo tương ứng với ống hướng dọc, và được đưa vào thử nghiệm độ bền kéo theo JIS Z 2241 để đo cường độ chảy YS và độ bền kéo TS và để tính tỷ lệ chảy YR (%) được xác định như $(\text{cường độ chảy})/(\text{độ bền kéo}) \times 100 (\%)$.

(4) Thử nghiệm va đập cho các ống thép vuông

Các mẫu vật khắc chữ V được lấy từ vị trí độ dày $1/4t$ của phần phẳng của ống thép vuông đã thu sao cho hướng dọc của mẫu vật tương ứng với hướng chu vi ống, và được đưa vào thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm 0°C theo JIS Z 2242 để thu năng lượng hấp thụ (J). Trung bình của ba mẫu vật được tính.

Bảng 1

Thép số	Hợp phần hóa học (theo % khối lượng)									Ghi chú
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb, Ti, V	B	
A	0,16	0,02	0,8	0,018	0,002	0,03	0,004	-	-	Ví dụ sáng chế
B	0,09	0,01	1,4	0,019	0,003	0,03	0,004	-	-	Ví dụ sáng chế
C	0,15	0,20	0,4	0,019	0,003	0,03	0,004	-	-	Ví dụ sáng chế
D	0,11	0,02	1,0	0,016	0,003	0,04	0,004	-	-	Ví dụ sáng chế
E	0,06	0,16	1,4	0,019	0,002	0,04	0,003	-	-	Ví dụ so sánh
F	0,16	0,03	0,1	0,022	0,003	0,03	0,004	-	-	Ví dụ so sánh
G	0,12	0,02	0,8	0,018	0,003	0,03	0,003	Nb:0,01	-	Ví dụ sáng chế
H	0,15	0,01	0,6	0,016	0,002	0,04	0,003	Ti:0,02	-	Ví dụ sáng chế
I	0,16	0,01	0,5	0,015	0,003	0,04	0,002	V:0,03	-	Ví dụ sáng chế
J	0,16	0,01	0,8	0,017	0,003	0,03	0,003	-	B:0,0004	Ví dụ sáng chế
K	0,12	0,02	1,0	0,019	0,004	0,04	0,003	-	-	Ví dụ sáng chế
L	0,16	0,02	0,5	0,018	0,003	0,03	0,004	Nb:0,04	-	Ví dụ sáng chế

Bảng 2

Tấm thép số	Thép số	Bước cán nóng				Độ dày sản phẩm (mm)	Bước làm nguội					Bước cuộn	Ghi chú
		Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán thô (°C)	Độ dày thanh tấm (mm)	Nhiệt độ bắt đầu cán tinh (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán tinh (°C)	Nhiệt độ bắt đầu làm nguội (°C)	Số lần của bước làm nguội tức thời	Khoảng thời gian của bước làm nguội tức thời (giây)	Tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây)	Nhiệt độ hoàn tất làm nguội (°C)		
1	A	1200	990	42	950	780	770	1	2,0	10	440	420	Ví dụ sáng chế
2	A	1180	1000	54	940	780	775	1	1,5	13	550	530	Ví dụ sáng chế
3	A	1200	1020	58	960	780	770	9	0,4	22	540	520	Ví dụ sáng chế
4	A	1350	1160	54	1120	900	895	2	1,2	10	540	520	Ví dụ so sánh
5	A	1250	1150	54	1100	950	940	2	1,0	12	590	570	Ví dụ so sánh
6	A	1200	1010	54	950	790	780	1	1,5	15	640	620	Ví dụ so sánh
7	A	1250	1090	54	1050	890	885	1	2,0	2	560	540	Ví dụ so sánh
8	A	1200	1000	42	950	780	770	15	0,2	30	510	490	Ví dụ so sánh
9	A	1200	1000	54	950	780	770	5	0,1	25	570	550	Ví dụ so sánh
10	A	1200	1000	42	950	780	775	1	5,0	15	570	550	Ví dụ so sánh
11	B	1250	970	58	920	780	770	1	1,5	13	520	500	Ví dụ sáng chế
12	C	1150	980	58	930	780	775	2	1,0	10	520	500	Ví dụ sáng chế
13	D	1120	1000	58	950	800	790	2	1,2	8	540	520	Ví dụ sáng chế
14	E	1200	1000	58	950	780	770	1	1,8	9	520	500	Ví dụ so sánh
15	F	1200	1010	58	960	780	770	2	1,6	10	520	500	Ví dụ so sánh
16	G	1200	1010	45	960	780	775	2	1,5	8	580	560	Ví dụ sáng chế
17	H	1200	1000	45	950	780	770	1	1,9	10	540	520	Ví dụ sáng chế
18	I	1220	1000	48	950	780	775	1	2,5	9	580	570	Ví dụ sáng chế
19	J	1210	990	48	940	820	810	1	2,2	10	540	520	Ví dụ sáng chế
20	K	1190	980	54	930	780	775	2	1,2	10	560	540	Ví dụ sáng chế
21	L	1180	990	54	940	780	775	2	1,0	14	540	520	Ví dụ sáng chế

