



(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)



1-0033886

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/60

(13) B

(21) 1-2018-00406

(22) 29/06/2016

(86) PCT/JP2016/069344 29/06/2016

(87) WO 2017/002883 A1 05/01/2017

(30) 2015-131207 30/06/2015 JP; 2015-131206 30/06/2015 JP

(45) 25/11/2022 416

(43) 26/03/2018 360A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

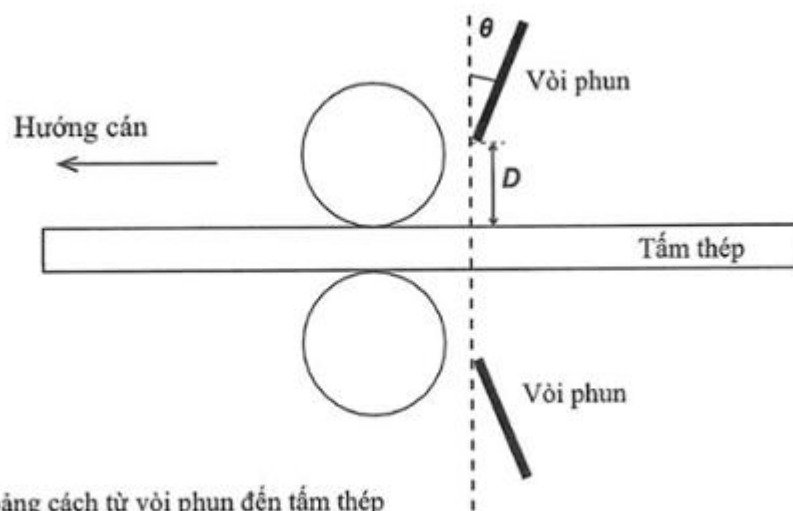
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) YOKOYAMA, Takafumi (JP); KAWATA, Hiroyuki (JP); OKAMOTO, Riki (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI, TẤM THÉP MẠ KẼM NHÚNG NÓNG VÀ TẤM THÉP MẠ KẼM NUNG

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền cao có thành phần hóa học theo % khối lượng bao gồm C: nằm trong khoảng từ 0,050 đến 0,40%, Si: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,0%, Mn: nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0%, sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%, Ti: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%, B: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,010%, P: 0,1% hoặc thấp hơn, S: 0,01% hoặc thấp hơn, O: 0,1% hoặc thấp hơn, N: 0,01% hoặc thấp hơn, Cr: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%, Mo: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%, Ni: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%, Cu: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%, Sn: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, Nb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,20% V: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, W: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, Ca: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, Mg: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, Bi: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, Sb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,10%, Zr: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, và REM (kim loại đất hiếm-rare earth metal): nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, còn lại là Fe và các tạp chất, và thỏa mãn các công thức $[\text{sol. Bs/B} \leq 0,50]$ và $[\text{sol. Bq/B} > 0,50]$ (trong đó, B là lượng B trong thép; sol. Bs: là lượng B tan được trong phần lớp bề mặt của thép; và sol. Bq: là lượng B tan được bên trong thép). Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao.



D : Khoảng cách từ vòi phun đến tấm thép

θ : Góc hợp bởi vòi phun và hướng chiều dày tấm của tấm thép

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền cao, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, xét về sự tuân thủ các quy định về sự phát thải khí nhà kính mà gắn liền với các biện pháp giảm thiểu hiện tượng ấm lên toàn cầu thì việc giảm trọng lượng của thân xe ô tô đang được nghiên cứu nhằm mục đích cải thiện mức tiêu thụ nhiên liệu của xe ô tô. Ngoài ra, do việc giảm trọng lượng xe ô tô cũng cần thiết để đảm bảo sự an toàn khi va chạm nên việc áp dụng các tấm thép có độ bền cao đang gia tăng. Cụ thể, ngày càng có nhu cầu gia tăng đối với tấm thép có độ bền cực cao mà có độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn, tốt hơn là 1180 MPa hoặc cao hơn. Ngoài ra còn có nhu cầu đối với tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cực cao mà bề mặt của nó đã được trải qua quá trình mạ kẽm nhúng nóng để sử dụng tại các vùng ở thân ô tô mà đòi hỏi có các đặc tính chống gỉ.

Một trong những phương pháp để tạo ra phương tiện hoặc chi tiết của ô tô mà sử dụng các tấm thép có độ bền cao như vậy là phương pháp uốn cong như tạo hình bằng cách ép. Nhìn chung, khả năng uốn cong có xu hướng giảm xuống khi độ bền của tấm thép tăng. Theo đó đã có vấn đề là khi tấm thép có độ bền cao được trải qua quá trình uốn thì các đường nứt (vết nứt) xuất hiện bên trong tấm thép ở phần bị biến dạng.

Đã biết (a) mức độ khó để sự co thắt xuất hiện, và (b) mức độ khó để sự nứt gãy (khe nứt) xuất hiện bên trong tấm thép là quan trọng như các yếu tố mà chi phối khả năng uốn cong của tấm thép có độ bền cao. Xét thấy rằng, điều này là do ở tấm thép mà có mức độ giãn dài thấp thì sự co thắt xuất hiện trong quá trình uốn và sự biến dạng bị cục bộ hóa, và do đó khả năng uốn cong giảm xuống.

Trong quá trình uốn tấm thép, biến dạng kéo lớn theo hướng chu vi xuất hiện tại phần lớp bề mặt của bề mặt ngoại vi bên ngoài bị cong, và biến dạng nén lớn xuất hiện tại phần lớp bề mặt của bề mặt ngoại vi bên trong bị uốn. Theo đó,

khả năng uốn cong của tấm thép có độ bền cực cao bị hư hỏng đáng kể không chỉ bởi tổ chức tế vi của thép bên trong tấm thép mà còn bởi tổ chức tế vi của thép của phần lớp bề mặt của tấm thép. Cụ thể, đã biết là bằng cách làm cho phần lớp bề mặt tấm thép trở thành lớp mềm thì sự cục bộ hóa biến dạng mà xảy ra ở bề mặt tấm thép trong quá trình uốn được giảm bớt và khả năng uốn được cải thiện. Các tài liệu sáng chế từ 1 đến 4 mà được mô tả dưới đây bộc lộ sáng chế mà trong đó giải pháp kỹ thuật nêu trên được áp dụng để cải thiện khả năng uốn cong của tấm thép có độ bền cực cao.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ giải pháp kỹ thuật liên quan đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng hoặc tấm thép mạ kẽm nung có độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn trong đó khả năng uốn cong được cải thiện bằng cách hòa tan Zn trong phần lớp bề mặt của tấm thép và làm mềm phần lớp bề mặt của tấm thép và ngoài ra còn làm cho cấu trúc vi kim loại mà cấu thành tấm thép có tổ chức tế vi chủ yếu bao gồm mactenxit và bainit.

Các tài liệu sáng chế 2 và 3 bộc lộ giải pháp kỹ thuật liên quan đến tấm thép cán nguội có độ bền cực cao bằng cách điều chỉnh khí quyển trong khi ủ liên tục thành khí quyển oxi hóa làm cho lớp khử cacbon tạo ra trên lớp ngoài cùng của tấm thép, cải thiện khả năng uốn cong bằng cách tạo ra một cách riêng rẽ lớp mềm mà chủ yếu bao gồm ferit làm lớp ngoài cùng và lớp cứng mà chủ yếu bao gồm mactenxit và bainit làm lớp bên trong.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ giải pháp kỹ thuật liên quan đến tấm thép cán nguội có độ bền cao mà sau khi gia nhiệt tấm thép thì tiến hành phun nước lên bề mặt để làm nguội phần lớp bề mặt và sau đó làm mát đồng nhất từ lớp ngoài cùng của tấm thép vào phía bên trong để theo đó làm thay đổi các phương thức làm mát cho phần lớp bề mặt và phần bên trong của tấm thép và tạo ra một cách riêng rẽ lớp mềm mà chủ yếu bao gồm ferite trong lớp ngoài cùng và lớp cứng mà chủ yếu bao gồm pha chuyển đổi ở nhiệt độ thấp trong lớp bên trong để nhờ đó cải thiện khả năng uốn.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP2014-237887A

Tài liệu sáng chế 2: JP10-130782A

Tài liệu sáng chế 3: JP5-195149A

Tài liệu sáng chế 4: JP2005-273002A

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: Tetsu-to-Hagane (sắt và thép), vol. 74, 1988, p. 2353

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Như được mô tả nêu trên, từ trước đến nay các nỗ lực đã được thực hiện để cải thiện khả năng uốn bằng cách kiểm soát độ cứng và tổ chức tế vi lớp ngoài cùng tương ứng của tấm thép và lớp bên trong của tấm thép.

Tuy nhiên, theo giải pháp kỹ thuật mà được nêu trong Tài liệu sáng chế 1, để làm cho Zn tan trong phần lớp bề mặt của tấm thép thì cần phải làm cho nhiệt độ gia nhiệt khi ủ ở nhiệt độ cao là điểm $A_{c3} + 50^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn. Điều này không được ưu tiên vì nó thúc đẩy sự xuất hiện của sự hư hỏng đối với thân lò của lò ủ liên tục.

Hơn nữa, theo giải pháp kỹ thuật mà được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 2 và 3, khí quyển trong khi ủ được tạo thành khí quyển oxi hóa nhằm mục đích khử cacbon, và lớp oxi hóa bên trong của nguyên tố ủ như Mn và Si được tạo ra trong lớp ngoài cùng của tấm thép. Do sự tồn tại của lớp oxi hóa bên trong nên trong một số trường hợp độ bền mỏi giảm đáng kể, và do đó khả năng cải thiện vẫn còn.

Ngoài ra, theo giải pháp kỹ thuật mà được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 4, do cần phải tiến hành phun nước lên bề mặt của bộ phận đúc nên khó áp dụng giải pháp kỹ thuật này để xử lý gia nhiệt trên đối với phương pháp mạ kẽm nhúng nóng.

Như được mô tả nêu trên, các nghiên cứu và phát triển đã được thực hiện nhằm mục đích cải thiện khả năng uốn bởi các giải pháp kỹ thuật khác nhau đối với các tấm thép có độ bền cao. Tuy nhiên, giải pháp kỹ thuật mà duy trì độ bền trong khi có cải thiện khả năng uốn cong vẫn chưa thành công, và ngoài ra, khi khả năng uốn cong của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao còn được đưa ra xem xét thì các nghiên cứu mà được thực hiện ở các giải pháp kỹ thuật thông

thường là không thỏa đáng.

Mục đích của sáng chế là nhằm khắc phục các vấn đề nêu trên và đề xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao mà có khả năng uốn vượt trội.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế được thực hiện để giải quyết vấn đề nêu trên, và đối tượng của sáng chế là tấm thép cán nguội có độ bền cao, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, và tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao mà được mô tả sau đây.

(1) Tấm thép cán nguội có độ bền cao, có thành phần hóa học theo % khối lượng bao gồm:

C: nằm trong khoảng từ 0,050 đến 0,40%,

Si: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,0%,

Mn: nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0%,

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Ti: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%,

B: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,010%,

P: 0,1% hoặc thấp hơn,

S: 0,01% hoặc thấp hơn,

O: 0,1% hoặc thấp hơn,

N: 0,01% hoặc thấp hơn,

Cr: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Mo: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Ni: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Cu: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%,

Nb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,20%

V: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%,

W: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%,

Ca: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

Mg: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

Bi: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,10%,

Zr: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

REM (kim loại đất hiếm- rare earth metal): nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, và

còn lại là: Fe và các tạp chất,

và thỏa mãn công thức (i) và công thức(ii) dưới đây:

sol. $B_s/B \leq 0,50,..$ (i)

sol. $B_q/B > 0,50,..$ (ii)

trong đó, ý nghĩa của mỗi ký hiệu trong các công thức trên như sau:

B: Hàm lượng B (% theo khối lượng) mà được chứa trong tấm thép;

sol. B_s : Hàm lượng B (% theo khối lượng) là dung dịch rắn tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép; và

sol. B_q : Hàm lượng B (% theo khối lượng) là dung dịch rắn ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép.

(2) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo (1), trong đó hợp phần hóa học theo % khối lượng bao gồm một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ:

Cr: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Mo: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Ni: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Cu: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%, và

Sn: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,50%.

(3) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo (1) hoặc (2), trong đó hợp phần hóa học theo % khối lượng bao gồm một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ:

Nb: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,20%,

V: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,50%, và

W: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,50%.

(4) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) trong đó hợp phần hóa học theo % khối lượng bao gồm một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ:

Ca: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%,

Mg: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%,

Bi: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,10%,

Zr: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%, và

REM: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%.

(5) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), trong đó:

tổ chức tế vi của thép tại vị trí tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 10 đến 95%, và

còn lại là: một hoặc nhiều hơn các loại được chọn từ mactenxit, bainit và auxtenit được giữ lại,

với tỷ lệ của mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn; và

tổ chức tế vi của thép ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: 60% hoặc thấp hơn, và

còn lại là: một hoặc nhiều hơn các loại được chọn từ mactenxit, bainit và auxtenit được giữ lại,

với tỷ lệ của mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn.

(6) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo (5), trong đó:

tổ chức tế vi của thép tại vị trí mà tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm

của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: 30 đến 95%; và

tổ chức tế vi của thép tại vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 10 đến 60%.

(7) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo (5), trong đó:

tổ chức tế vi của thép tại vị trí mà tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 10 đến 80%, và

tổ chức tế vi của thép tại vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: 20% hoặc thấp hơn,

mactenxit: 50% hoặc cao hơn,

bainit: 40% hoặc thấp hơn, và

auxtenit được giữ lại: 20% hoặc thấp hơn.

(8) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo (6), trong đó:

độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 2,5 hoặc thấp hơn.

(9) Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo (7), trong đó:

độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 3,5 hoặc thấp hơn.

(10) tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao mà có lớp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép cán nguội có độ bền cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (9).

(11) tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao mà có lớp mạ kẽm nung trên bề mặt của tấm thép cán nguội có độ bền cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (9).

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội có độ bền cao, tấm thép mạ kẽm nhúng

nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao mà có khả năng uốn vượt trội có thể thu được.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mô tả mối quan hệ vị trí giữa vòi phun và tấm thép trong quá trình tẩy gỉ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu để thu được tấm thép cán nguội có độ bền cao mà có khả năng uốn vượt trội. Kết quả là, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng khả năng uốn cong của tấm thép có thể được cải thiện mà không làm giảm độ bền của tấm thép bằng cách kiểm soát B mà là nguyên tố có khả năng làm cứng, có mặt chủ yếu ở trạng thái kết tủa trong phần lớp bề mặt của tấm thép và chủ yếu ở dạng dung dịch rắn ở bên trong của tấm thép.

Cụ thể là, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng có thể ngăn chặn sự xuất hiện của sự làm giảm độ bền và cải thiện khả năng uốn cong bằng cách làm cho tỷ lệ giữa lượng B mà là dung dịch rắn và tổng lượng B mà được chứa trong thép là 0,50 hoặc thấp hơn tính từ bề mặt thép xuống chiều sâu 30 μm (trong phần mô tả sau đây, diện tích này còn được gọi là "phần lớp bề mặt"), và làm cho tỷ lệ được mô tả nêu trên cao hơn 0,50 ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép (trong phần mô tả sau đây, vị trí này còn được gọi là "bên trong").

Các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng để kiểm soát trạng thái có mặt của B để thỏa mãn các điều kiện nêu trên thì hiệu quả là làm cho chiều dày lớp gỉ ngay sau khi quấn cuộn cán nóng mà có chiều dày bên trong ở phạm vi trước và điều chỉnh các điều kiện làm nguội sau khi quấn cuộn cuộn được cán nóng.

Sáng chế đã được thực hiện dựa trên các phát hiện nêu trên. Các yêu cầu tương ứng của sáng chế được mô tả chi tiết sau đây.

(A) Thành phần hóa học

Các lý do để giới hạn mỗi nguyên tố như sau. Lưu ý rằng, ký hiệu "%" đối với hàm lượng trong phần mô tả sau đây là "phần trăm theo khối lượng".

C: nằm trong khoảng từ 0,050 đến 0,40%

C (cacbon) là nguyên tố thiết yếu để tạo ra tấm thép có độ bền cao. Mặt

khác, nếu lượng C dư được chứa thì sẽ làm cho khả năng uốn, khả năng tạo hình bằng cách ép và khả năng hàn giảm xuống. Theo đó, hàm lượng C được nằm trong khoảng từ 0,050 đến 0,40%. Xét về việc làm tăng độ bền, tốt hơn là hàm lượng C là 0,080% hoặc cao hơn. Hơn nữa, xét về việc ngăn chặn sự làm giảm khả năng tạo hình bằng cách ép và khả năng hàn, tốt hơn, hàm lượng C là 0,25% hoặc thấp hơn.

