



(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)



1-0023965

(51)⁷ **B21D 22/20**; C21D 8/02; C21D 9/00; (13) **B**
C21D 9/46; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/08; C22C 38/12; C22C 38/14;
C22C 38/16; C22C 38/18; C22C 38/22;
C22C 38/28; C22C 38/58; C23C 2/02;
C23C 2/06; C23C 2/12; C23C 2/26;
C23C 2/28; C21D 1/18

(21) 1-2014-02364

(22) 11/01/2013

(86) PCT/JP2013/050405 11/01/2013

(87) WO2013/105638A1 18/07/2013

(30) 2012-004864 13/01/2012 JP; 2012-004549 13/01/2012 JP

(45) 25/06/2020 387

(43) 27/10/2014 319A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

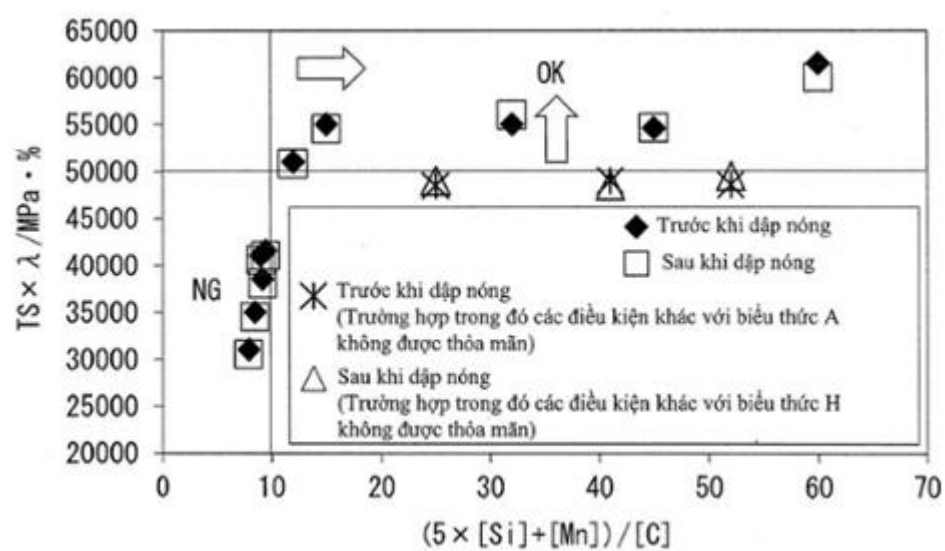
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) NONAKA Toshiki (JP); KATO Satoshi (JP); KAWASAKI Kaoru (JP); TOMOKIYO Toshimasa (JP)

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI, TẤM THÉP CÁN NGUỘI ĐƯỢC DẬP NÓNG VÀ
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CÁC TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội thỏa mãn biểu thức $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}])/[\text{C}] > 11$ khi $[\text{C}]$ thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, $[\text{Si}]$ thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và $[\text{Mn}]$ thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, cấu trúc kim tương trước khi dập nóng chứa ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90% và mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn, độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn $H2/H1 < 1,10$ và $\sigma_{HM} < 20$ trước khi dập nóng, và $TS \times \lambda$, mà là tích số của độ bền kéo TS và tỷ lệ nong rộng lỗ l bằng 50000MPa •% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có khả năng gia công tuyệt vời trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, tấm thép dùng cho phương tiện giao thông được yêu cầu cần cải thiện xét về sự toàn khi va chạm và có trọng lượng giảm. Trong bối cảnh này, quá trình dập nóng (còn được gọi là ép nóng, dập nóng, tôi bằng khuôn, tôi-ép hoặc tương tự) đang được quan tâm làm phương pháp để thu được độ bền cao. Dập nóng là phương pháp tạo hình, trong đó tấm thép được gia nhiệt ở nhiệt độ cao, ví dụ, 700°C hoặc lớn hơn, sau đó được tạo hình nóng để cải thiện khả năng gia công của tấm thép, và được tôi bằng cách làm nguội sau khi gia công, nhờ đó thu được chất lượng vật liệu mong muốn. Như nêu trên, tấm thép được dùng làm kết cấu thân của phương tiện giao thông cần phải có khả năng gia công ép cao và độ bền cao. Tấm thép có cấu trúc ferit và mactensit, tấm thép có cấu trúc ferit và bainit, tấm thép chứa austenit dư trong cấu trúc hoặc tương tự được biết đến là tấm thép có cả khả năng gia công ép và độ bền cao. Trong số các tấm thép này, tấm thép nhiều pha có mactensit phân tán trong nền ferit có giới hạn chảy thấp và độ bền kéo cao, và hơn nữa, có đặc tính giãn dài tuyệt vời. Tuy nhiên, tấm thép nhiều pha có khả năng giãn nở lỗ kém do ứng suất tập trung ở mặt phân cách giữa ferit và mactensit, và sự rạn nứt có thể bắt nguồn từ mặt phân cách này.