Bảng 3

Tám thép số	Tám thép cán nóng					Ống thép vuông					Ghi chú										
	Vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày			Các đặc tính kéo		Độ bền vE-20°C (J)	Độ dày sản phẩm (mm)	Chiều dài của mỗi bên (mm)	Vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày			Các đặc tính kéo			Độ bền vE 0°C (J)						
	Loại*1	Cỡ hạt trung bình (μm)	Phần diện tích của pha thứ cấp (%)	Loại*1	Cỡ hạt trung bình (μm)				Phần diện tích của pha thứ cấp (%)	Loại*1		Cỡ hạt trung bình (μm)	Giới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)		Tỷ lệ chảy (%)					
1 A	F+P	8	14	F	6	289	445	65	210	19	400	F+P	8	16	F	5	322	453	71	215	Ví dụ sáng chế
2 A	F+P	13	15	BF	5	304	454	67	224	28	500	F+P	12	14	BF	5	364	461	79	242	Ví dụ sáng chế
3 A	F+P	12	15	BF	3	305	455	67	219	32	550	F+P	12	14	BF	3	389	469	83	254	Ví dụ sáng chế
4 A	F+P	24	16	BF	4	280	437	64	7	19	500	F+P	24	17	BF	4	323	449	72	6	Ví dụ so sánh
5 A	F+P	21	15	BF	4	293	444	66	9	19	450	F+P	21	15	BF	4	322	447	72	7	Ví dụ so sánh
6 A	F+P	23	15	BF	4	279	443	63	13	19	400	F+P	23	15	BF	4	324	456	71	10	Ví dụ so sánh
7 A	F+P	22	15	F	5	252	435	58	10	28	500	F+P	22	14	F	6	361	451	80	10	Ví dụ so sánh
8 A	UB	25	0	BF	3	375	452	83	175	25	500	UB	25	0	BF	3	431	468	92	219	Ví dụ so sánh
9 A	F+P	18	14	M+UB	15	279	443	63	219	28	550	F+P	18	14	M+UB	15	428	460	93	200	Ví dụ so sánh
10 A	F+P	16	14	F+P	12	276	445	62	215	25	550	F+P	17	15	F+P	12	410	451	91	247	Ví dụ so sánh
11 B	F+P	10	11	BF	4	326	509	64	219	32	550	F+P	10	11	BF	4	438	521	84	239	Ví dụ sáng chế
12 C	F+P	10	15	BF	4	276	431	64	181	32	500	F+P	10	16	BF	5	364	439	83	213	Ví dụ sáng chế
13 D	F+P	12	12	BF	4	272	432	63	181	32	500	F+P	13	13	BF	4	360	434	83	231	Ví dụ sáng chế
14 E	F+P	9	7	F	5	281	380	74	214	32	550	F+P	9	7	F	5	357	392	91	222	Ví dụ so sánh
15 F	F+P	24	15	BF	4	274	422	65	3	32	550	F+P	24	14	BF	4	357	430	83	16	Ví dụ so sánh
16 G	F+P	10	13	BF	6	296	462	64	200	28	450	F+P	10	13	BF	6	378	472	80	259	Ví dụ sáng chế
17 H	F+P	12	18	F	5	268	432	62	198	19	400	F+P	11	17	F	4	317	440	72	228	Ví dụ sáng chế
18 I	F+P	14	15	F	4	274	435	63	224	22	450	F+P	14	15	F	4	316	439	72	232	Ví dụ sáng chế
19 J	F+P	13	15	BF	18	273	427	64	224	25	400	F+P	13	16	BF	18	323	442	73	200	Ví dụ sáng chế
20 K	F+P	15	11	BF	6	325	465	70	211	26	450	F+P	14	11	BF	6	391	477	82	228	Ví dụ sáng chế
21 L	F+P	15	12	BF	5	396	528	75	216	27	400	F+P	13	12	BF	5	465	535	87	235	Ví dụ sáng chế