Si: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,0%

Si (silic) là nguyên tố tạo độ bền cho dung dịch rắn, và là nguyên tố hiệu quả để tạo ra tấm thép có độ bền cao. Mặt khác, nếu lượng Si dư được chứa, không những làm cho khả năng xử lý hóa học của tấm thép và khả năng thấm ướt đối với quá trình mạ kẽm nhúng nóng bị giảm xuống đến mức đáng quan tâm mà còn làm cho khả năng uốn cong giảm xuống. Theo đó, hàm lượng Si được nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3,0%. Xét về việc làm tăng độ bền, tốt hơn là hàm lượng Si là 0,10% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 0,20% hoặc cao hơn. Hơn nữa, xét về việc ngăn chặn sự làm giảm khả năng xử lý hóa học và khả năng thấm ướt đối với quá trình mạ kẽm nhúng nóng thì tốt hơn là hàm lượng Si được là 2,0% hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 1,50% hoặc thấp hơn.

Mn: nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0%

Mn (mangan) là nguyên tố ổn định austenit mạnh và là nguyên tố hiệu quả để cải thiện khả năng thấm tôi của tấm thép. Mặt khác, nếu lượng Mn được chứa dư thì sẽ làm cho khả năng uốn, khả năng hàn và độ dai ở nhiệt độ thấp giảm xuống. Theo đó, hàm lượng Mn được nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0%. Xét về việc nâng cao khả năng thấm tôi, tốt hơn là hàm lượng Mn là 1,5% hoặc cao hơn. Hơn nữa, xét về việc ngăn chặn sự làm giảm khả năng hàn và độ dai ở nhiệt độ thấp, tốt hơn là hàm lượng Mn là 3,0% hoặc thấp hơn.

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%

Al (nhôm) được chứa với lượng tối thiểu là 0,001% để khử oxi của thép. Tuy nhiên, nếu Al được chứa với lượng dư thì hiệu quả này bị bão hòa, và lượng dư này không chỉ làm tăng chi phí sản xuất mà còn làm tăng nhiệt độ chuyển đổi của thép và làm tăng tải trọng trong quá trình cán nóng. Theo đó, hàm lượng sol. Al là 1,0% hoặc thấp hơn. Tốt hơn, hàm lượng sol. Al là 0,005% hoặc cao hơn, và tốt hơn là 0,5% hoặc thấp hơn.

Ti: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%

Ti (titan) cố định N dưới dạng TiN trong thép nhờ đó ngăn chặn sự hình thành của BN mà là nhân tố làm giảm khả năng thấm tôi. Hơn nữa, Ti lọc cỡ hạt auxtenit trong khi gia nhiệt để nâng cao độ dẻo dai. Mặt khác, nếu Ti được chứa với lượng dư thì khả năng rèn của tấm thép giảm. Theo đó, hàm lượng Ti được nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%. Hàm lượng Ti tốt hơn là 0,010% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 0,050% hoặc thấp hơn.

B: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,010%

B (boron) cô lập tại các biên hạt auxtenit hoặc các biên hạtferit/auxtenit khi gia nhiệt tấm thép và ổn định các biên hạt theo đó nâng cao khả năng thấm tôi của thép, và do đó B là nguyên tố thiết yếu theo sáng chế. Mặt khác, nếu lượng B được chứa dư thì sẽ làm mất đi khả năng thấm tôi của thép do hình thành các hợp chất borua. Theo đó, hàm lượng B được nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,010%. Hàm lượng B tốt hơn là 0,0010% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 0,0050% hoặc thấp hơn.

P: 0,1% hoặc thấp hơn

P (phospho) là nguyên tố tạo độ bền cho dung dịch rắn, và là nguyên tố hiệu quả để nâng cao độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, nếu lượng P được chứa dư thì khả năng hàn và tính bền dẻo bị làm giảm xuống. Theo đó, hàm lượng P là 0,1% hoặc thấp hơn. Tốt hơn nữa là, hàm lượng P là 0,05% hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng P giảm quá thì cần chi phí khử phospho cao, và do đó xét về hiệu quả kinh tế tốt hơn là làm cho giới hạn dưới là 0,001%.

S: 0,01% hoặc thấp hơn

S (lưu huỳnh) là nguyên tố mà được chứa dưới dạng tạp chất, và tạo ra MnS trong thép và làm giảm tính bền dẻo và khả năng mở rộng lỗ. Theo đó, ở phạm vi mà không gây ra sự làm giảm đáng lưu ý về tính bền dẻo và khả năng mở rộng lỗ thì hàm lượng S là 0,01% hoặc thấp hơn. Hàm lượng S tốt hơn là 0,005% hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 0,002% hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, do chi phí khử lưu huỳnh sẽ cần là cao nếu hàm lượng S giảm quá, xét về hiệu quả kinh tế thì tốt hơn giới hạn dưới là 0,0005%.

O: 0,1% hoặc thấp hơn

O (oxy) là nguyên tố mà được chứa dưới dạng tạp chất. Nếu hàm lượng O

cao hơn 0,1% thì O tạo ra các oxit thô trong thép và làm giảm khả năng uốn và khả năng mở rộng lỗ. Theo đó, hàm lượng O là 0,1% hoặc thấp hơn. Hàm lượng O tốt hơn là 0,01% hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 0,005% hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, xét về chi phí sản xuất, giới hạn dưới của hàm lượng O tốt hơn là 0,0001%.

N: 0,01% hoặc thấp hơn

N (nitơ) là nguyên tố mà được chứa dưới dạng tạp chất. Nếu hàm lượng N cao hơn 0,01% thì N tạo ra nitrat hóa thô trong thép và làm giảm khả năng uốn và khả năng mở rộng lỗ. Theo đó, hàm lượng N là 0,01% hoặc thấp hơn. Hàm lượng N tốt hơn là 0,005% hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng N giảm quá thì chi phí khử nitơ sẽ cần là cao, và do đó xét về hiệu quả kinh tế giới hạn dưới tốt hơn là 0,0005%.

Ngoài các nguyên tố được mô tả nêu trên, tấm thép có độ bền cao theo sáng chế có thể chứa một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ Cr, Mo, Ni, Cu, Sn, Nb, V, W, Ca, Mg, Bi, Sb, Zr và REM với lượng được mô tả sau đây.

Cr: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%

Mo: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%

Ni: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%

Cu: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%

Sn: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%

Cr (crôm), Mo (molypden), Ni (niken), Cu (đồng) và Sn (thiếc) là các nguyên tố có hiệu quả để nâng cao độ bền của tấm thép, và theo đó có thể được chứa theo nhu cầu. Tuy nhiên, nếu nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố này được chứa với lượng dư thì hiệu quả này bị bão hòa và làm tăng chi phí sản xuất. Theo đó, hàm lượng mỗi trong số các nguyên tố Cr, Mo, Ni và Cu là 1,0% hoặc thấp hơn, và hàm lượng Sn là 0,50% hoặc thấp hơn. Hàm lượng mỗi trong số các nguyên tố Cr, Mo, Ni và Cu tốt hơn là 0,60% hoặc thấp hơn, và hàm lượng Sn tốt hơn là 0,30% hoặc thấp hơn.

Để thu được hiệu quả nêu trên, tốt hơn là một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ Cr, Mo, Ni, Cu và Sn được chứa với lượng 0,001% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là với lượng 0,05% hoặc cao hơn.

Nb: 0 đến 0,20%

V: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%

W: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%

Nb (niobi, V (vanadi) và W (vonfam) là các nguyên tố tạo ra cacbua và các nguyên tố có hiệu quả để nâng cao độ bền của tấm thép, và theo đó có thể được chứa theo nhu cầu. Tuy nhiên, nếu nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố này được chứa với lượng dư thì hiệu quả này bị bão hòa và làm tăng chi phí sản xuất. Theo đó, hàm lượng B là 0,20% hoặc thấp hơn, và hàm lượng V và hàm lượng W là 0,50% hoặc thấp hơn. Hàm lượng B tốt hơn là 0,10% hoặc thấp hơn, và hàm lượng V và hàm lượng W tốt hơn là 0,30% hoặc thấp hơn.

Để thu được hiệu quả nêu trên, tốt hơn là một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ Nb, V và W được chứa với lượng 0,001% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là với lượng 0,005% hoặc cao hơn.

Ca: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%

Mg: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%

Bi: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%

Sb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,10%

Zr: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%

REM: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%

Ca (canxi), Mg (magiê), Sb (antimon), Zr (ziriconi) và REM (kim loại đất hiếm) là các nguyên tố mà góp phần làm phân tán tốt các chất lẫn trong thép, và Bi (bitmut) là nguyên tố mà làm giảm sự phân tách vi mô của các nguyên tố tạo hợp kim thay thế như Mn và Si trong thép. Do các nguyên tố này góp phần cải thiện khả năng uốn cong của tấm thép, các nguyên tố tương ứng có thể được chứa theo nhu cầu. Tuy nhiên, nếu lượng các nguyên tố này được chứa dư thì các nguyên tố này sẽ làm cho khả năng rèn giảm xuống. Theo đó, hàm lượng mỗi trong số các nguyên tố Ca, Mg, Bi, Zr và REM là 0,01% hoặc thấp hơn, và hàm lượng Sb là 0,10% hoặc thấp hơn. Hàm lượng mỗi trong số các nguyên tố Ca, Mg, Bi, Zr và REM tốt hơn là 0,006% hoặc thấp hơn, và hàm lượng Sb tốt hơn là 0,080% hoặc thấp hơn.

Để thu được các hiệu quả nêu trên, tốt hơn là một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ Ca, Mg, Bi, Sb, Zr và REM được chứa với lượng

0,0001% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là với lượng 0,0010% hoặc cao hơn.

Theo sáng chế, thuật ngữ "REM" nhằm chỉ tất cả 17 nguyên tố Sc, Y và họ lantan, và hàm lượng REM nêu trên là tổng hàm lượng các nguyên tố này. Lưu ý rằng, trong áp dụng công nghiệp họ lantan được bổ sung vào ở dạng hợp kim đất hiếm.

Trong thành phần hóa học của tấm thép theo sáng chế, còn lại là Fe và các tạp chất.

Trong trường hợp này, thuật ngữ "các tạp chất" chỉ các thành phần mà được trộn lẫn vào từ các nguyên liệu thô trong quá trình sản xuất thép công nghiệp như quặng hoặc phế liệu hoặc do các yếu tố khác nhau trong quá trình sản xuất, và mà được cho phép nằm trong phạm vi mà không ảnh hưởng xấu đến sáng chế.

(B) Trạng thái có mặt B

Như được mô tả nêu trên, theo sáng chế, để cải thiện khả năng uốn mà không làm giảm độ bền của tấm thép cần kiểm soát trạng thái có mặt của B mà là nguyên tố có khả năng làm cứng để thỏa mãn các công thức (i) và (ii) sau đây.

$$\text{sol. } B_s/B \leq 0,50, \dots (i)$$

$$\text{sol. } B_q/B > 0,50, \dots (ii)$$

Trong đó, ý nghĩa của mỗi ký hiệu trong các công thức trên như sau:

B: Hàm lượng B (% theo khối lượng) mà được chứa trong tấm thép,

sol. B_s : Hàm lượng B (% theo khối lượng) là dung dịch rắn tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép, và

sol. B_q : Hàm lượng B (% theo khối lượng) là dung dịch rắn ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép.

Quan trọng là B được tạo ra để có mặt chủ yếu ở trạng thái kết tủa trong phần lớp bề mặt của tấm thép. Nếu trị số của sol. B_s/B cao hơn 0,50 thì khả năng thấm tôi của phần lớp bề mặt sẽ tăng quá mức và theo đó sẽ không thể đảm bảo khả năng uốn. Trị số của sol. B_s/B tốt hơn là 0,30 hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 0,20 hoặc thấp hơn.

Mặt khác, ở bên trong tấm thép, quan trọng là B được tạo ra để có mặt chủ yếu dưới dạng dung dịch rắn. Nếu trị số của sol. B_q/B là 0,50 hoặc thấp hơn thì

khả năng thấm tôi của tấm thép bên trong sẽ giảm và theo đó sẽ không thể đảm bảo độ bền được yêu cầu. Trị số của sol. Bq/B tốt hơn là 0,65 hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 0,80 hoặc cao hơn.

Lưu ý rằng, các trị số của sol. Bs và sol. Bq được xác định bằng cách tính lượng B được tiêu thụ dưới dạng chất kết tủa ở các vị trí định trước tương ứng của chúng, bằng cách xác định khối lượng của borua trong thép nhờ phương pháp phân tích dư lượng bằng cách chiết điện phân, và sau đó trừ đi lượng B được tính từ hàm lượng B mà được chứa trong thép.

Cụ thể là, đối với hàm lượng B mà có mặt dưới dạng borua tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép, trị số này được xác định bằng cách chiết điện phân đến chiều sâu 30 μm mà không mài bề mặt tấm thép. Hơn nữa, đối với hàm lượng B mà có mặt dưới dạng borua ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép thì trị số này được xác định bởi mài cơ học tấm thép đến vị trí 1/4 chiều dày, và sau đó thực hiện chiết điện phân đến chiều sâu 30 μm . Lưu ý rằng, giải pháp kỹ thuật mà được bộc lộ trong tài liệu phi sáng chế 1 được sử dụng làm phương pháp để xác định lượng B kết tủa nhờ phương pháp phân tích dư lượng bằng cách chiết.

(C) Tổ chức tế vi của thép

Tổ chức tế vi của thép của tấm thép theo sáng chế sẽ được mô tả. Lưu ý rằng, trong phần mô tả sau đây, ký hiệu "%" là "% diện tích".

Mặc dù các giới hạn không được đưa ra cụ thể đối với tổ chức tế vi của thép của tấm thép theo sáng chế nhưng để đạt được một cách tương thích cả độ bền và khả năng uốn, tốt hơn là điều chỉnh các tổ chức tế vi của thép tương ứng của phần lớp bề mặt và bên trong của tấm thép. Cụ thể là, tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép, tốt hơn là làm cho tỷ lệ diện tích của ferit đa giác nằm trong khoảng từ 10 đến 95% và còn lại là một hoặc nhiều hơn các loại được chọn từ mactenxit, bainit và auxtenit được giữ lại, và ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép, tốt hơn là làm cho tỷ lệ diện tích của ferit đa giác là 60% hoặc thấp hơn và còn lại là một hoặc nhiều hơn các loại được chọn từ mactenxit, bainit và auxtenit được giữ lại.

Mactenxit được nêu trên bao gồm mactenxit vừa được tôi và mactenxit vừa được ram được đem ram ngoài việc tôi. Do mactenxit vừa tôi là giòn so với mactenxit được ram, nên nó có thể trở thành nguồn gốc của các vết nứt gãy khi

đem tấm thép vào quá trình biến dạng dẻo như uốn cong. Theo đó, để đảm bảo khả năng uốn mong muốn, trong mỗi phân lớp bề mặt và bên trong của tấm thép, tốt hơn là làm cho tỷ lệ mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 70% hoặc cao hơn.

Hơn nữa, khi chú trọng vào khả năng uốn, tốt hơn nữa là làm cho tỷ lệ diện tích của ferit đa giác trong lớp bề mặt của tấm thép nằm trong khoảng từ 30 đến 95% và làm cho tỷ lệ diện tích của ferit đa giác ở phần bên trong của tấm thép nằm trong khoảng từ 10 đến 60%. Tỷ lệ diện tích của ferit đa giác trong lớp bề mặt của tấm thép tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 50 đến 90%, và tỷ lệ diện tích nằm trong khoảng từ 70 đến 90% là tốt hơn nữa nữa. Hơn nữa, tỷ lệ diện tích của ferit đa giác ở bên trong tấm thép tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 20 đến 40%.

Mặt khác, khi chú trọng vào độ bền, tốt hơn nữa là làm cho tỷ lệ diện tích của ferit đa giác trong lớp bề mặt của tấm thép nằm trong khoảng từ 10 đến 80% và ở bên trong của tấm thép để làm cho tỷ lệ diện tích của ferit đa giác 20% hoặc thấp hơn, để làm cho tỷ lệ diện tích của mactenxit là 50% hoặc cao hơn, để làm cho tỷ lệ diện tích của bainit là 40% hoặc thấp hơn và để làm cho tỷ lệ diện tích của auxtenit được giữ lại 20% hoặc thấp hơn. Tỷ lệ diện tích của ferit đa giác trong lớp bề mặt của tấm thép tốt hơn nữa là 30% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 50% hoặc cao hơn. Hơn nữa, ở bên trong tấm thép, tỷ lệ diện tích của ferit đa giác tốt hơn nữa là thấp hơn 10%, và tốt hơn nữa là thấp hơn 5%, và tỷ lệ diện tích của mactenxit tốt hơn nữa là 70% hoặc cao hơn.

Tổ chức tế vi của thép theo sáng chế được xác định bằng mà được mô tả sau đây. Phần mà theo hướng cán của tấm thép được cắt ra, và tổ chức tế vi của thép được phát hiện bằng cách sử dụng dung dịch nital. Sau đó, vị trí mà từ bề mặt đến chiều sâu 30 μm và vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép được chụp sử dụng kính hiển vi điện tử quét (độ phóng đại: x5000, 5 trường nhìn). Các tỷ lệ diện tích của ferit đa giác, bainit, mactenxit và mactenxit được ram được tính nhờ phương pháp đếm điểm dựa vào ảnh tổ chức tế vi thu được.