Ví dụ, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3 bộc lộ tấm thép nhiều pha. Ngoài ra, các tài liệu sáng chế từ 4 đến 6 bộc lộ các mối tương quan giữa độ cứng và khả năng tạo hình của tấm thép.

Tuy nhiên, ngay cả với các kỹ thuật đã biết, sẽ khó thu được tấm thép mà

thỏa mãn các yêu cầu hiện nay đối với phương tiện giao thông như làm giảm trọng lượng hơn nữa và các hình dạng của các chi tiết cấu thành phức tạp hơn.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H6-128688

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2000-319756

Tài liệu sáng chế 3: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-120436

Tài liệu sáng chế 4: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-256141

Tài liệu sáng chế 5: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2001-355044

Tài liệu sáng chế 6: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H11-189842.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội được mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép cán nguội tráng kẽm, tấm thép cán nguội được mạ kẽm điện phân, và tấm thép cán nguội mạ nhôm, mà có khả năng đảm bảo về độ bền trước và sau khi dập nóng và có sự giãn nở lỗ tốt hơn, và phương pháp sản xuất các tấm thép này.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu đối với tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội được mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép cán nguội tráng kẽm, tấm thép cán nguội được mạ kẽm điện phân, và tấm thép cán nguội mạ nhôm, mà được đảm bảo về độ bền trước khi dập nóng (trước khi gia nhiệt để thực hiện quá trình tôi trong quá trình dập nóng) và/hoặc sau khi dập nóng (sau khi tôi trong quá trình dập nóng), và có khả năng gia công tuyệt vời (khả năng giãn nở lỗ). Kết quả, đã nhận thấy rằng, đối với thành phần thép, khi thiết lập được mối tương quan thích hợp giữa hàm lượng Si, hàm lượng Mn và hàm lượng C, tỷ lệ ferit và tỷ lệ mactensit trong tấm thép được thiết lập theo các tỷ lệ định trước, và tỷ lệ độ cứng (mức chênh lệch về độ cứng) của mactensit

giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm được thiết lập trong các khoảng cụ thể, có thể sản xuất công nghiệp tấm thép cán nguội có khả năng đảm bảo, trong tấm thép, khả năng gia công lớn hơn so với trước đây, tức là, đặc tính $TS \times \lambda \geq 50000 \text{MPa} \cdot \%$, mà là tích số của độ bền kéo TS và tỷ lệ nong rộng lỗ λ . Hơn nữa, đã nhận thấy rằng, khi tấm thép cán nguội này được sử dụng trong quá trình dập nóng, thu được tấm thép có khả năng gia công tuyệt vời ngay sau khi dập nóng. Ngoài ra, cũng rõ ràng rằng việc ngăn chặn sự phân ly của MnS ở phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội cũng có hiệu quả trong việc làm cải thiện khả năng gia công (khả năng giãn nở lỗ) của tấm thép trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng. Ngoài ra, cũng nhận thấy rằng, trong quá trình cán nguội, việc điều chỉnh tỷ lệ của tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội với tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội (tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội tích lũy) từ giá cán trên cùng đến giá cán thứ ba, tính theo giá cán trên cùng trong khoảng cụ thể là có hiệu quả trong việc điều chỉnh độ cứng của mactensit. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã nhận thấy các khía cạnh của sáng chế như được mô tả dưới đây. Ngoài ra, đã nhận thấy rằng các hiệu quả này không bị giảm ngay cả khi lớp mạ kẽm nhúng nóng, lớp tráng kẽm, lớp mạ kẽm điện phân và lớp mạ nhôm được tạo ra trên tấm thép cán nguội.