*1) F: ferrit, P: pearlite, UB: bainit trên. BF: ferrit bainit. M: martensit

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, có hợp phần thành phần bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,07 đến 0,20%,

Mn: 0,3 đến 2,0%,

P: 0,03% hoặc ít hơn,

S: 0,015% hoặc ít hơn,

Al: 0,01 đến 0,06%, và

N: 0,006% hoặc ít hơn,

với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó:

vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày bao gồm pha ferit sơ cấp và phần diện tích từ 8 đến 20% của pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit giả, và bainit trên, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp là từ 7 đến 20 μ m; và

mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày bao gồm một pha ferit hoặc một pha ferit bainit và có cỡ hạt trung bình là từ 2 đến 20 μ m.

2. Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm 1, trong đó hợp phần thành phần còn chứa, theo % khối lượng, Si: nhỏ hơn 0,4%.

3. Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó hợp phần thành phần còn chứa, theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ Nb: 0,04% hoặc ít hơn, Ti: 0,02% hoặc ít hơn, và V: 0,10% hoặc ít hơn.

4. Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hợp phần thành phần còn chứa, theo % khối lượng, B: 0,008% hoặc ít hơn.

5. Tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó độ dày vượt quá 25 mm.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy

thấp, bao gồm việc thực hiện bước cán nóng, bước làm nguội, và bước cuộn thép theo thứ tự này để tạo thành tấm thép cán nóng, trong đó:

thép có hợp phần thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4;

bước cán nóng bao gồm gia nhiệt thép đến nhiệt độ gia nhiệt từ 1100°C đến 1300°C, cán thô thép được gia nhiệt tạo thành ở nhiệt độ kết thúc cán thô từ 1150°C xuống 950°C, và cán tinh ở nhiệt độ bắt đầu cán tinh từ 1100°C xuống 850°C và nhiệt độ kết thúc cán tinh từ 900°C xuống 750°C để tạo thành tấm cán nóng;

bước làm nguội là bước làm nguội tấm cán nóng đến nhiệt độ làm nguội sau cùng là 580°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội mà trong đó tốc độ làm nguội trung bình từ lúc bắt đầu đến hoàn tất việc làm nguội khi nhiệt độ ở trung tâm độ dày là từ 4°C/giây đến 25°C/giây, và bước làm nguội bao gồm một hoặc nhiều bước làm nguội tức thời trong 0,2 giây hoặc nhiều hơn và ít hơn 3,0 giây trong bước làm nguội ban đầu mà tương ứng với trong 10 giây từ lúc bắt đầu làm nguội; và

bước cuộn bao gồm cuộn tấm cán nóng sau bước làm nguội ở nhiệt độ cuộn là 580°C hoặc thấp hơn, sau đó làm nguội tức thời.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm 6, trong đó độ dày của tấm thép cán nóng vượt quá 25 mm.

8. Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, trong đó tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 là vật liệu thô.

9. Phương pháp sản xuất ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp, bao gồm việc tạo hình cán nguội của tấm thép cán nóng thu được bằng phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng dùng làm ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp theo điểm 6 hoặc 7.

10. Ống thép vuông tỷ lệ chảy thấp có hợp phần thành phần bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,07 đến 0,20%,

Mn: 0,3 đến 2,0%,

P: 0,03% hoặc ít hơn,

S: 0,015% hoặc ít hơn,

Al: 0,01 đến 0,06%, và

N: 0,006% hoặc ít hơn,

với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó:

vi cấu trúc thép ở phần trung tâm của độ dày bao gồm pha ferit sơ cấp và phần diện tích từ 8 đến 20% của pha thứ cấp được bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, peclit già, và bainit trên, và cỡ hạt trung bình của vi cấu trúc thép bao gồm pha sơ cấp và pha thứ cấp là 7 đến 20 μ m; và

mỗi vi cấu trúc thép của bề mặt phía trước và bề mặt phía sau theo hướng chiều dày bao gồm một pha ferit hoặc một pha ferit bainit và có cỡ hạt trung bình là từ 2 đến 20 μ m.