Hơn nữa, đối với tỷ lệ diện tích của auxtenit được giữ lại, tỷ lệ diện tích được xác định bằng cách tính diện tích vùng mà có cấu trúc FCC bởi phương pháp EBSP-OIM (Mẫu nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược-Định hướng hình ảnh kính hiển vi (Electron Back Scatter Diffraction Pattern-Orientation Image Microscopy)).

(D) Các đặc tính cơ học

Như được mô tả nêu trên, tấm thép theo sáng chế có cả độ bền cao và khả năng uốn vượt trội. Mặc dù các giới hạn không được đưa ra cụ thể đối với các đặc tính cơ học nhưng khi chú trọng vào khả năng uốn, tốt hơn độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 2,5 hoặc thấp hơn. Mặt khác, khi chú trọng vào độ bền, tốt hơn độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 3,5 hoặc thấp hơn. Khi chú trọng hơn nữa vào độ bền thì độ bền kéo tốt hơn nữa là 1470 MPa hoặc cao hơn.

Lưu ý rằng, bán kính cong nhỏ nhất R được đánh giá bởi phương pháp khối V phù hợp với thử nghiệm uốn cong mà được quy định trong JIS Z 2248. Cụ thể là, mẫu thử nghiệm dạng dải theo hướng (hướng bề rộng) trục giao với hướng chiều dày và hướng cán được cắt ra, bán kính uốn cong được làm thay đổi để thực hiện uốn cong 90 độ dạng chữ V, và bán kính uốn cong bé nhất mà tại đó việc nứt gãy không xuất hiện được lấy làm bán kính cong nhỏ nhất.

(E) Lớp mạ

Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo sáng chế mà được mô tả nêu trên có thể có lớp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt tấm thép. Khả năng chống ăn mòn được cải thiện bằng cách tạo ra lớp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt tấm thép.

Hơn nữa, lớp mạ kẽm nhúng nóng có thể được xử lý để tạo hợp kim. Vì Fe được kết hợp vào lớp mạ kẽm nhúng nóng nhờ xử lý tạo hợp kim, lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo hợp kim vượt trội về khả năng hàn và các đặc tính mạ.

Ngoài ra, việc thực hiện mạ lớp phủ lên lớp mạ kẽm nhúng nóng có thể được thực hiện nhằm mục đích cải thiện các đặc tính mạ và khả năng hàn. Hơn nữa, ở tấm thép cán nguội có độ bền cao theo sáng chế, nhiều công đoạn xử lý khác nhau như xử lý crôm hóa, xử lý phosphat, xử lý nâng cao độ nhót, hoặc xử lý nâng cao khả năng hàn có thể được thực hiện lên lớp mạ kẽm nhúng nóng.

(F) Phương pháp sản xuất

Mặc dù không có giới hạn cụ thể đối với các điều kiện sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao theo sáng chế nhưng tấm thép cán nguội có độ bền cao có thể được sản xuất sử dụng phương pháp mà bao gồm các công đoạn được mô tả sau đây.

(a) Công đoạn cán nóng

(a-1) Công đoạn gia nhiệt tấm

Đầu tiên, tấm đã gia nhiệt đến nhiệt độ 1150°C hoặc cao hơn. Để làm cho trị số của sol. Bq/B thỏa mãn nằm trong khoảng định trước đối với tấm sản phẩm cuối, tốt hơn là làm cho nhiệt độ gia nhiệt tấm là 1150°C hoặc cao hơn thúc đẩy sự nung chảy các hợp chất borua. Lưu ý rằng, mặc dù tấm thép mà được sử dụng tốt hơn là được đúc bởi quy trình đúc liên tục xét về khả năng sản xuất nhưng tấm thép cũng có thể được đúc bởi quy trình đúc tạo thỏi hoặc quy trình đúc tấm mỏng. Hơn nữa, tấm thép được đúc này có thể được làm lạnh tạm thời đến nhiệt độ phòng có thể được đưa ngay vào lò gia nhiệt mà không được làm lạnh đến nhiệt độ phòng.

(a-2) Quy trình cán thô

Tiếp theo, tấm đã gia nhiệt được cán sao cho sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1050 đến 1150°C là 50% hoặc cao hơn. Nếu sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ nằm trong phạm vi nêu trên thấp hơn 50% thì có nguy cơ là sự tái kết tinh trong quá trình cán nóng sẽ không đủ và điều này dẫn đến sự dị thể hóa tổ chức tế vi của tấm cán nóng.

(a-3) Quy trình cán hoàn thiện

Sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ từ 1050°C hoặc thấp hơn đến trước khi trải qua quy trình cán hoàn thiện cuối cùng (trải qua bước hoàn thiện cuối cùng) là nằm trong khoảng từ 60 đến 95%, và sự thu nhỏ do cán trải qua bước hoàn thiện cuối cùng nằm trong khoảng từ 10 đến 30% và nhiệt độ cho việc trải qua bước hoàn thiện cuối cùng nằm trong khoảng từ 850 đến 1000°C.

Trong trường hợp mà sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ từ 1050°C hoặc thấp hơn đến trước khi trải qua bước hoàn thiện cuối cùng cao hơn 95%, trường hợp mà sự thu nhỏ do cán trải qua bước hoàn thiện cuối cùng cao hơn 30%, hoặc trường hợp mà nhiệt độ ở trải qua bước hoàn thiện cuối cùng thấp hơn 850°C thì sự kết tủa borua trong quá trình cán nóng được đẩy mạnh. Kết quả là, khó có thể làm cho trị số của sol. Bq/B đối với tấm sản phẩm cuối nằm trong khoảng định trước. Mặt khác, trong trường hợp mà sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ từ 1050°C hoặc thấp hơn đến trước khi trải qua bước hoàn thiện cuối cùng thấp hơn 60%, trường hợp mà sự thu nhỏ do cán trải qua bước hoàn thiện cuối cùng thấp hơn 10%, hoặc trường hợp mà nhiệt độ ở trải qua bước hoàn thiện cuối cùng cao

hơn 1000°C thì có nguy cơ là sự tăng trưởng của tổ chức tế vi của tấm cán nóng và sự tăng trưởng của tổ chức tế vi của tấm sản phẩm cuối cùng sẽ xuất hiện, và do đó khả năng gia công sẽ giảm xuống.

(a-4) Quy trình tẩy gỉ

Bề mặt tấm thép được trải qua quá trình tẩy gỉ một hoặc nhiều lần trong quy trình từ cán thô đến cán hoàn thiện. Tại thời điểm này, nhiệt độ tẩy gỉ cuối cùng nằm trong khoảng từ 950 đến 1100°C . Nếu nhiệt độ tẩy gỉ cuối cùng thấp hơn 950°C thì do sự tăng trưởng của lớp gỉ sau khi tẩy gỉ được ngăn chặn nên sẽ khó kiểm soát chiều dày trung bình tsc của lớp gỉ của tấm thép ngay sau khi quấn cuộn cán nóng mà được mô tả sau đây, nằm trong phạm vi mong muốn. Mặt khác, nếu nhiệt độ tẩy gỉ cuối cùng cao hơn 1100°C thì do lớp gỉ sẽ tăng trưởng quá mức sau quá trình tẩy gỉ cuối cùng nên có nguy cơ là lớp gỉ này sẽ rời ra trong khi cán và các chỗ khuyết như vậy ở bề ngoài tấm thép sẽ phát sinh do sự móc vào của lớp gỉ. Mặc dù tổng số lần thực hiện việc tẩy gỉ không được xác định cụ thể nhưng tốt hơn nên thực hiện việc tẩy gỉ hai hoặc nhiều lần hơn để tránh sự xuất hiện của các chỗ khuyết ở bề ngoài tấm thép mà gây ra bởi sự móc vào lớp gỉ mà rơi ra trong khi cán.

Các điều kiện vận hành khác mà làm ảnh hưởng đến chiều dày trung bình tsc bao gồm áp lực nước tẩy gỉ và thời gian trôi qua tính từ lúc tẩy gỉ hoàn thành đến lúc quấn, và ngoài ra như còn được thể hiện trên Fig.1, khoảng cách (D) tính từ vòi phun đến tấm thép, và góc (θ) mà được tạo ra giữa vòi phun và hướng chiều dày tấm của tấm thép cũng có thể là các yếu tố quan trọng. Mặc dù các điều kiện nêu trên không được xác định cụ thể theo sáng chế miễn là tsc được điều chỉnh để nằm trong phạm vi mong muốn, chẳng hạn, tsc mong muốn có thể thu được bằng cách làm cho áp lực nước tẩy gỉ nằm trong khoảng từ 10 đến 20 MPa, thời gian trôi qua tính từ lúc tẩy gỉ hoàn thành đến lúc quấn nằm trong khoảng từ 15 đến 40 giây, khoảng cách D tính từ vòi phun đến tấm thép nằm trong khoảng từ 150 đến 250 mm, và góc θ mà được tạo ra giữa vòi phun và hướng chiều dày tấm của tấm thép nằm trong khoảng từ 5 đến 10° .

(a-5) Quy trình làm nguội

Sau một, hai hoặc nhiều lần trải qua các quá trình sau khi quy trình cán hoàn thiện kết thúc, tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ quấn nằm trong khoảng từ 400 đến 700°C ở nhiệt độ quấn trung bình là $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn. Nếu thời

gian tính từ lúc kết thúc quá trình cán hoàn thiện đến khi bắt đầu quá trình làm nguội thấp hơn một giây thì sự tái kết tinh của auxtenit sẽ không đủ và tính không đẳng hướng của tấm thép sẽ được hiện thực hóa, và do đó tốt hơn là để thời gian nêu trên thấp hơn một giây. Hơn nữa, nếu nhiệt độ quán trung bình tính từ lúc kết thúc quá trình cán hoàn thiện đến nhiệt độ quán thấp hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ thì sự chuyển đổi ferit sẽ được thúc đẩy trong vùng nhiệt độ cao và tổ chức tế vi của tấm cán nóng sẽ hóa thô, và do đó tốt hơn là để nhiệt độ quán trung bình nêu trên thấp hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Ngoài ra, nếu nhiệt độ quán cao hơn 700°C , sự kết tủa borua sẽ được thúc đẩy và theo đó sẽ khó để làm cho trị số của sol. Bq/B nằm trong khoảng định trước đối với tấm sản phẩm cuối. Mặt khác, nếu nhiệt độ quán thấp hơn 400°C , do độ bền của tấm cán nóng sẽ tăng quá mức nên có nguy cơ là độ bền sẽ làm giảm các đặc tính cán nguội trong quá trình cán nguội tiếp theo.

Chiều dày trung bình tsc của lớp gỉ ngay sau khi quán cuộn cán nóng là 3 μm hoặc cao hơn

Để làm cho trị số của sol. Bs/B nằm trong khoảng định trước, cần thúc đẩy sự kết tủa các hợp chất boron chỉ trong lớp bề mặt của tấm thép. Với mục đích này, tốt hơn là làm cho lớp gỉ mà đóng vai trò như nguồn cấp oxy vào phần lớp bề mặt của tấm thép 3 μm hoặc cao hơn ngay sau khi quán. Mặc dù việc giới hạn không được đưa ra cụ thể đối với giới hạn trên của chiều dày lớp gỉ, nếu tsc cao hơn 15 μm thì quá trình tẩy gỉ tiếp theo sẽ khó và khả năng gia công sẽ giảm xuống. Theo đó, tốt hơn là làm cho tsc là 15 μm hoặc thấp hơn.

Lưu ý rằng, trong thực tế rất khó để đo trực tiếp chiều dày trung bình của lớp gỉ của tấm thép ngay sau khi quán cuộn cán nóng. Theo đó, phương pháp xác định tsc được chấp nhận mà trong đó tấm thép cán nóng được sản xuất riêng biệt bằng cách sử dụng cùng thành phần hóa học và cùng các điều kiện cán nóng trước khi quán, và việc quán tấm thép sau đó được thực hiện ở nhiệt độ mà tại đó lớp gỉ không tăng trưởng đủ sau khi quán, cụ thể là, nhiệt độ 300°C hoặc thấp hơn, và chiều dày lớp gỉ của nó được xác định và được chấp nhận như trị số đo cho tsc.

$$10^{-5} < \text{Do} < 10^{-3} \dots (\text{iii})$$

Sau khi quán cuộn cán nóng, tốt hơn nên tiến hành làm nguội để thỏa mãn công thức nêu trên (iii). "Do" là trị số liên quan đến độ dài khuếch tán của các

nguyên tử oxy trong thép, và hàm số mà được xác định bởi nhiệt độ $T(t)[K]$ của cuộn cán nóng sau khi trôi qua t giây sau khi quấn được xác định bằng cách tiến hành tích phân thời gian từ 0 giây sau khi quấn đến t_f (xem công thức (iv) dưới đây). Lưu ý rằng, " t_f " trong công thức (iv) chỉ thời gian trôi qua cho đến khi nhiệt độ của cuộn cán nóng đạt 400°C .

Công thức 1

$$Do = \int_0^{t_f} \sqrt{10^{-4,4} \cdot \exp\left(\frac{-167000}{8,314 \cdot T(t)}\right)} \cdot dt \dots (iv)$$

Trong công thức nêu trên (iii), nếu trị số của Do thấp hơn phía bên trái thì sự khuếch tán các nguyên tử oxy sẽ không đủ, và do đó các hợp chất boron sẽ không kết tủa đủ trong lớp bề mặt của tấm thép và sẽ khó để làm cho trị số của $sol. Bs/B$ nằm trong khoảng định trước. Mặt khác, nếu trị số của Do lớn hơn phía bên phải thì sự khuếch tán các nguyên tử oxy sẽ được thực hiện quá mức và do đó các hợp chất boron sẽ kết tủa không chỉ trong lớp bề mặt của tấm thép mà còn ở bên trong tấm thép, và sẽ khó để làm cho trị số của $sol. Bq/B$ nằm trong khoảng định trước. Lưu ý rằng nhiệt độ $T(t)$ của cuộn cán nóng sau khi trôi qua t giây có thể được xác định nhờ người xem nhiệt từ bên ngoài hoặc có thể được xác định nhờ chèn cặp nhiệt điện vào cuộn cán nóng.

(a-6) Quy trình khác

Khi cần thiết, cuộn cán nóng sau khi làm nguội có thể được đem tẩy gỉ theo phương pháp bình thường. Hơn nữa, việc cán phẳng có thể được tiến hành để nắn thẳng hình dạng của cuộn cán nóng và nâng cao đặc tính tẩy gỉ.

(b) Quy trình cán nguội

Tốc độ cán nguội: nằm trong khoảng từ 20 đến 80%

Quá trình cán nguội được thực hiện trên tấm thép sau quá trình cán nóng được mô tả nêu trên. Để lọc cỡ hạt auxenit trong khi gia nhiệt trong quá trình ủ hoàn thiện mà được mô tả sau đây, tốc độ cán nguội là 20% hoặc cao hơn. Mặt khác, do việc giảm bớt quá mức quá trình cán mà là tải trọng cán được áp dụng trở nên quá mức và dẫn đến việc tăng tải trọng của máy cán nguội nên tốc độ cán nguội là 80% hoặc thấp hơn. Tốc độ cán nguội tốt hơn là 30% hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 70% hoặc thấp hơn.

(c) Quy trình ủ

(c-1) Quy trình gia nhiệt

Tiếp theo, sau quá trình cán nguội được mô tả nêu trên, tấm thép được đem ủ bằng cách tôi luyện liên tục. Tại thời điểm này, để thúc đẩy sự phân tách của các nguyên tử boron tại bề mặt chuyển tiếp ferit/auxtenit hoặc tại bề mặt chuyển tiếp auxtenit để cải thiện khả năng thấm tôi của tấm thép, tốc độ gia nhiệt trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650°C đến điểm Ac_3 là 10°C/giây hoặc thấp hơn. Mặt khác, do khả năng sản xuất của tấm thép sẽ bị cản trở nếu tốc độ gia nhiệt quá chậm nên tốc độ gia nhiệt trung bình nêu trên là 0,1°C/giây hoặc cao hơn.

Lưu ý rằng, điểm Ac_3 (°C) có thể thu được bởi công thức (v) sau đây.

$$Ac_3 = 910 - 203C^{0,5} - 15,2Ni + 44,7Si + 104V + 31,5Mo - 30Mn - 11Cr - 20Cu + 700P + 400Al + 400Ti... \quad (v)$$

Ở đây, mỗi ký hiệu nguyên tố trong công thức chỉ hàm lượng (%) theo khối lượng) của nguyên tố liên quan mà được chứa trong thép, và trong trường hợp mà hàm lượng là 0 thì 0 được thế vào công thức để thực hiện phép tính.