(1) Tức là, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội chứa (tính theo % trọng lượng): C: 0,030% đến 0,150%, Si: 0,010% đến 1,000%, Mn: 1,50% đến 2,70%, P: 0,001% đến 0,060%, S: 0,001% đến 0,010%, N: 0,0005% đến 0,0100%, Al: 0,010% đến 0,050%, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số: B: 0,0005% đến 0,0020%, Mo: 0,01% đến 0,50%, Cr: 0,01% đến 0,50%, V: 0,001% đến 0,100%, Ti: 0,001% đến 0,100%, Nb: 0,001% đến 0,050%, Ni: 0,01% đến 1,00%, Cu: 0,01% đến 1,00%, Ca: 0,0005% đến 0,0050%, REM: 0,0005% đến 0,0050%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó, khi [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Si] thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và [Mn] thể hiện

hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, thì biểu thức (A) dưới đây được thỏa mãn, cấu trúc kim tương trước khi đập nóng chứa ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90% và mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn, cấu trúc kim tương có thể tùy ý còn chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, và phần còn lại là bainit với lượng nhỏ hơn 40%, tính theo tỷ lệ diện tích, độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn biểu thức (B) và biểu thức (C) dưới đây trước khi đập nóng, $TS \times \lambda$, mà là tích số của độ bền kéo TS và tỷ lệ nong rộng lỗ λ bằng 50000MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [Si] + [Mn])/[C] > 11 \quad (A),$$

$$H2/H1 < 1,10 \quad (B),$$

$$\sigma_{HM} < 20 \quad (C), \text{ và}$$

H1 là độ cứng trung bình của mactensit tại phần bề mặt của chiều dày tấm trước khi đập nóng, H2 là độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, mà là vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày nằm ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi đập nóng, và σ_{HM} là phương sai của độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi đập nóng.

(2) Trong tấm thép cán nguội theo mục (1), tỷ lệ diện tích của MnS có mặt trong tấm thép cán nguội và có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm có thể bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và biểu thức (D) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$n2/n1 < 1,5 \quad (D), \text{ và}$$

$n1$ là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần 1/4 chiều dày tấm trước khi đập nóng, và $n2$ là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi đập nóng.

(3) Trong tấm thép dập nóng theo mục (1) hoặc (2), lớp mạ kẽm có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

(4) Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội bao gồm bước đúc thép nóng chảy chứa thành phần hóa học theo mục (1) và thu được tấm thép, gia nhiệt tấm thép, cán nóng tấm thép bằng máy cán nóng có nhiều giá cán, cuộn tấm thép sau khi cán nóng, tẩy gỉ tấm thép sau khi cuộn, cán nguội tấm thép này bằng máy cán nguội có nhiều giá cán sau khi tẩy gỉ dưới điều kiện thỏa mãn biểu thức (E) dưới đây, ở, trong đó tấm thép được ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C và làm nguội sau khi cán nguội, cán-tôi tấm thép sau khi ủ,

$$1,5 \times r_1/r + 1,2 \times r_2/r + r_3/r > 1,0 \quad (E), \text{ và}$$

r_i ($i = 1, 2, 3$) thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng ở giá cán thứ i ($i = 1, 2, 3$), tính theo giá cán trên cùng trong số các giá cán trong quá trình cán nguội, tính theo đơn vị %, và r thể hiện tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %.

(5) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục (4) có thể còn bao gồm bước mạ kẽm tấm thép giữa bước ủ và bước cán-tôi.

(6) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục (4), khi CT thể hiện nhiệt độ cuộn trong bước cuộn, tính theo đơn vị °C, [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, [Si] thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và [Mo] thể hiện hàm lượng Mo, tính theo % trọng lượng trong tấm thép, biểu thức (F) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \quad (F).$$

(7) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục (6), khi T thể hiện nhiệt độ gia nhiệt trong bước gia nhiệt theo đơn vị °C, t thể hiện thời gian ở trong lò trong bước gia nhiệt theo đơn vị phút, [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, và [S] thể hiện hàm lượng S, tính theo % trọng lượng trong tấm thép, biểu thức (G) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$T \times \ln(t)/(1,7 [\text{Mn}] + [\text{S}]) > 1500 \quad (\text{G}).$$

(8) Tức là, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội dùng để dập nóng chứa (tính theo % trọng lượng): C: 0,030% đến 0,150%, Si: 0,010% đến 1,000%, Mn: 1,50% đến 2,70%, P: 0,001% đến 0,060%, S: 0,001% đến 0,010%, N: 0,0005% đến 0,0100%, Al: 0,010% đến 0,050%, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số: B: 0,0005% đến 0,0020%, Mo: 0,01% đến 0,50%, Cr: 0,01% đến 0,50%, V: 0,001% đến 0,100%, Ti: 0,001% đến 0,100%, Nb: 0,001% đến 0,050%, Ni: 0,01% đến 1,00%, Cu: 0,01% đến 1,00%, Ca: 0,0005% đến 0,0050%, REM: 0,0005% đến 0,0050%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó, khi [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Si] thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, biểu thức (H) dưới đây được thỏa mãn, cấu trúc kim tương sau khi dập nóng chứa ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90% và mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn, cấu trúc kim tương có thể tùy ý còn chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, và phần còn lại là bainit với lượng nhỏ hơn 40%, tính theo tỷ lệ diện tích, độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn biểu thức (I) và biểu thức (J) dưới đây sau khi dập nóng, $TS \times \lambda$, mà là tích số của độ bền kéo TS và tỷ lệ nong rộng lỗ λ bằng 50000MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}])/[\text{C}] > 11 \quad (\text{H}),$$

$$H_{21}/H_{11} < 1,10 \quad (\text{I}),$$

$$\sigma_{HM1} < 20 \quad (\text{J}), \text{ và}$$

H11 là độ cứng trung bình của mactensit tại phần bề mặt của chiều dày tấm sau khi dập nóng, H21 là độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, mà là vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày nằm ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng, và σ_{HM1} là phương sai của độ

cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

(9) Trong tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (8), tỷ lệ diện tích của MnS có mặt trong tấm thép cán nguội và có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm có thể bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và biểu thức (K) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$n_{21}/n_{11} < 1,5 \text{ (K), và}$$

n_{11} là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần 1/4 chiều dày tấm sau khi dập nóng, và n_{21} là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

(10) Trong tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (8) hoặc (9), lớp mạ kẽm nhúng nóng có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

(11) Trong tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (10), lớp tráng kẽm có thể được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm nhúng nóng.

(12) Trong tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (8) hoặc (9), lớp mạ kẽm điện phân có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

(13) Trong tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (8) hoặc (9), lớp mạ nhôm có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

(14) Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội dùng để dập nóng bao gồm bước đúc thép nóng chảy chứa thành phần hóa học theo mục (8) và thu được tấm thép, gia nhiệt tấm thép, cán nóng tấm thép bằng máy cán nóng có nhiều giá cán, cuộn tấm thép sau khi cán nóng, tẩy gỉ tấm thép sau khi cuộn, cán nguội tấm thép này bằng máy cán nguội có nhiều giá cán sau khi tẩy gỉ dưới điều kiện thỏa mãn biểu thức (L) dưới đây, ủ, trong đó tấm thép được ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C và làm nguội sau khi cán nguội, và cán-tôi tấm thép sau khi ủ,

$$1,5 \times r_1/r + 1,2 \times r_2/r + r_3/r > 1 \quad \text{(L), và}$$

r_i ($i = 1, 2, 3$) thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng ở giá cán

thứ i ($i = 1, 2, 3$), tính theo giá cán trên cùng trong số các giá cán trong quá trình cán nguội, tính theo đơn vị %, và r thể hiện tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %.

(15) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (14), khi CT thể hiện nhiệt độ cuộn trong bước cuộn, tính theo đơn vị °C, [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, [Si] thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và [Mo] thể hiện hàm lượng Mo, tính theo % trọng lượng trong tấm thép, biểu thức (M) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \quad (M).$$

(16) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo mục (15), khi T thể hiện nhiệt độ gia nhiệt trong bước gia nhiệt theo đơn vị °C, t thể hiện thời gian ở trong lò trong bước gia nhiệt theo đơn vị phút, [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, và [S] thể hiện hàm lượng S, tính theo % trọng lượng trong tấm thép, biểu thức (N) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$T \times \ln(t)/(1,7 \times [Mn] + [S]) > 1500 \quad (N).$$

(17) Phương pháp sản xuất theo mục bất kỳ trong số các mục từ (14) đến (16) có thể còn bao gồm bước mạ kẽm tấm thép giữa bước ủ và bước cán-tôi.

(18) Phương pháp sản xuất theo mục (17) có thể còn bao gồm bước hợp kim hóa tấm thép giữa bước mạ kẽm và bước cán-tôi.

(19) Phương pháp sản xuất theo mục bất kỳ trong số các mục từ (14) đến (16) có thể còn bao gồm bước mạ kẽm điện phân tấm thép sau khi cán-tôi.