(c-2) Quy trình giữ

Sau khi nhiệt độ tăng, tấm thép được giữ trong thời gian một giây hoặc nhiều hơn ở nhiệt độ gia nhiệt cao nhất mà được định trước. Giới hạn cụ thể không được đưa ra đối với giới hạn trên của thời gian giữ. Tuy nhiên, khả năng sản xuất của tấm thép sẽ bị giảm nếu thời gian giữ quá dài, và vì vậy tốt hơn là để trị số giới hạn trên của thời gian giữ là 1000 giây. Hơn nữa, các giới hạn trên và dưới của nhiệt độ gia nhiệt cao nhất có thể được lựa chọn thích hợp trong khoảng mà trong đó auxtenit hóa được tạo ra để phát triển thỏa đáng.

Khi chú trọng vào khả năng uốn, nhiệt độ gia nhiệt cao nhất tốt hơn là 720°C hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 760°C hoặc cao hơn. Tuy nhiên, trong trường hợp mà nhiệt độ gia nhiệt cao nhất cao hơn điểm $Ac_3 + 30^\circ\text{C}$ thì khó thu được lượng ferit đa giác mong muốn. Theo đó, nhiệt độ gia nhiệt cao nhất tốt hơn là điểm $Ac_3 + 30^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là điểm $Ac_3 - 10^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Mặt khác, khi chú trọng vào độ bền thì nhiệt độ gia nhiệt cao nhất tốt hơn là điểm $Ac_3 - 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là điểm Ac_3 hoặc cao hơn. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ gia nhiệt cao nhất quá cao sẽ làm hỏng lò gia nhiệt, và do đó

điểm $Ac_3 + 100^\circ C$ là trị số giới hạn trên của nó.

Sau khi giữ tấm thép ở nhiệt độ gia nhiệt cao nhất nêu trên, tốt hơn nên làm nguội tấm thép trong hai giai đoạn và sau đó đem tấm thép vào quá trình xử lý nhiệt ở nhiệt độ định trước. Nói cách khác, sau quy trình giữ nêu trên, việc xử lý được thực hiện bao gồm quy trình làm nguội đầu tiên từ nhiệt độ gia nhiệt cao nhất đến nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội đầu tiên, quy trình làm nguội thứ hai từ nhiệt độ bắt đầu giai đoạn làm nguội thứ hai mà bằng nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội đầu tiên nêu trên đến nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội thứ hai, và quy trình xử lý gia nhiệt mà giữ tấm thép ở phạm vi nhiệt độ định trước. Mỗi một quy trình này được mô tả dưới đây.

(c-3) Quy trình làm nguội đầu tiên

Đầu tiên, để thúc đẩy sự chuyển đổi ferit trong lớp bề mặt của tấm thép, tấm thép được làm nguội tính từ nhiệt độ gia nhiệt cao nhất đến nhiệt độ (đến nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội đầu tiên) là $750^\circ C$ hoặc thấp hơn ở nhiệt độ quán trung bình là $10^\circ C/giây$ hoặc thấp hơn. Nhiệt độ quán trung bình tốt hơn là $5^\circ C/giây$ hoặc thấp hơn. Hơn nữa, nhiệt độ kết thúc tốt hơn là $700^\circ C$ hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là $650^\circ C$ hoặc thấp hơn.

(c-4) Quy trình làm nguội thứ hai

Tiếp theo quy trình làm nguội thứ nhất, tấm thép được làm nguội từ nhiệt độ bắt đầu giai đoạn làm nguội thứ hai mà bằng nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội đầu tiên đến nhiệt độ (nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội thứ hai) mà không cao hơn điểm M_s . Nếu nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội thứ hai cao hơn điểm M_s thì khó để làm cho tỷ lệ mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể 50% hoặc cao hơn, và có nguy cơ là khả năng uốn cong sẽ giảm xuống.

Hơn nữa, khi chú trọng vào độ bền thì nhiệt độ quán trung bình tốt hơn là $10^\circ C/giây$ hoặc cao hơn. Nếu nhiệt độ quán trung bình thấp hơn $10^\circ C/giây$ thì tỷ lệ diện tích của ferit đa giác trở nên quá mức và có nguy cơ là độ bền sẽ giảm. Mặc dù không nhất thiết phải xác định một cách cụ thể giới hạn trên của nhiệt độ quán trung bình nhưng tốt hơn giới hạn trên là $300^\circ C/giây$ vì để nhận biết tốc độ làm nguội mà cao hơn $300^\circ C/giây$ cần phải có các phương tiện đặc biệt.

Lưu ý rằng, điểm M_s ($^\circ C$) có thể được xác định nhờ công thức (vi) sau đây.

$$Ms = 550 - 361C - 39Mn - 35V - 20Cr - 17Ni - 10Cu - 5Mo + 30Al... \text{ (vi)}$$

Ở đây, mỗi ký hiệu nguyên tố trong công thức chỉ hàm lượng (%) theo khối lượng) của nguyên tố liên quan mà được chứa trong thép, và trong trường hợp mà hàm lượng này là 0 thì 0 được thế vào công thức để thực hiện phép tính.

(c-5) Quy trình xử lý gia nhiệt

Sau khi quy trình làm nguội thứ hai kết thúc, việc xử lý nhiệt được thực hiện để giữ tấm thép ở vùng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200 đến 400°C trong thời gian 10 giây hoặc cao hơn. Nếu nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt thấp hơn 200°C hoặc thời gian giữ nêu trên thấp hơn 10 giây thì sẽ khó để làm cho tỷ lệ mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể 50% hoặc cao hơn, và có nguy cơ là khả năng uốn cong sẽ giảm xuống. Hơn nữa, nếu nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt nêu trên cao hơn 400°C thì sẽ khó đảm bảo độ bền vì mactenxit sẽ được ram quá mức. Mặc dù giới hạn trên của thời gian giữ không được xác định cụ thể nhưng tốt hơn nên xét về khả năng sản xuất để làm cho giới hạn trên của thời gian giữ là 1000 giây hoặc thấp hơn.

Lưu ý rằng, trong trường hợp thực hiện quá trình mạ kẽm nhúng nóng lên bề mặt tấm thép thì phương pháp mạ điện có thể được thực hiện sau khi tấm thép đã trải qua quá trình tôi luyện liên tục nêu trên, hoặc tấm thép có thể được trải qua quá trình mạ kẽm nhúng nóng liên tục. Các điều kiện cho phương pháp thông thường có thể được tiếp sau đối với các điều kiện cho phương pháp mạ điện. Mặt khác, trong trường hợp cho tấm thép qua quá trình mạ kẽm nhúng nóng liên tục, tốt hơn nên thực hiện việc xử lý dưới các điều kiện được mô tả sau đây sau quy trình làm nguội đầu tiên nêu trên.

(c-6) Quy trình mạ

Tiếp theo quy trình làm nguội thứ nhất nêu trên, sau khi tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 420 đến 520°C (nhiệt độ trước mạ) đến nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội đầu tiên, tấm thép được ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng.

Nếu nhiệt độ trước mạ thấp hơn 420°C, sự tản nhiệt trong bể mạ kẽm nhúng nóng sẽ tăng và sẽ trở ngại khả năng sản xuất. Mặt khác, nếu nhiệt độ trước mạ cao hơn 520°C thì quá trình chuyển đổi pearlit sẽ xuất hiện và theo đó sẽ khó khó thu được tổ chức tế vi mong muốn của thép. Mặc dù thời gian từ khi làm

nguội đến nhiệt độ trước mạ đối với quá trình ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng không được xác định cụ thể nhưng tốt hơn nên xét về khả năng sản xuất mà thời gian này là 100 giây hoặc thấp hơn.

(c-7) Quy trình xử lý tạo hợp kim

Trong trường hợp thực hiện quá trình xử lý tạo hợp kim trên lớp mạ kẽm nhúng nóng, nhiệt độ xử lý tạo hợp kim là nhiệt độ nằm trong khoảng từ 460 đến 580°C. Nếu nhiệt độ xử lý tạo hợp kim thấp hơn 460°C thì khả năng sản xuất sẽ bị cản trở vì khoảng thời gian dài được đòi hỏi cho phản ứng tạo hợp kim. Mặt khác, nếu nhiệt độ xử lý tạo hợp kim cao hơn 580°C thì quá trình chuyển đổi pearlit sẽ xuất hiện và theo đó sẽ khó thu được tổ chức tế vi mong muốn của thép.

(c-8) Quy trình làm nguội thứ hai

Sau khi ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng hoặc sau khi xử lý tạo hợp kim, tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ (nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội thứ hai) mà không cao hơn điểm Ms. Nếu nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội thứ hai cao hơn điểm Ms thì sẽ khó để làm cho tỷ lệ mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn, và có nguy cơ là khả năng uốn cong sẽ giảm xuống.

Hơn nữa, khi chú trọng vào độ bền thì nhiệt độ quán trung bình tốt hơn là 10°C/giây hoặc cao hơn. Nếu nhiệt độ quán trung bình thấp hơn 10°C/giây thì tỷ lệ diện tích của bainit trở nên quá mức và có nguy cơ là độ bền sẽ giảm. Mặc dù không nhất thiết phải xác định một cách cụ thể giới hạn trên của nhiệt độ quán trung bình nhưng tốt hơn giới hạn trên là 300°C/giây vì để nhận biết tốc độ làm nguội mà cao hơn 300°C/giây cần phải có các phương tiện đặc biệt.

(c-9) Quy trình xử lý gia nhiệt

Sau khi quy trình làm nguội thứ hai kết thúc, việc xử lý nhiệt được thực hiện để giữ tấm thép trong vùng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200 đến 400°C trong thời gian 10 giây hoặc cao hơn. Nếu nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt nêu trên thấp hơn 200°C hoặc thời gian giữ nêu trên thấp hơn 10 giây, sẽ khó để làm cho tỷ lệ mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn, và có nguy cơ là khả năng uốn cong sẽ giảm xuống. Hơn nữa, nếu nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt nêu trên cao hơn 400°C thì sẽ khó đảm bảo độ bền do mactenxit sẽ được ram quá mức. Mặc dù giới hạn trên của thời gian giữ không được xác

định cụ thể nhưng tốt hơn nên xét về khả năng sản xuất để làm cho giới hạn trên của thời gian giữ 1000 giây hoặc thấp hơn.

(d) quy trình khác

Sau việc xử lý nhiệt trong các quy trình (c-5) hoặc (c-9) nêu trên, tấm thép có thể được trải qua quá trình cán tối nhằm mục đích làm phẳng và điều chỉnh của mức độ thô của bề mặt. Trong trường hợp này, để tránh việc làm giảm khả năng rèn tốt hơn tốc độ giãn dài là 2% hoặc thấp hơn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế được mô tả cụ thể hơn thông qua các ví dụ thực hiện sáng chế mặc dù sáng chế không được giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ 1

Thép mà có thành phần hóa học được thể hiện trên bảng 1 được nấu chảy trong buồng luyện và các thỏi được đúc. Sau đó, quá trình cán nóng được thực hiện dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 2, và các tấm thép nhúng nóng mà có chiều dày nằm trong khoảng từ 2,0 đến 3,0 mm thu được. Lưu ý rằng, khi tiến hành tẩy gỉ trước khi kết thúc quá trình cán, áp lực nước tẩy gỉ là 15 MPa, thời gian trôi qua tính từ lúc tẩy gỉ hoàn thành đến lúc quấn là 30 giây, khoảng cách D từ vòi phun đến tấm thép là 200 mm, và góc θ mà được tạo ra giữa vòi phun và hướng chiều dày của tấm thép là 10° .

Sau đó, việc tẩy gỉ được thực hiện, và sau đó quá trình cán nguội được thực hiện với sự giảm thiểu việc cán mà được thể hiện trên bảng 3 để thu được các tấm thép cán nguội mà có chiều dày là 1,0 mm. Các tấm thép cán nguội thu được được đem xử lý ủ dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 3.

Bảng 1

Thép	Thành phần hóa học (theo % khối lượng, còn lại là: Fe và các tạp chất)																				Ac ⁺ (°C)	Ms ⁺ (°C)				
	C	Si	Mn	Al	Ti	B	P	S	O	N	Cr	Mo	Ni	Cu	Sn	Nb	V	W	Ca	Mg	Bi	Sb	Zr	REM		
A	0,086	0,58	2,14	0,033	0,021	0,0025	0,008	0,0026	0,0010	0,0028		0,14				0,020									835	436
B	0,115	0,60	2,31	0,029	0,020	0,0023	0,008	0,0024	0,0017	0,0027															816	419
C	0,129	0,55	2,33	0,028	0,021	0,0014	0,010	0,0019	0,0009	0,0033						0,018									810	413
D	0,074	0,42	3,19	0,031	0,023	0,0018	0,008	0,0020	0,0014	0,0030															796	400
E	0,122	0,63	1,69	0,030	0,019	0,0021	0,011	0,0027	0,0022	0,0029		0,06													838	441
F	0,216	0,59	1,47	0,031	0,022	0,0020	0,009	0,0022	0,0007	0,0024															817	416
G	0,088	0,60	2,11	0,030	0,022	0,0022	0,008	0,0025	0,0011	0,0035						0,020									831	437
H	0,106	1,28	2,03	0,027	0,020	0,0024	0,009	0,0028	0,0016	0,0031															857	433
I	0,099	0,14	2,26	0,032	0,019	0,0025	0,010	0,0030	0,0009	0,0030		0,07													807	427
J	0,102	0,61	1,80	0,033	0,025	0,0020	0,010	0,0026	0,0021	0,0026	0,29														835	438
K	0,084	0,56	2,04	0,026	0,020	0,0022	0,007	0,0021	0,0015	0,0028			0,24	0,23											822	435
L	0,114	0,49	1,89	0,029	0,023	0,0024	0,008	0,0029	0,0024	0,0021		0,08				0,024	0,11								838	432
M	0,088	0,61	2,10	0,026	0,022	0,0023	0,011	0,0026	0,0018	0,0025						0,023	0,13	0,20							846	433
N	0,091	0,49	1,52	0,025	0,023	0,0027	0,009	0,0025	0,0013	0,0025	0,25	0,13													843	453
O	0,119	0,55	2,29	0,032	0,024	0,0026	0,010	0,0029	0,0010	0,0032									0,0023						816	419
P	0,112	0,41	2,28	0,033	0,020	0,0027	0,011	0,0030	0,0011	0,0025													0,0035		813	422

Q	0,112	0,62	2,25	0,028	0,023	0,0021	0,010	0,0020	0,0015	0,0034									0,0039					820	423
R	0,115	0,61	2,30	0,024	0,018	0,0025	0,012	0,0031	0,0008	0,0032				0,020					0,0041	0,0370				817	420
S	0,098	0,54	2,28	0,025	0,020	0,0026	0,008	0,0027	0,0010	0,0029				0,13										818	426
T	0,132	0,65	2,04	0,028	0,021	0,0020	0,011	0,0024	0,0005	0,0029											0,0040			823	424
U	0,118	0,70	2,34	0,026	0,022	0,0022	0,013	0,0025	0,0012	0,0030												0,0033		821	417
V	0,089	0,66	1,20	0,030	0,022	0,0024	0,011	0,0033	0,0008	0,0031	0,091			0,021										853	454
W	0,093	0,64	1,08	0,027	0,020	0,0025	0,012	0,0027	0,0014	0,0026		0,52		0,020										880	473
X	0,102	0,15	2,08	0,240	0,023	0,0026	0,010	0,0022	0,0009	0,0030														892	439
Y	0,480*	0,51	1,91	0,025	0,020	0,0023	0,012	0,0024	0,0010	0,0029														753	303
Z	0,038*	0,74	2,42	0,026	0,022	0,0025	0,008	0,0025	0,0013	0,0033														847	443
AA	0,108	3,16*	1,82	0,030	0,018	0,0021	0,009	0,0027	0,0009	0,0026														948	441
AB	0,143	0,75	0,44*	0,032	0,020	0,0025	0,011	0,0025	0,0010	0,0026														874	482
AC	0,074	0,80	5,07*	0,041	0,026	0,0021	0,007	0,0034	0,0017	0,0031														760	327
AD	0,095	0,52	2,21	0,028	0,001*	0,0022	0,008	0,0032	0,0020	0,0030														821	430
AE	0,097	0,63	2,73	0,034	0,023	0,0003*	0,009	0,0033	0,0014	0,0032														813	410
AF	0,105	0,55	2,14	0,030	0,020	0,0110*	0,013	0,0020	0,0015	0,0023														826	430

* biểu thị các điều kiện không thỏa mãn với điều kiện mà được xác định bởi sáng chế.

† Ac₃ (°C)=910-203C^{0,5}-15,2Ni+44,7Si+104V+31,5Mo-30Mn-11Cr-20Cu+700P+400Al+400Ti

‡ Ms (°C)=550-361C-39Mn-35V-20Cr-17Ni-10Cu-5Mo+30Al

Bảng 2

Thử nghiệm số	Thép	Các điều kiện cán nóng										Do $\times 10^{-6}$	Chiều dày (mm)
		SRT (°C)	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	Td (°C)	FT (°C)	Δt (giây)	CR1 (°C/giây)	CT (°C)	tsc (μm)		
1	A	1250	74	88	15	1010	960	3,4	25	600	7	191	2,5
2	A	1250	74	88	15	1030	950	3,0	34	460	7	6	2,5
3	A	1250	74	88	15	990	960	2,0	27	600	7	7	2,5
4	A	1250	74	88	15	890	890	3,1	27	600	2	177	2,5
5	A	1250	74	88	15	990	980	3,2	13	740	8	716	2,5
6	A	1250	74	88	15	980	900	2,3	27	570	6	180	2,5
7	A	1250	74	88	15	1010	950	3,2	27	590	6	136	2,5
8	A	1250	74	88	15	1050	960	3,6	25	620	9	515	3,0
9	A	1250	74	88	15	990	950	3,0	22	610	7	154	2,5
10	A	1250	74	88	15	980	950	3,2	26	600	7	171	2,5
11	A	1250	74	88	15	970	940	2,8	38	550	6	30	2,5
12	B	1250	74	88	15	980	950	2,6	25	610	6	194	2,5
13	B	1250	74	88	15	1010	940	2,7	38	580	6	52	3,0
14	B	1250	74	88	15	1020	960	3,3	33	590	8	220	2,5
15	B	1250	74	88	15	990	950	2,7	30	600	7	161	2,5
16	B	1250	74	88	15	990	950	3,3	35	650	8	1674	2,5
17	C	1250	74	88	15	980	970	4,6	19	630	5	308	2,5
18	D	1250	74	88	15	990	950	1,7	30	650	8	390	2,0
19	E	1250	74	88	15	990	950	3,6	31	580	6	133	2,5
20	F	1250	74	88	15	1020	900	2,5	30	600	10	96	3,0
21	G	1250	74	88	15	1000	990	3,9	23	540	9	117	2,5
22	G	1250	74	88	15	970	950	1,8	42	610	8	123	2,5
23	G	1250	74	88	15	1010	990	2,2	31	580	6	41	2,5
24	H	1250	74	88	15	1000	930	4,2	41	640	7	407	2,5

25	I	1250	74	88	15	1030	980	1,9	33	550	10	115	2,5
26	J	1250	74	88	15	1020	950	2,2	29	580	7	108	2,0
27	K	1250	74	88	15	960	910	2,8	36	590	6	95	2,5
28	L	1250	74	88	15	990	930	3,0	42	620	8	61	2,5
29	M	1250	74	88	15	1010	970	4,5	24	660	7	690	2,5
30	N	1250	74	88	15	970	890	4,5	44	630	8	262	2,0
31	O	1250	74	88	15	1010	950	2,6	25	610	6	105	2,5
32	P	1250	74	88	15	1000	950	4,1	39	600	7	126	2,5
33	Q	1250	74	88	15	1050	1000	2,8	33	570	10	37	2,5
34	R	1250	74	88	15	1030	990	2,0	50	630	5	100	2,5
35	S	1250	74	88	15	1010	980	2,5	37	610	7	229	2,5
36	T	1250	74	88	15	970	930	3,4	17	650	7	238	2,5
37	U	1250	74	88	15	980	970	2,6	35	600	8	57	2,5
38	V	1250	74	88	15	990	920	4,6	44	580	9	119	2,5
39	W	1250	74	88	15	1020	890	3,3	24	600	8	180	2,5
40	X	1250	74	88	15	1000	950	4,0	48	620	8	185	2,5
41	Y *	1250	74	88	15	1000	930	3,5	22	600	7	104	2,0
42	Z *	1250	74	88	15	980	900	3,1	37	610	5	223	2,5
43	AA *	1250	74	88	15	990	900	4,2	27	600	6	149	2,5
44	AB *	1250	74	88	15	970	960	3,7	29	640	7	401	2,5
45	AC *	1250	74	88	15	1010	900	2,2	41	630	9	277	2,0
46	AD *	1250	74	88	15	1010	920	2,3	30	660	7	510	2,5
47	AE *	1250	74	88	15	960	890	3,7	25	620	8	266	2,5
48	AF *	1250	74	88	15	1000	950	1,8	40	590	7	34	2,0

* biểu thị các điều kiện không thỏa mãn điều kiện mà được xác định bởi sáng chế.

Bảng 3

Thứ nghiệm số	Thép	Các điều kiện cán nguội		Các điều kiện ủ								
		Tốc độ cán nguội (%)	Chiều dày (mm)	HR (°C/giây)	T1 (°C)	t1 (giây)	CR2 (°C/giây)	T2 (°C)	CR3 (°C/giây)	T3 (°C)	T4 (°C)	t2 (giây)
1	A	60	1,0	1,2	810	108	4,6	650	50	270	310	310
2	A	60	1,0	1,1	800	108	4,0	660	50	285	310	270
3	A	60	1,0	1,2	815	108	4,7	650	50	295	325	330
4	A	60	1,0	1,1	805	108	3,6	680	50	260	320	315
5	A	60	1,0	1,2	815	108	4,4	660	50	275	305	295
6	A	60	1,0	1,0	780	108	4,6	620	50	280	280	260
7	A	60	1,0	1,1	805	108	4,7	640	50	250	250	70
8	A	67	1,0	1,1	805	108	4,4	650	50	240	280	275
9	A	60	1,0	1,1	805	108	25,0	650	50	270	280	250
10	A	60	1,0	1,1	805	108	4,0	780	50	270	280	415
11	A	60	1,0	1,1	795	108	4,0	650	50	250	260	340
12	B	60	1,0	1,0	785	108	3,6	660	50	265	285	425
13	B	67	1,0	1,1	805	108	4,4	650	50	350	350	270
14	B	60	1,0	0,8	760	108	3,4	640	50	200	200	320
15	B	60	1,0	1,0	790	108	3,7	660	50	500	500	235
16	B	60	1,0	1,0	790	108	4,0	650	50	260	290	305
17	C	60	1,0	1,0	785	108	3,9	650	50	290	310	355
18	D	50	1,0	0,8	755	108	3,0	650	50	240	260	265
19	E	60	1,0	1,3	820	108	5,4	630	50	280	280	280
20	F	67	1,0	1,1	800	108	5,1	620	50	300	320	315
21	G	60	1,0	1,2	815	108	5,0	640	50	260	270	365
22	G	60	1,0	1,3	830	108	5,1	650	50	240	320	440
23	G	60	1,0	1,2	810	108	4,6	650	50	250	290	320

24	H	60	1,0	1,2	815	108	5,0	640	50	280	360	300
25	I	60	1,0	1,1	800	108	4,9	630	50	260	280	300
26	J	50	1,0	1,2	815	108	4,4	660	50	260	300	225
27	K	60	1,0	1,1	805	108	4,7	640	50	280	300	430
28	L	60	1,0	1,1	800	108	4,9	630	50	280	315	270
29	M	60	1,0	1,2	810	108	4,6	650	50	250	270	330
30	N	50	1,0	1,3	825	108	5,0	650	50	240	300	315
31	O	60	1,0	1,0	790	108	3,7	660	50	265	285	300
32	P	60	1,0	1,0	790	108	4,3	640	50	270	290	300
33	Q	60	1,0	1,1	800	108	3,7	670	50	260	270	310
34	R	60	1,0	1,1	795	108	4,7	630	50	280	280	345
35	S	60	1,0	1,1	800	108	4,6	640	50	280	290	330
36	T	60	1,0	1,0	785	108	4,1	640	50	320	350	190
37	U	60	1,0	1,0	790	108	3,1	680	50	290	330	320
38	V	60	1,0	1,3	820	108	4,0	680	50	300	300	225
39	W	60	1,0	1,4	840	108	5,4	650	50	280	300	245
40	X	60	1,0	1,4	845	108	4,7	680	50	250	300	330
41	Y *	50	1,0	0,8	755	108	3,9	620	50	300	300	370
42	Z *	60	1,0	1,3	830	108	4,9	660	50	260	270	425
43	AA *	60	1,0	1,6	870	108	6,3	650	50	270	300	310
44	AB *	60	1,0	1,6	860	108	6,0	650	50	240	260	315
45	AC *	50	1,0	0,7	750	108	3,7	620	50	240	280	315
46	AD *	60	1,0	1,1	795	108	4,4	640	50	250	270	275
47	AE *	60	1,0	1,0	780	108	3,4	660	50	280	290	315
48	AF *	50	1,0	1,1	800	108	4,3	650	50	290	300	265

* biểu thị các điều kiện không thỏa mãn điều kiện mà được xác định bởi sáng chế.

Các mục trong bảng 2

SRT: Nhiệt độ gia nhiệt tấm

R1: sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1050 đến 1150°C

R2: sự thu nhỏ tổng thể do cán ở nhiệt độ là 1050°C hoặc thấp hơn đến trước khi trải qua bước hoàn thiện cuối cùng

R3: Sự giảm thiểu quá trình cán khi trải qua bước hoàn thiện cuối cùng

Td: Nhiệt độ tẩy gỉ hoàn thiện

FT: Nhiệt độ lõi vào cho việc trải qua bước hoàn thiện cuối cùng

Δt : Thời gian từ lúc kết thúc quá trình cán hoàn thiện bắt đầu việc làm nguội

CR1: Nhiệt độ quân trung bình từ FT đến CT

CT: Nhiệt độ quân

tsc: Chiều dày lớp gỉ ngay sau khi quân

Do: Các trị số được tính theo công thức (iv)

Các mục trong bảng 3

HR: Tốc độ gia nhiệt trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650°C đến nhiệt độ gia nhiệt cao nhất

T1: Nhiệt độ gia nhiệt cao nhất

t: Thời gian giữ gia nhiệt

CR2: Tốc độ của quy trình làm nguội thứ nhất

T2: Nhiệt độ bắt đầu giai đoạn làm nguội thứ hai

CR3: Tốc độ của quy trình làm nguội thứ hai

T3: Nhiệt độ kết thúc giai đoạn làm nguội thứ hai

T4: Nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt

t2: Thời gian giữ ở nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt

Mẫu thử nghiệm kéo JIS số 5 được lấy theo hướng (hướng bề rộng) trực giao với hướng chiều dày và hướng cán mỗi trong số các tấm thép cán nguội thu được, và thử nghiệm kéo được thực hiện phù hợp với JIS Z 2241 và độ bền kéo (TS), giới hạn đàn hồi (YS) và tổng độ giãn dài (El) được xác định.

Hơn nữa, mẫu thử nghiệm có kích thước 150 mm × 150 mm được cắt ra, và "Phương pháp thử nghiệm sự nở lỗ JFS T 1001" của tiêu chuẩn của hiệp hội sắt và thép Nhật Bản) được thực hiện để xác định tỷ lệ mở rộng lỗ (λ). Ngoài ra, mẫu thử nghiệm dạng dải được cắt ra theo hướng trục giao (hướng bề rộng) đến hướng cán và hướng chiều dày, thử nghiệm uốn cong-V mà được quy định trong JIS Z 2248 được thực hiện trong khi thay đổi bán kính uốn cong, và bán kính cong nhỏ nhất R mà tại đó sự nứt gãy không xuất hiện được xác định, và khả năng uốn cong được đánh giá dựa trên tỷ lệ (R/t) giữa chiều dày tấm t của tấm thép được cán nguội và bán kính cong nhỏ nhất R.

Hơn nữa, các tỷ lệ diện tích của tổ chức tế vi của thép và các trị số của sol. Bs/B và sol. Bq/B được xác định bởi các phương pháp được mô tả sau đây.

Đầu tiên, phần mà theo hướng cán của tấm thép được cắt ra, và tổ chức tế vi của thép được phát hiện nhờ dung dịch nital. Sau đó, vị trí mà từ bề mặt đến chiều sâu 30 μm và vị trí tại 1/4 chiều dày của tấm thép được chụp ảnh sử dụng kính hiển vi điện tử quét (độ phóng đại: x5000, 5 trường nhìn). Các tỷ lệ diện tích của ferit đa giác, bainit, mactenxit và mactenxit được ram sau đó được tính bởi phương pháp đếm điểm dựa vào các ảnh tổ chức tế vi thu được.

Hơn nữa, đối với tỷ lệ diện tích của auxtenit được giữ lại thì tỷ lệ diện tích được xác định bằng cách tính diện tích vùng mà có cấu trúc FCC bởi phương pháp EBSP-OIM (mẫu nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược-Định hướng hình ảnh kính hiển vi).

Ngoài ra, đối với mỗi phần lớp bề mặt và bên trong của tấm thép, các trị số của sol. Bs và sol. Bq được xác định bằng cách tính lượng B được tiêu thụ dưới dạng chất kết tủa bằng cách xác định khối lượng của các hợp chất borua trong thép bởi phương pháp phân tích dư lượng bằng cách chiết điện phân, và sau đó trừ đi lượng B được tính từ hàm lượng B mà được chứa trong thép.

Cụ thể là, đối với hàm lượng B có mặt dưới dạng các borua trong lớp bề mặt của tấm thép, trị số này được xác định nhờ chiết điện phân đến chiều sâu 30 μm mà không mài bề mặt tấm thép. Hơn nữa, đối với hàm lượng B mà có mặt dưới dạng borua ở bên trong của tấm thép, trị số này được xác định nhờ mài cơ học tấm thép đến vị trí 1/4 chiều dày, và sau đó thực hiện chiết điện phân đến chiều sâu 30 μm . Lưu ý rằng, giải pháp kỹ thuật mà được bộc lộ trong Tài liệu phi sáng chế 1 được sử dụng làm phương pháp xác định lượng B kết tủa nhờ phương

pháp phân tích dư lượng bằng cách chiết.

Kết quả của các việc xác định này được thể hiện trên các bảng 4 và 5. Lưu ý rằng, trong ví dụ này sự chú trọng được đặt vào khả năng uốn, và kết quả mà được xác định tốt trong trường hợp mà độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 2,5 hoặc thấp hơn.

Bảng 4

Thứ nghị số	Thép	Tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt (% thể tích)					Tổ chức tế vi của phần lớp bên trong (% thể tích)				
		V α	VB	VM	VTM/VM	V γ	V α	VB	VM	VTM/VM	V γ
1	A	76	5	16	80	2	31	12	53	82	3
2	A	28	10	58	72	3	32	17	48	84	2
3	A	28	11	58	60	2	34	17	47	75	1
4	A	27	9	61	67	2	30	15	51	79	3
5	A	71	3	23	70	2	72	3	22	88	2
6	A	77	5	15	72	2	50	6	40	71	3
7	A	75	4	18	54	2	35	11	50	56	3
8	A	78	4	15	77	2	52	5	41	60	1
9	A	27	16	54	85	2	28	13	57	87	1
10	A	25	12	60	85	2	25	16	55	85	3
11	A	58	6	33	80	2	35	10	53	83	1
12	B	73	0	24	74	2	30	16	49	85	4
13	B	61	19	17	55	2	25	50	20	59	4
14	B	79	0	18	61	2	49	0	47	65	3
15	B	62	11	25	10	1	29	21	48	10	1
16	B	74	4	20	61	1	73	7	18	63	1
17	C	72	10	15	78	2	36	14	45	86	4
18	D	77	0	22	59	0	30	0	65	91	4
19	E	62	14	22	66	1	33	16	47	80	3
20	F	63	7	29	71	0	22	24	50	89	3
21	G	77	0	21	85	1	27	5	67	90	0
22	G	71	3	24	88	1	12	4	82	83	1

23	G	57	7	33	74	2	31	12	55	75	1
24	H	75	0	19	90	5	33	16	43	85	7
25	I	74	9	16	70	0	17	14	68	81	0
26	J	72	5	20	76	2	35	16	46	79	2
27	K	76	5	18	70	0	21	20	56	74	2
28	L	65	7	26	62	1	42	8	47	73	2
29	M	78	4	17	71	0	31	6	60	84	2
30	N	75	0	24	81	0	33	5	60	80	1
31	O	77	0	22	78	0	28	15	54	70	2
32	P	73	0	25	77	1	26	18	54	70	1
33	Q	55	5	39	64	0	24	10	63	91	2
34	R	73	5	19	73	2	32	5	60	77	2
35	S	76	7	16	75	0	28	10	60	83	1
36	T	72	6	20	75	1	24	19	56	86	0
37	U	70	6	22	72	1	38	13	46	75	2
38	V	72	0	24	90	3	33	14	49	86	3
39	W	71	0	26	87	2	38	11	48	90	2
40	X	73	5	20	81	1	38	10	50	76	1
41	Y *	24	0	70	35	5	8	13	73	37	5
42	Z *	88	3	8	90	0	89	3	7	95	0
43	AA *	70	4	20	20	5	40	5	48	28	6
44	AB *	90	9	0	-	0	91	8	0	-	0
45	AC *	20	0	74	16	5	14	0	80	15	5
46	AD *	71	9	18	60	1	72	10	15	76	2
47	AE *	72	19	8	70	0	77	13	8	70	1
48	AF *	75	3	21	74	0	72	6	21	71	0

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Bảng 5

Thử nghiệm số	Thép	Trạng thái có mặt của B				Các đặc tính cơ học					Ví dụ theo sáng chế
		solBs (ppm)	solBs/B	solBq (ppm)	solBq/B	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	λ (%)	R/t	
1	A	3	0,12	24	0,96	713	1108	16,1	40	0,5	Ví dụ theo sáng chế
2	A	23	0,92 *	23	0,92	716	1076	15,4	31	3,0	
3	A	21	0,84 *	24	0,96	709	1061	14,9	30	3,0	
4	A	22	0,88 *	24	0,96	722	1083	15,8	26	3,0	
5	A	5	0,20	7	0,28 *	589	816	23,7	42	0,5	Ví dụ theo sáng chế
6	A	5	0,20	24	0,96	667	985	17,7	30	1,0	
7	A	3	0,12	24	0,96	726	1138	14,2	28	1,0	
8	A	2	0,08	15	0,60	615	992	18,6	31	1,0	
9	A	3	0,12	25	1,00	725	1098	14,4	37	2,5	Ví dụ theo sáng chế
10	A	3	0,12	25	1,00	731	1122	14,1	40	2,5	
11	A	9	0,36	24	0,96	710	1099	16,3	37	1,0	
12	B	4	0,17	22	0,96	723	1106	15,0	29	0,5	
13	B	8	0,35	22	0,96	647	1038	17,3	34	1,0	Ví dụ theo sáng chế
14	B	4	0,17	23	1,00	544	996	19,5	30	1,0	
15	B	3	0,13	23	1,00	550	1061	17,6	27	2,5	
16	B	3	0,13	7	0,30 *	522	846	20,2	47	1,5	

17	C	2	0,14	14	1,00	599	1022	17,0	36	0,5	Ví dụ theo sáng chế
18	D	1	0,06	17	0,94	743	1090	12,8	42	0,5	
19	E	3	0,14	20	0,95	703	1004	15,8	37	1,0	
20	F	2	0,10	19	0,95	820	1124	12,6	39	1,0	
21	G	2	0,09	21	0,95	698	991	16,0	51	0,5	
22	G	3	0,14	21	0,95	813	1087	11,2	55	0,5	
23	G	8	0,36	22	1,00	686	1019	16,1	45	1,0	
24	H	1	0,04	23	0,96	657	992	20,6	45	0,5	
25	I	2	0,08	25	1,00	794	1028	10,5	59	0,5	
26	J	2	0,10	19	0,95	695	1050	16,4	32	0,5	
27	K	3	0,14	22	1,00	667	988	15,6	47	0,5	
28	L	6	0,25	23	0,96	593	1006	16,3	33	1,0	
29	M	1	0,04	22	0,96	656	1082	14,2	34	0,5	
30	N	2	0,07	26	0,96	633	1040	12,9	50	0,5	
31	O	3	0,12	24	0,92	703	1074	14,6	39	0,5	
32	P	3	0,11	27	1,00	717	1100	14,2	35	0,5	
33	Q	2	0,10	20	0,95	691	1077	15,0	40	1,0	
34	R	4	0,16	23	0,92	678	1056	16,2	34	0,5	
35	S	4	0,15	23	0,88	692	1016	15,9	35	0,5	
36	T	2	0,10	20	1,00	801	1138	11,9	35	0,5	
37	U	2	0,09	22	1,00	652	1004	14,0	37	0,5	
38	V	3	0,13	24	1,00	582	992	17,7	27	0,5	
39	W	1	0,04	24	0,96	626	1019	16,7	31	0,5	
40	X	2	0,08	25	0,96	590	1001	18,2	25	0,5	

41	Y	*	3	0,13	22	0,96	992	1618	8,3	15	5,0	Ví dụ so sánh
42	Z	*	2	0,08	24	0,96	491	618	27,2	66	0,5	
43	AA	*	3	0,14	20	0,95	668	1217	14,6	21	4,0	
44	AB	*	1	0,04	24	0,96	421	559	29,1	67	0,5	
45	AC	*	3	0,14	20	0,95	714	1207	10,5	8	3,5	
46	AD	*	3	0,14	6	0,27 *	626	849	19,8	42	0,5	
47	AE	*	1	0,33	3	1,00	599	913	18,2	41	0,5	
48	AF	*	18	0,16	22	0,20 *	570	914	21,0	34	1,0	

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Các mục trong bảng 4

V α : Tỷ lệ diện tích ferit đa giác

VB: Tỷ lệ diện tích bainit

VM: Tỷ lệ diện tích mactenxit

VTM: Tỷ lệ diện tích mactenxit được ram

V γ : Tỷ lệ diện tích auxtenit được giữ lại

Các mục trong bảng 5

sol. Bs: Lượng B tan được trong phần lớp bề mặt (phần triệu khối lượng- mass ppm)

sol. Bq: Lượng B tan được trong bên trong (phần triệu khối lượng- mass ppm)

YS: Giới hạn đàn hồi

TS: Độ bền kéo

El: Tổng độ giãn dài

λ : Tỷ lệ giãn nở lỗ

R/t: Bán kính cong nhỏ nhất/chiều dày tấm

Trong các phương án ví dụ theo sáng chế trong đó thành phần hóa học và trạng thái có mặt B thỏa mãn phạm vi mà được xác định bởi sáng chế, các kết quả mà thể hiện rằng độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn và trị số của R/t là 2,5 hoặc thấp hơn, và vì vậy các phương án ví dụ này có độ bền cao và khả năng uốn tốt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh trong đó một hoặc cả hai thành phần hóa học và trạng thái có mặt B nằm ngoài phạm vi được xác định bởi sáng chế, các kết quả này cho thấy độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn hoặc khả năng uốn tốt không thu được.

Ví dụ 2

Trong số các thép mà có thành phần hóa học được thể hiện trên bảng 1 thì các thép A và B được nấu chảy trong buồng luyện và các thỏi được đúc. Sau đó, quá trình cán nóng được thực hiện dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 6, và các tấm thép nhúng nóng mà có chiều dày là 2,5 mm thu được. Lưu ý rằng, các điều kiện khác nhau trong quy trình tẩy gỉ giống như trong ví dụ 1. Sau đó, việc

tẩy gỉ được thực hiện, được tiếp sau bởi quá trình cán nguội với sự giảm thiểu việc cán được thể hiện trên bảng 7 để thu được các tấm thép cán nguội mà có chiều dày là 1,0 mm. Các tấm thép cán nguội thu được được đem vào quá trình xử lý nhiệt mà mô phỏng cách mạ kẽm nhúng nóng liên tục dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 7.

Bảng 6

Thử nghiệm số	Thép	Các điều kiện cán nóng											
		SRT (°C)	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	Td (°C)	FT (°C)	Δt (giây)	CR1 (°C/giây)	CT (°C)	tsc (μm)	Do ×10 ⁻⁶	Chiều dày (mm)
1	A	1250	74	88	15	1010	960	3,4	25	600	7	191	2,5
2	A	1250	74	88	15	1030	950	3,0	34	460	7	6	2,5
3	A	1250	74	88	15	990	960	2,0	27	600	7	7	2,5
4	A	1250	74	88	15	890	890	3,1	27	600	2	177	2,5
5	A	1250	74	88	15	990	980	3,2	13	740	8	716	2,5
6	A	1250	74	88	15	980	900	2,3	27	570	6	180	2,5
7	A	1250	74	88	15	1010	950	3,2	27	590	6	136	2,5
8	A	1250	74	88	15	1050	960	3,6	25	620	9	515	3,0
9	A	1250	74	88	15	990	950	3,0	22	610	7	154	2,5
10	A	1250	74	88	15	980	950	3,2	26	600	7	171	2,5
11	A	1250	74	88	15	970	940	2,8	38	550	6	30	2,5
12	A	1250	74	88	15	1020	980	4,0	26	610	7	182	2,5
13	B	1250	74	88	15	980	950	2,6	25	610	6	194	2,5
14	B	1250	74	88	15	1010	940	2,7	38	580	6	52	3,0
15	B	1250	74	88	15	1020	960	3,3	33	590	8	220	2,5
16	B	1250	74	88	15	990	940	2,9	32	600	7	164	2,5

Bảng 7

Thứ nhận số	Thép	Các điều kiện cán nguội		Các điều kiện ủ										
		Tốc độ cán nguội (%)	Chiều dày (mm)	HR (°C/giây)	T1 (°C)	t1 (giây)	CR2 (°C/giây)	T2 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	CR3 (°C/giây)	T3 (°C)	T4 (°C)	t2 (giây)
1	A	60	1,0	1,5	810	60	3,6	650	470	510	35	240	340	30
2	A	60	1,0	1,5	805	60	3,2	660	480	520	35	270	320	20
3	A	60	1,0	1,6	815	60	3,7	650	460	510	35	270	340	20
4	A	60	1,0	1,5	810	60	2,9	680	480	530	35	260	330	25
5	A	60	1,0	1,6	815	60	3,4	660	470	500	35	300	330	20
6	A	60	1,0	1,5	805	60	3,9	630	480	500	35	30	300	20
7	A	60	1,0	1,5	805	60	3,7	640	480	520	35	250	300	330
8	A	67	1,0	1,4	800	60	2,7	680	470	630	35	270	300	20
9	A	60	1,0	1,6	815	60	28,0	650	470	520	35	280	300	15
10	A	60	1,0	1,5	810	60	0,7	780	470	500	35	260	320	20
11	A	60	1,0	1,4	800	60	3,1	660	480	510	35	285	300	20
12	A	60	1,0	1,5	810	60	3,3	660	460	không có	35	230	340	25
13	B	60	1,0	1,4	800	60	3,3	650	470	520	35	140	310	20
14	B	67	1,0	1,3	785	60	3,2	640	470	520	35	240	290	20
15	B	60	1,0	1,4	800	60	2,9	670	470	520	35	100	180	20
16	B	60	1,0	1,4	795	60	3,2	650	480	không có	35	260	300	20

Các mục trong bảng 7

T5: Nhiệt độ trước mạ

T6: Nhiệt độ xử lý tạo hợp kim

Độ bền kéo (TS- tensile strength), giới hạn đàn hồi (YS- yield strength), tổng độ giãn dài (El- total elongation), tỷ lệ giãn nở lỗ (λ), tỷ lệ (R/t) giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R , các tỷ lệ diện tích của tổ chức tế vi của thép cũng như là các trị số của sol. Bs/B và sol. Bq/B đối với các tấm thép cán nguội thu được được xác định bởi cùng các phương pháp như ở Ví dụ 1.

Kết quả của các việc xác định này được thể hiện trên các bảng 8 và 9. Lưu ý rằng, trong ví dụ này sự chú trọng được đặt vào khả năng uốn, và kết quả này được xác định là tốt trong trường hợp mà độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 2,5 hoặc thấp hơn.

Bảng 8

Thử nghiệm số	Thép	Tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt (% thể tích)					Tổ chức tế vi của phần bên trong (% thể tích)				
		V α	VB	VM	VTM/VM	V γ	V α	VB	VM	VTM/VM	V γ
1	A	74	7	15	71	3	28	25	42	72	4
2	A	27	30	39	65	3	31	36	30	74	2
3	A	26	30	40	67	3	31	20	45	73	3
4	A	25	30	42	67	2	33	27	37	66	2
5	A	75	9	14	62	1	77	16	4	75	2
6	A	70	0	29	90	0	28	0	71	90	0
7	A	73	13	11	75	2	36	28	31	70	4
8	A	67	20	0	0	0	43	44	0	0	0
9	A	25	25	46	85	3	35	21	40	74	3
10	A	25	27	45	75	2	32	25	39	77	3
11	A	55	21	21	65	2	34	34	30	73	1
12	A	72	10	14	70	3	25	32	38	72	4
13	B	73	11	13	80	2	31	31	34	85	3
14	B	59	19	21	85	0	24	42	32	90	1
15	B	68	11	20	12	0	28	31	40	16	0
16	B	75	15	8	70	1	30	31	36	78	2

Bảng 9

Thử nghiệm số	Thép	Trạng thái có mặt của B				Các đặc tính cơ học					Ví dụ sáng chế
		sol.Bs (ppm)	sol.Bs/B	sol.Bq (ppm)	sol.Bq/B	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	λ (%)	R/t	
1	A	3	0,12	24	0,96	665	1029	17,2	35	0,5	Ví dụ So sánh
2	A	23	0,92	23	0,92	700	1051	15,6	30	3,0	
3	A	21	0,84	24	0,96	699	1068	15,9	27	3,0	
4	A	22	0,88	24	0,96	730	1044	16,0	29	3,0	
5	A	5	0,20	7	0,28	547	788	24,4	48	0,5	Ví dụ theo sáng chế
6	A	5	0,20	24	0,96	721	1100	14,5	50	0,5	
7	A	3	0,12	24	0,96	612	1001	19,1	36	0,5	
8	A	2	0,08	15	0,60	565	809	18,3	31	2,5	
9	A	3	0,12	25	1,00	767	1113	13,2	30	2,5	Ví dụ theo sáng chế
10	A	3	0,12	25	1,00	738	1087	15,5	34	2,5	
11	A	9	0,36	24	0,96	683	1074	13,8	35	1,0	
12	A	3	0,12	24	0,96	651	1000	17,8	31	0,5	
13	B	4	0,17	22	0,96	741	1068	16,1	33	0,5	Ví dụ theo sáng chế
14	B	8	0,35	22	0,96	704	1072	15,9	51	1,0	
15	B	3	0,13	23	1,00	626	1181	11,2	21	2,5	
16	B	3	0,13	23	1,00	652	1044	17,2	43	0,5	

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Trong các phương án làm ví dụ theo sáng chế trong đó thành phần hóa học và trạng thái có mặt B thỏa mãn phạm vi mà được xác định bởi sáng chế, các kết quả mà thể hiện rằng độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn và trị số của R/t là 2,5 hoặc thấp hơn, và vì vậy, các phương án ví dụ có độ bền cao và khả năng uốn tốt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh trong đó một hoặc cả hai thành phần hóa học và trạng thái có mặt B nằm ngoài phạm vi được xác định bởi sáng chế, các kết quả này cho thấy độ bền kéo là 980 MPa hoặc cao hơn hoặc khả năng uốn tốt không thu được.

Ví dụ 3

Thép mà có thành phần hóa học được thể hiện trên bảng 10 được nấu chảy trong buồng luyện và các thỏi được đúc. Sau đó, quá trình cán nóng được thực hiện dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 11, và các tấm thép nhúng nóng mà có chiều dày nằm trong khoảng từ 2,0 đến 3,0 mm thu được. Lưu ý rằng, các điều kiện khác nhau trong quy trình tẩy gỉ giống như trong ví dụ 1. Sau đó, việc tẩy gỉ được thực hiện, được tiếp sau bởi quá trình cán nguội với sự giảm thiểu việc cán được thể hiện trên bảng 12 để thu được các tấm thép cán nguội mà có chiều dày là 1,0 mm. Các tấm thép cán nguội thu được được đem xử lý ủ dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 12.

Bảng 10

Thép	Thành phần hóa học (theo % khối lượng, còn lại là: Fe và các tạp chất)																							Ac ₃ Ms ₂ † (°C)	
	C	Si	Mn	Al	Ti	B	P	S	O	N	Cr	Mo	Ni	Cu	Sn	Nb	V	W	Ca	Mg	Bi	Sb	Zr	REM	
A	0,220	1,12	1,97	0,033	0,025	0,0020	0,011	0,0020	0,0010	0,0037															827 395
B	0,210	0,66	2,14	0,028	0,033	0,0022	0,010	0,0019	0,0017	0,0038		0,12													804 391
C	0,120	0,79	2,22	0,030	0,030	0,0021	0,012	0,0020	0,0009	0,0035		0,18													834 420
D	0,220	1,85	2,13	0,030	0,030	0,0020	0,009	0,0019	0,0014	0,0035															852 388
E	0,220	0,53	2,28	0,029	0,031	0,0020	0,009	0,0020	0,0022	0,0034						0,032									788 383
F	0,210	0,58	2,24	0,027	0,025	0,0020	0,008	0,0016	0,0009	0,0041		0,10				0,029									795 387
G	0,190	0,50	2,88	0,031	0,030	0,0021	0,010	0,0020	0,0007	0,0031															777 370
H	0,230	0,22	2,50	0,240	0,029	0,0021	0,010	0,0019	0,0011	0,0039															850 377
I	0,320	1,79	2,12	0,031	0,028	0,0020	0,010	0,0022	0,0015	0,0036															831 353
J	0,270	1,84	1,98	0,027	0,031	0,0022	0,009	0,0018	0,0012	0,0044	0,24	0,10													845 371
K	0,220	0,63	2,11	0,031	0,033	0,0018	0,011	0,0020	0,0018	0,0035				0,27											794 387
L	0,210	0,74	2,07	0,025	0,026	0,0023	0,008	0,0016	0,0013	0,0046					0,18										804 394
M	0,200	0,49	2,15	0,030	0,032	0,0020	0,008	0,0019	0,0013	0,0040	0,32														791 388
N	0,210	0,50	2,13	0,032	0,030	0,0017	0,010	0,0019	0,0010	0,0037			0,30												791 387
O	0,180	0,54	2,25	0,030	0,030	0,0019	0,010	0,0018	0,0011	0,0036							0,130	0,26							813 394

P	0,210	0,50	2,41	0,029	0,030	0,0021	0,010	0,0019	0,0008	0,0039									0,0035						786	381
Q	0,220	0,76	2,18	0,030	0,028	0,0022	0,013	0,0021	0,0015	0,0042											0,0038				804	386
R	0,220	0,52	2,16	0,030	0,033	0,0020	0,011	0,0020	0,0005	0,0035							0,05					0,0044			798	385
S	0,210	0,51	2,45	0,033	0,035	0,0020	0,011	0,0020	0,0012	0,0035												0,0037			787	380
T	0,230	1,28	2,10	0,025	0,027	0,0021	0,010	0,0021	0,0005	0,0039													0,0600		824	386
U	0,210	0,70	2,35	0,034	0,031	0,0018	0,012	0,0023	0,0018	0,0035													0,0053		800	384
V	0,200	0,50	2,46	0,031	0,030	0,0019	0,009	0,0020	0,0008	0,0033														0,0110	786	383
W	0,230	0,50	2,41	0,033	0,030	0,0003	0,010	0,0019	0,0014	0,0034															783	374
X	0,200	0,51	2,59	0,030	0,001	0,0020	0,010	0,0020	0,0009	0,0035															783	378
Y	0,250	0,59	0,67	0,030	0,030	0,0023	0,010	0,0019	0,0010	0,0041															834	435
Z	0,160	0,76	5,22	0,034	0,028	0,0018	0,010	0,0020	0,0013	0,0036															727	290
AA	0,200	3,24	2,65	0,018	0,028	0,0019	0,010	0,0022	0,0009	0,0032															899	375
AB	0,080	0,55	2,63	0,030	0,030	0,0020	0,010	0,0019	0,0010	0,0033															817	419
AC	0,590	0,83	1,38	0,031	0,031	0,0020	0,010	0,0018	0,0017	0,0035															769	284

* Thể hiện các điều kiện này không thỏa mãn điều kiện mà được xác định bởi sáng chế.

† Ac₃ (°C)=910-203C^{0,5}-15,2Ni+44,7Si+104V+31,5Mo-30Mn-11Cr-20Cu+700P+400Al+400Ti

‡ Ms (°C)=550-361C-39Mn-35V-20Cr-17Ni-10Cu-5Mo+30Al

Bảng 11

Thử nghiệm Số	Thép	Các điều kiện cán nóng											
		SRT (°C)	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	Td (°C)	FT (°C)	Δt (giây)	CR1 (°C/giây)	CT (°C)	tsc (μm)	Do ×10 ⁻⁶	Chiều dày (mm)
1	A	1250	75	86	15	990	950	3,1	35	600	7	188	2,5
2	A	1250	75	86	15	980	950	3,0	31	450	7	6	2,5
3	A	1250	75	86	15	1000	960	2,4	40	580	7	7	2,5
4	A	1250	75	86	15	870	870	4,3	47	620	2	177	2,5
5	A	1250	75	86	15	990	980	3,2	13	770	8	684	2,5
6	A	1250	75	86	15	980	900	2,3	27	570	6	180	2,5
7	A	1250	75	86	15	1010	950	3,2	27	590	6	136	2,5
8	A	1250	75	86	15	1040	950	3,4	30	620	8	308	3,0
9	A	1250	75	86	15	1000	960	3,2	24	600	7	156	2,5
10	A	1250	75	86	15	1010	950	3,6	22	590	8	165	2,5
11	A	1250	75	86	15	970	940	2,8	38	550	6	30	2,5
12	A	1250	75	86	15	990	950	3,3	35	680	8	1712	2,5
13	B	1250	75	86	15	980	950	2,6	25	610	6	194	2,5
14	C	1250	75	86	15	980	970	4,6	19	630	5	308	2,5
15	D	1250	75	86	15	990	950	1,7	30	650	8	390	2,0
16	D	1250	75	86	15	980	940	2,9	33	590	8	103	2,0
17	D	1250	75	86	15	980	950	3,8	36	620	8	181	2,0
18	E	1250	75	86	15	990	950	3,6	31	580	6	133	2,5
19	E	1250	75	86	15	980	940	4,0	20	580	7	50	2,5
20	E	1250	75	86	15	980	950	3,1	25	580	7	6	2,5
21	F	1250	75	86	15	1020	900	2,5	30	600	10	76	3,0
22	G	1250	75	86	15	1000	990	3,9	23	540	9	117	2,5
23	H	1250	75	86	15	1000	930	4,2	41	640	7	407	2,5

24	I	1250	75	86	15	1030	970	1,9	33	640	9	115	2,0
25	I	1250	75	86	15	980	960	3,2	35	650	10	464	2,0
26	I	1250	75	86	15	1000	970	2,2	36	650	8	563	2,0
27	J	1250	75	86	15	1020	950	2,2	29	650	7	438	2,0
28	K	1250	75	86	15	960	910	2,8	36	590	6	95	2,5
29	L	1250	75	86	15	990	930	2,4	37	610	6	142	2,5
30	M	1250	75	86	15	990	930	3,0	42	620	8	51	2,5
31	N	1250	75	86	15	1010	970	4,5	24	660	7	690	2,5
32	O	1250	75	86	15	970	890	4,5	44	630	8	262	2,0
33	P	1250	75	86	15	1010	950	2,6	25	610	6	105	2,5
34	Q	1250	75	86	15	1000	950	4,1	39	600	7	126	2,5
35	R	1250	75	86	15	1050	1000	2,8	33	570	10	37	2,5
36	S	1250	75	86	15	1030	990	2,0	50	630	5	100	2,5
37	T	1250	75	86	15	970	930	3,4	17	650	7	238	2,5
38	U	1250	75	86	15	1070	1000	2,6	35	600	12	57	2,5
39	V	1250	75	86	15	990	920	4,6	44	580	9	119	2,5
40	W	1250	75	86	15	1020	890	3,3	24	600	8	180	2,5
41	X	1250	75	86	15	1000	950	4,0	48	620	8	185	2,5
42	Y	1250	75	86	15	1000	930	3,5	22	600	7	104	2,0
43	Z	1250	75	86	15	980	900	3,1	37	610	5	223	2,5
44	AA	1250	75	86	15	990	900	4,2	27	600	6	149	2,5
45	AB	1250	75	86	15	970	960	3,7	29	640	7	401	2,5
46	AC	1250	75	86	15	1010	900	2,2	41	630	9	277	2,0

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Bảng 12

Thứ nghiệm số	Thép	Các điều kiện cán nguội		Các điều kiện ủ								
		Tốc độ cán nguội (%)	Chiều dày (mm)	HR (°C/giây)	T1 (°C)	t1 (giây)	CR2 (°C/giây)	T2 (°C)	CR3 (°C/giây)	T3 (°C)	T4 (°C)	t2 (giây)
1	A	60	1,0	1,2	840	104	3,2	650	50	250	280	345
2	A	60	1,0	1,2	840	104	3,1	655	50	260	285	270
3	A	60	1,0	1,2	845	104	3,3	650	50	240	285	330
4	A	60	1,0	1,2	840	104	3,2	650	50	260	320	315
5	A	60	1,0	1,2	850	104	3,5	640	50	245	290	295
6	A	60	1,0	1,0	815	104	2,7	655	50	250	250	260
7	A	60	1,0	1,2	845	104	3,4	640	50	320	320	70
8	A	67	1,0	1,2	850	104	34,0	650	50	240	270	275
9	A	60	1,0	1,2	840	104	3,2	650	50	120	300	250
10	A	60	1,0	1,2	850	104	1,2	780	50	270	290	415
11	A	60	1,0	1,2	850	104	3,3	650	50	250	290	340
12	A	60	1,0	1,2	845	104	3,3	645	50	240	295	310
13	B	60	1,0	1,0	815	104	2,9	640	50	260	285	425
14	C	60	1,0	1,2	850	104	3,3	650	50	300	300	355
15	D	50	1,0	1,3	860	104	3,5	650	50	300	320	390
16	D	50	1,0	1,3	865	104	3,8	640	50	250	310	320
17	D	50	1,0	1,1	830	104	2,8	660	50	280	310	330
18	E	60	1,0	1,0	815	104	2,9	640	50	270	270	280
19	E	60	1,0	0,8	780	104	2,0	660	50	260	270	300
20	E	60	1,0	1,0	820	104	2,9	645	50	280	280	330
21	F	67	1,0	1,0	815	104	3,3	620	50	250	280	315
22	G	60	1,0	0,9	800	104	3,3	600	50	250	280	365
23	H	60	1,0	1,3	865	104	3,6	650	50	240	280	300
24	I	50	1,0	1,2	850	104	3,5	640	50	260	385	400

25	I	50	1,0	1,2	850	104	3,3	650	50	330	380	440
26	I	50	1,0	1,2	850	104	3,6	635	50	180	390	360
27	J	50	1,0	1,3	865	104	3,5	655	50	270	340	350
28	K	60	1,0	0,9	805	104	2,8	640	50	280	290	430
29	L	60	1,0	1,0	815	104	2,9	640	50	250	250	330
30	M	60	1,0	0,9	800	104	2,8	630	50	280	305	270
31	N	60	1,0	1,0	810	104	2,7	650	50	250	270	330
32	O	50	1,0	1,1	825	104	2,9	650	50	240	280	280
33	P	60	1,0	0,9	800	104	2,3	660	50	255	275	300
34	Q	60	1,0	1,0	820	104	3,0	640	50	260	285	300
35	R	60	1,0	1,0	810	104	2,3	670	50	250	270	310
36	S	60	1,0	0,9	800	104	2,8	630	50	270	270	345
37	T	60	1,0	1,2	840	104	3,3	640	50	300	340	190
38	U	60	1,0	1,0	815	104	2,6	660	50	250	265	320
39	V	60	1,0	1,0	820	104	2,7	660	50	220	235	225
40	W *	60	1,0	0,9	795	104	2,4	650	50	250	260	245
41	X *	60	1,0	0,9	800	104	2,2	670	50	250	270	330
42	Y *	50	1,0	1,2	850	104	3,5	640	50	250	250	370
43	Z *	60	1,0	0,7	770	104	2,0	650	50	250	290	425
44	AA *	60	1,0	1,6	910	104	4,3	650	50	260	280	310
45	AB *	60	1,0	1,1	830	104	3,0	650	50	230	230	215
46	AC *	50	1,0	0,9	800	104	3,0	620	50	230	270	315

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Độ bền kéo (TS), giới hạn đàn hồi (YS), tổng độ giãn dài (El), tỷ lệ giãn nở lỗ (λ), tỷ lệ (R/t) giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R , các tỷ lệ diện tích của tổ chức tế vi của thép cũng như là các trị số của sol. B_s/B và sol. B_q/B cho các tấm thép cán nguội thu được được xác định bởi cùng các phương pháp như ở ví dụ 1.

Kết quả của các việc xác định này được thể hiện trên các bảng 13 và 14. Lưu ý rằng, trong ví dụ này sự chú trọng được đặt vào độ bền, và kết quả này được xác định là tốt trong trường hợp mà độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 3,5 hoặc thấp hơn.

Bảng 13

Thử nghiệm số	Thép	Tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt (% thể tích)					Tổ chức tế vi của phần bên trong (% thể tích)				
		V α	VB	VM	VTM/VM	V γ	V α	VB	VM	VTM/VM	V γ
1	A	53	16	26	85	4	0	9	87	90	3
2	A	3	13	79	80	4	0	11	84	85	4
3	A	5	8	83	90	3	0	5	91	90	3
4	A	5	6	84	95	4	0	6	90	100	3
5	A	52	12	30	65	5	34	9	51	65	5
6	A	59	12	24	60	4	11	13	70	65	5
7	A	54	19	20	60	6	0	28	66	55	5
8	A	8	5	82	75	4	0	5	90	75	4
9	A	55	0	42	95	2	0	0	96	95	3
10	A	7	9	80	85	3	0	8	89	80	2
11	A	27	18	50	80	4	0	10	85	85	4
12	A	60	19	17	60	3	46	20	30	60	3
13	B	55	6	35	75	3	0	10	86	80	3
14	C	54	10	32	80	3	0	12	85	90	2
15	D	56	11	25	75	7	0	20	71	70	8
16	D	53	7	31	80	8	0	7	85	80	7
17	D	62	5	24	60	8	15	10	66	55	8
18	E	55	9	33	75	2	0	8	88	85	3
19	E	44	13	40	55	2	13	8	76	55	2
20	E	28	13	55	55	3	0	6	90	60	3
21	F	48	10	39	75	2	0	5	92	80	2
22	G	52	0	43	80	4	0	0	95	90	4
23	H	60	6	30	80	3	0	12	85	80	2
24	I	51	9	24	80	15	0	23	60	85	16

25	I	58	13	13	55	15	0	24	60	55	15
26	I	60	5	22	90	12	0	10	76	90	13
27	J	55	8	26	80	10	0	15	73	80	11
28	K	55	15	25	80	4	0	10	85	80	4
29	L	60	9	26	85	4	0	11	82	85	6
30	M	47	9	40	70	3	0	8	88	75	3
31	N	62	10	23	75	4	0	15	80	80	4
32	O	57	5	34	70	3	0	11	85	70	3
33	P	51	5	40	75	3	0	8	87	75	4
34	Q	56	8	30	80	5	0	18	76	80	5
35	R	45	18	32	80	4	0	10	85	85	4
36	S	58	9	28	80	4	0	16	80	85	3
37	T	51	20	21	60	7	0	27	65	60	7
38	U	55	11	30	80	3	0	11	85	80	3
39	V	54	4	40	70	1	0	8	90	75	1
40	W	64	13	20	65	2	18	41	38	70	2
41	X	58	15	24	70	2	25	39	33	70	2
42	Y	64	11	5	-	0	39	27	32	80	1
43	Z	0	0	94	40	5	0	0	94	35	5
44	AA	27	5	60	40	7	0	9	84	35	6
45	AB	73	5	21	90	0	0	9	90	95	0
46	AC	39	14	33	30	13	0	20	64	30	15

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Bảng 14

Thứ nghị số	Thép	Trạng thái có mặt của B				Các đặc tính cơ học					Ví dụ theo sáng chế
		sol.Bs (ppm)	sol.Bs/B	sol.Bq (ppm)	sol.Bq/B	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	λ (%)	R/t	
1	A	3	0,15	20	1,00	1102	1496	9,0	40	2,0	Ví dụ theo sáng chế
2	A	19	0,95 *	20	1,00	1138	1537	8,6	42	4,5	Ví dụ so sánh
3	A	19	0,95 *	20	1,00	1184	1552	8,8	37	4,5	
4	A	19	0,95 *	20	1,00	1181	1476	8,3	39	4,5	
5	A	2	0,10	7	0,35 *	806	1152	12,6	32	1,0	Ví dụ theo sáng chế
6	A	2	0,10	19	0,95	1015	1483	11,0	23	3,0	
7	A	3	0,15	20	1,00	1083	1584	9,6	28	3,0	
8	A	2	0,10	19	0,95	1106	1539	8,2	38	3,5	
9	A	4	0,20	19	0,95	1239	1501	8,0	46	2,0	
10	A	3	0,15	20	1,00	1114	1545	8,5	40	3,5	Ví dụ theo sáng chế
11	A	8	0,40	20	1,00	1123	1515	9,1	43	3,0	
12	A	2	0,10	5	0,25	732	1139	12,2	26	1,0	Ví dụ so sánh

13	B	3	0,14	21	0,95	1099	1528	8,4	44	2,0	Ví dụ theo sáng chế
14	C	3	0,14	20	0,95	1047	1340	8,7	46	2,0	
15	D	3	0,15	19	0,95	1017	1486	10,8	32	2,0	
16	D	2	0,10	20	1,00 *	1062	1504	10,1	35	2,0	
17	D	3	0,15	20	1,00	992	1520	12,5	21	3,0	
18	E	2	0,10	19	0,95	1107	1533	8,9	36	2,0	
19	E	3	0,15	20	1,00	1074	1569	10,6	35	3,0	
20	E	3	0,15	20	1,00	1098	1521	8,4	39	3,0	
21	F	2	0,10	20	1,00	1071	1488	9,2	36	2,0	
22	G	2	0,10	19	0,90	1049	1477	9,4	35	2,0	
23	H	3	0,14	21	1,00	1129	1584	8,2	33	2,0	
24	I	3	0,15	20	1,00	1074	1496	17,5	31	2,0	
25	I	1	0,05	19	0,95	977	1558	16,2	14	3,0	
26	I	2	0,10	19	0,95	1165	1482	17,0	36	2,0	
27	J	3	0,14	20	0,91	1101	1500	14,9	40	2,0	
28	K	3	0,17	17	0,94	1091	1506	8,5	38	2,0	
29	L	4	0,17	22	0,96	1069	1517	8,0	39	2,0	
30	M	4	0,20	19	0,95	1086	1482	8,3	41	2,5	
31	N	2	0,12	15	0,88	1075	1513	8,7	37	2,0	
32	O	3	0,16	19	1,00	1058	1493	8,0	45	2,0	
33	P	3	0,14	20	0,95	1064	1509	8,5	36	2,0	
34	Q	3	0,14	20	0,91	1093	1516	8,3	37	2,0	
35	R	6	0,30	20	1,00	1116	1511	8,4	35	2,0	
36	S	2	0,10	20	1,00	1087	1509	8,8	40	2,0	
37	T	4	0,19	20	0,95	1072	1491	10,2	35	2,5	
38	U	2	0,11	17	0,94	1100	1522	9,0	42	2,0	
39	V	2	0,11	19	1,00	1066	1504	8,6	35	2,0	

40	W	*	0	0,00	3	1,00	721	1158	11,4	31	3,0	Ví dụ so sánh
41	X	*	3	0,15	6	0,30	719	1165	12,3	33	3,0	
42	Y	*	3	0,13	19	0,83	751	1088	14,0	27	2,5	
43	Z	*	2	0,11	18	1,00	982	1504	7,7	10	5,0	
44	AA	*	3	0,16	18	0,95	956	1483	9,5	12	5,0	
45	AB	*	1	0,05	20	1,00	721	1083	9,2	58	1,0	
46	AC	*	2	0,10	19	0,95	1109	1706	10,6	8	5,0	

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Trong các phương án làm ví dụ theo sáng chế trong đó thành phần hóa học và trạng thái có mặt B thỏa mãn phạm vi mà được xác định bởi sáng chế, các kết quả mà thể hiện rằng độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn và trị số của R/t là 3,5 hoặc thấp hơn, và vì vậy, các phương án ví dụ có độ bền cao và khả năng uốn tốt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh trong đó một hoặc cả hai thành phần hóa học và trạng thái có mặt B nằm ngoài phạm vi được xác định bởi sáng chế, các kết quả này cho thấy độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn hoặc khả năng uốn tốt không thu được.

Ví dụ 4

Trong số thép mà có thành phần hóa học được thể hiện trên bảng 10, các thép A, B, C, D, F, I và J được nấu chảy trong buồng luyện và các thỏi được đúc. Sau đó, quá trình cán nóng được thực hiện dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 15, và các tấm thép nhúng nóng mà có chiều dày nằm trong khoảng từ 2,0 đến 3,0 mm thu được. Lưu ý rằng, các điều kiện khác nhau trong quy trình tẩy gỉ giống như trong Ví dụ 1. Sau đó, việc tẩy gỉ được thực hiện, được tiếp sau bởi quá trình cán nguội với sự giảm thiểu việc cán được thể hiện trên bảng 16 để thu được các tấm thép cán nguội mà có chiều dày là 1,0 mm. Các tấm thép cán nguội thu được được đem vào quá trình xử lý nhiệt mà mô phỏng cách mạ kẽm nhúng nóng liên tục dưới các điều kiện được thể hiện trên bảng 16.

Bảng 15

Thử nghiệm số	Thép	Các điều kiện cán nóng										Do $\times 10^{-6}$	Chiều dày (mm)
		SRT (°C)	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	Td (°C)	FT (°C)	Δt (giây)	CR1 (°C/giây)	CT (°C)	tsc (μm)		
1	A	1250	75	86	15	990	950	3,1	35	600	7	188	2,5
2	A	1250	75	86	15	980	950	3,0	31	450	7	6	2,5
3	A	1250	75	86	15	1000	960	2,4	40	580	7	7	2,5
4	A	1250	75	86	15	870	870	4,3	47	620	2	177	2,5
5	A	1250	75	86	15	990	980	3,2	13	770	8	684	2,5
6	A	1250	75	86	15	980	900	2,3	27	570	6	180	2,5
7	A	1250	75	86	15	1010	950	3,2	27	590	6	136	2,5
8	A	1250	75	86	15	1040	950	3,4	30	620	8	308	3,0
9	A	1250	75	86	15	1000	960	3,2	24	600	7	156	2,5
10	A	1250	75	86	15	1010	950	3,6	22	590	8	165	2,5
11	A	1250	75	86	15	970	940	2,8	38	550	6	30	2,5
12	A	1250	75	86	15	990	950	3,1	35	600	7	188	2,5
13	B	1250	75	86	15	980	950	2,6	25	610	6	194	2,5
14	B	1250	75	86	15	1000	960	3,0	35	580	7	145	2,5
15	B	1250	75	86	15	990	950	4,4	31	620	7	267	2,5
16	B	1250	75	86	15	1010	980	3,5	40	570	7	100	3,0
17	C	1250	75	86	15	980	970	4,6	19	630	5	308	2,5
18	D	1250	75	86	15	990	950	1,7	30	650	8	390	2,0
19	F	1250	75	86	15	1020	900	2,5	30	600	10	76	3,0
20	I	1250	75	86	15	1030	1020	1,9	33	640	9	115	2,0
21	J	1250	75	86	15	1020	950	2,2	29	650	7	438	2,0

Bảng 16

Thử nghiệm số	Thép	Các điều kiện cán nguội			Các điều kiện ủ									
		Tốc độ cán nguội (%)	Chiều dày (mm)	HR (°C/giây)	T1 (°C)	t1 (giây)	CR2 (°C/giây)	T2 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	CR3 (°C/giây)	T3 (°C)	T4 (°C)	t2 (giây)
1	A	60	1,0	1,8	840	72	4,2	650	475	530	38	230	290	30
2	A	60	1,0	1,9	845	72	4,3	650	480	520	38	230	285	20
3	A	60	1,0	1,8	840	72	4,2	650	470	530	38	235	290	20
4	A	60	1,0	1,8	835	72	4,3	640	480	530	38	225	290	25
5	A	60	1,0	1,9	845	72	4,1	660	470	520	38	220	285	20
6	A	60	1,0	1,8	840	72	4,7	630	480	520	38	30	300	20
7	A	60	1,0	1,8	840	72	4,4	640	480	520	38	220	280	330
8	A	67	1,0	1,8	840	72	4,0	660	475	630	38	240	290	20
9	A	60	1,0	1,8	840	72	28,0	660	480	530	38	220	280	20
10	A	60	1,0	1,8	840	72	1,3	780	470	520	38	240	285	20
11	A	60	1,0	1,8	840	72	4,2	650	480	530	38	230	290	20
12	A	60	1,0	1,8	840	72	4,4	640	475	không có	38	230	290	25
13	B	60	1,0	1,6	815	72	3,9	640	470	530	38	230	285	30
14	B	60	1,0	1,7	825	72	3,9	650	470	530	38	120	160	35
15	B	60	1,0	1,4	795	72	3,2	650	480	520	38	230	285	30
16	B	67	1,0	1,6	820	72	3,8	650	465	không có	38	235	290	20
17	C	60	1,0	1,9	845	72	4,6	640	480	510	38	230	270	20
18	D	50	1,0	2,0	860	72	4,7	650	475	540	38	240	300	165
19	F	67	1,0	1,5	810	72	3,6	650	470	510	38	290	290	30
20	I	50	1,0	2,0	855	72	4,6	650	470	550	38	240	390	180
21	J	50	1,0	2,0	860	72	4,7	650	480	550	38	250	360	170

Độ bền kéo (TS), giới hạn đàn hồi (YS), tổng độ giãn dài (El), tỷ lệ giãn nở lỗ (λ), tỷ lệ (R/t) giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R , các tỷ lệ diện tích của tổ chức tế vi của thép cũng như là các trị số của sol. B_s/B và sol. B_q/B cho các tấm thép cán nguội thu được được xác định bởi cùng các phương pháp như ở Ví dụ 1.

Kết quả của các việc xác định này được thể hiện trên các bảng 17 và 18. Lưu ý rằng, trong ví dụ này sự chú trọng được đặt vào độ bền, và kết quả này được xác định là tốt trong trường hợp mà độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R là 3,5 hoặc thấp hơn.

Bảng 17

Thử nghiệm số	Thép	Tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt (% thể tích)					Tổ chức tế vi của phần bên trong (% thể tích)				
		V α	VB	VM	VTM/VM	V γ	V α	VB	VM	VTM/VM	V γ
1	A	55	20	19	75	5	0	21	73	75	5
2	A	6	17	72	80	4	0	18	77	85	4
3	A	5	14	76	80	4	0	20	75	80	4
4	A	6	19	70	80	4	0	25	70	80	4
5	A	58	22	15	55	4	37	18	39	55	5
6	A	53	10	36	90	0	0	7	91	95	1
7	A	56	18	21	75	4	0	19	76	85	4
8	A	56	13	17	100	0	0	45	37	100	4
9	A	9	25	61	85	4	0	16	80	80	3
10	A	5	22	70	85	2	0	25	70	90	4
11	A	25	16	54	75	4	0	16	78	80	5
12	A	51	15	30	60	3	0	24	71	60	4
13	B	56	5	36	80	2	0	6	91	85	2
14	B	55	8	33	30	3	0	9	89	30	1
15	B	63	8	26	80	2	15	9	75	85	0
16	B	54	10	33	90	2	0	12	85	85	0
17	C	53	8	36	80	2	0	8	89	85	2
18	D	58	13	21	75	7	0	23	69	70	7
19	F	48	10	39	75	2	0	5	92	80	2
20	I	51	0	33	80	15	0	6	77	85	16
21	J	54	0	34	80	11	0	6	79	85	14

Bảng 18

Thử nghiệm số	Thép	Trạng thái có mặt của B				Các đặc tính cơ học					
		sol.Bs (ppm)	sol.Bs/B	sol.Bq (ppm)	sol.Bq/B	YS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	λ (%)	R/t	
1	A	3	0,15	20	1,00	1034	1508	9,3	36	2,0	Ví dụ theo sáng chế
2	A	19	0,95 *	20	1,00	1092	1556	8,6	37	4,5	Ví dụ so sánh
3	A	19	0,95 *	20	1,00	1073	1521	8,8	34	4,5	
4	A	19	0,95 *	20	1,00	1081	1535	8,4	39	4,5	
5	A	2	0,10	7	0,35 *	765	1148	12,9	25	1,0	
6	A	2	0,10	19	0,95	1196	1502	7,8	44	2,0	Ví dụ theo sáng chế
7	A	3	0,15	20	1,00	1077	1481	8,5	38	2,0	
8	A	2	0,10	19	0,95	740	1198	11,6	41	3,0	
9	A	4	0,20	19	0,95	1059	1511	8,7	44	3,5	
10	A	3	0,15	20	1,00	1030	1477	9,2	36	3,5	
11	A	8	0,40	20	1,00	1100	1537	8,2	40	3,0	
12	A	3	0,15	20	1,00	1028	1493	9,5	36	2,0	
13	B	3	0,14	21	0,95	1086	1519	8,2	44	2,0	
14	B	3	0,14	20	0,91	1061	1596	8,0	29	3,5	
15	B	2	0,09	20	0,91	1006	1494	10,3	26	2,5	
16	B	3	0,14	21	0,95	1073	1514	8,8	34	2,0	
17	C	3	0,14	20	0,95	1017	1321	8,4	48	2,0	
18	D	3	0,15	19	0,95	1033	1476	10,8	31	2,0	
19	F	2	0,10	20	1,00	1071	1488	9,2	36	2,0	
20	I	1	0,05	19	0,95	1108	1505	17,9	24	2,0	
21	J	2	0,09	21	0,95	1158	1496	16,5	30	2,0	

* thể hiện các điều kiện không thỏa mãn các khoảng mà được đưa ra bởi sáng chế.

Trong các phương án làm ví dụ theo sáng chế trong đó thành phần hóa học và trạng thái có mặt B thỏa mãn phạm vi mà được xác định bởi sáng chế, các kết quả mà thể hiện rằng độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn và trị số của R/t là 3,5 hoặc thấp hơn, và vì vậy, các phương án ví dụ có độ bền cao và khả năng uốn tốt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh trong đó một hoặc cả hai thành phần hóa học và trạng thái có mặt B nằm ngoài phạm vi được xác định bởi sáng chế, các kết quả này cho thấy độ bền kéo là 1180 MPa hoặc cao hơn hoặc khả năng uốn tốt không thu được.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội có độ bền cao, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, và tấm thép mạ kẽm nung có độ bền cao mà có khả năng uốn vượt trội có thể thu được.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tầm thép cán nguội có thành phần hóa học theo % khối lượng bao gồm:

C: nằm trong khoảng từ 0,050 đến 0,40%,

Si: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,0%,

Mn: nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0%,

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Ti: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%,

B: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,010%,

P: 0,1% hoặc thấp hơn,

S: 0,01% hoặc thấp hơn,

O: 0,1% hoặc thấp hơn,

N: 0,01% hoặc thấp hơn,

Cr: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Mo: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Ni: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Cu: nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%,

Nb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,20%

V: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%,

W: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%,

Ca: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

Mg: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

Bi: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,10%,

Zr: nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%,

REM (kim loại đất hiếm- rare earth metal): nằm trong khoảng từ 0 đến 0,01%, và

còn lại là Fe và các tạp chất,

và thỏa mãn công thức (i) và công thức (ii) dưới đây:

sol. $B_s/B \leq 0,50,..$ (i)

sol. $B_q/B > 0,50,..$ (ii)

trong đó, ý nghĩa của mỗi ký hiệu trong các công thức trên như sau:

B: hàm lượng B, tính theo %khối lượng, được chứa trong tấm thép;

sol. B_s : hàm lượng B, tính theo %khối lượng, tồn tại ở dạng dung dịch rắn tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép, trong đó giá trị của sol. B_s được xác định bằng cách tính lượng B được tiêu thụ dưới dạng chất kết tủa bằng cách xác định khối lượng của borua bằng phương pháp phân tích dư lượng bằng cách chiết điện phân đến chiều sâu 30 μm mà không mài bề mặt tấm thép, và sau đó trừ đi lượng B tính được khỏi hàm lượng B chứa trong thép; và

sol. B_q : hàm lượng B, tính theo %khối lượng, tồn tại ở dạng dung dịch rắn ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép, trong đó giá trị của sol. B_q được xác định bằng cách tính lượng B được tiêu thụ dưới dạng chất kết tủa bằng cách xác định khối lượng của borua bằng phương pháp phân tích dư lượng bằng cách chiết điện phân bằng cách mài cơ học tấm thép đến vị trí 1/4 chiều dày, và sau đó thực hiện chiết điện phân đến chiều sâu 30 μm , và sau đó trừ đi lượng B tính được khỏi hàm lượng B chứa trong thép.

2. Tấm thép cán nguội theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học theo % khối lượng bao gồm một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ:

Cr: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Mo: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Ni: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%,

Cu: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%, và

Sn: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,50%.

3. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó hợp phần hóa học theo % khối lượng bao gồm một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ:

Nb: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,20%,

V: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,50%, và

W: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,50%.

4. Tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hợp phần hóa học theo % khối lượng bao gồm một hoặc nhiều hơn các nguyên tố mà được chọn từ:

Ca: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%,

Mg: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%,

Bi: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,10%,

Zr: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%, và

REM: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01%.

5. Tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

tổ chức tế vi của thép tại vị trí tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 10 đến 95%, và

còn lại là: một hoặc nhiều hơn các loại được chọn từ mactenxit, bainit và auxtenit được giữ lại,

với tỷ lệ của mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn; và

tổ chức tế vi của thép ở vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: 60% hoặc thấp hơn, và

còn lại là: một hoặc nhiều hơn các loại được chọn từ mactenxit, bainit và auxtenit được giữ lại,

với tỷ lệ của mactenxit được ram so với mactenxit tổng thể là 50% hoặc cao hơn.

6. Tấm thép cán nguội theo điểm 5, trong đó:

tổ chức tế vi của thép tại vị trí mà tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 30 đến 95%; và

tổ chức tế vi của thép tại vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép là % diện tích, ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 10 đến 60%.

7. Tấm thép cán nguội theo điểm 5, trong đó:

tổ chức tế vi của thép tại vị trí mà tính từ bề mặt xuống chiều sâu 30 μm của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: nằm trong khoảng từ 10 đến 80%, và

tổ chức tế vi của thép tại vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép theo % diện tích là:

ferit đa giác: 20% hoặc thấp hơn,

mactenxit: 50% hoặc cao hơn,

bainit: 40% hoặc thấp hơn, và

auxtenit được giữ lại: 20% hoặc thấp hơn.

8. Tấm thép cán nguội theo điểm 6, trong đó độ bền kéo được thực hiện phù hợp với JIS Z 2241 là 980 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R mà tại đó sự nứt gãy không xuất hiện theo phương pháp khối V phù hợp với thử nghiệm uốn cong được quy định trong JIS Z 2248 là 2,5 hoặc thấp hơn.

9. Tấm thép cán nguội theo điểm 7, trong đó độ bền kéo được thực hiện phù hợp với JIS Z 2241 là 1180 MPa hoặc cao hơn, và tỷ lệ R/t giữa chiều dày tấm t và bán kính cong nhỏ nhất R mà tại đó sự nứt gãy không xuất hiện theo phương pháp khối V phù hợp với thử nghiệm uốn cong được quy định trong JIS Z 2248 là 3,5 hoặc thấp hơn.

10. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có lớp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9. 2

11. Tấm thép mạ kẽm nung mà có lớp mạ kẽm nung trên bề mặt của tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9. 3

FIG.1