(20) Phương pháp sản xuất theo mục bất kỳ trong số các mục từ (14) đến (16) có thể còn bao gồm bước mạ nhôm tấm thép giữa bước ủ và bước cán-tôi.

Tấm thép dập nóng thu được bằng cách sử dụng tấm thép theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (20) có khả năng gia công tuyệt vời.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, do mối tương quan thích hợp được thiết lập giữa hàm

lượng C, hàm lượng Mn và hàm lượng Si, và độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano được thiết đặt tới trị số thích hợp, có thể thu được sự giãn nở lỗ tốt hơn trước khi đập nóng và/hoặc sau khi đập nóng trong tấm thép đập nóng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}])/[\text{C}]$ và $\text{TS} \times \lambda$ trước khi đập nóng và sau khi đập nóng.

Fig.2A là đồ thị minh họa sự thiết lập biểu thức (B) và là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $\text{H2}/\text{H1}$ và σ_{HM} trước khi đập nóng và mối tương quan giữa $\text{H21}/\text{H11}$ và σ_{HM1} sau khi đập nóng.

Fig.2B là đồ thị minh họa sự thiết lập biểu thức (C) và là đồ thị minh họa mối tương quan giữa σ_{HM} và $\text{TS} \times \lambda$ trước khi đập nóng và mối tương quan giữa σ_{HM1} và $\text{TS} \times \lambda$ sau khi đập nóng.

Fig.3 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $n2/n1$ và $\text{TS} \times \lambda$ trước khi đập nóng và mối tương quan giữa $n21/n11$ và $\text{TS} \times \lambda$ sau khi đập nóng, và minh họa sự thiết lập biểu thức (D).

Fig.4 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $1,5 \times r1/r + 1,2 \times r2/r + r3/r$ và $\text{H2}/\text{H1}$ trước khi đập nóng và mối tương quan giữa $1,5 \times r1/r + 1,2 \times r2/2 + r3/r$ và $\text{H21}/\text{H11}$ sau khi đập nóng, và minh họa sự thiết lập biểu thức (E).

Fig.5A là đồ thị minh họa mối tương quan giữa biểu thức (F) và tỷ lệ mactensit.

Fig.5B là đồ thị minh họa mối tương quan giữa biểu thức (F) và tỷ lệ peclit.

Fig.6 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $T \times \ln(t)/(1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}])$ và $\text{TS} \times \lambda$, và minh họa sự thiết lập biểu thức (G).

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh của tấm thép đập nóng được sử dụng trong ví dụ.

Fig.8A là sơ đồ khối minh họa phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo phương án của sáng chế.

Fig.8B là sơ đồ khối minh họa phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo phương án khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như nêu trên, cần thiết phải thiết lập mối tương quan thích hợp giữa hàm lượng Si, hàm lượng Mn và hàm lượng C và tạo ra độ cứng thích hợp cho mactensit ở vị trí định trước trong tấm thép để cải thiện khả năng gia công (khả năng giãn nở lỗ). Cho đến nay, không có các nghiên cứu về mối tương quan giữa khả năng gia công và độ cứng của mactensit trong tấm thép trước khi dập nóng hoặc sau khi dập nóng.

Trong bản mô tả, các lý do để giới hạn thành phần hóa học của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng theo phương án của sáng chế (trong một số trường hợp, còn được gọi là tấm thép cán nguội trước khi dập nóng theo phương án thực hiện của sáng chế), tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo phương án của sáng chế (trong một số trường hợp, còn được gọi là tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo phương án thực hiện của sáng chế), và thép được dùng để sản xuất chúng sẽ được mô tả. Dưới đây, “%” là đơn vị của lượng thành phần riêng biểu thị “% trọng lượng”.

C: 0,030% đến 0,150%

C là nguyên tố quan trọng để làm tăng hàm lượng mactensit và làm tăng độ bền của thép. Khi hàm lượng C nhỏ hơn 0,030%, không thể làm tăng đủ độ bền của thép. Mặt khác, khi hàm lượng C lớn hơn 0,150%, sự suy giảm về tính dẻo (độ giãn dài) của thép trở nên đáng kể. Do đó, hàm lượng C được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,030% đến 0,150%. Trong trường hợp cần có khả năng giãn nở lỗ cao, hàm lượng C cần được thiết đặt bằng 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,010% đến 1,000%

Si là nguyên tố quan trọng để ngăn chặn sự tạo ra cacbua độc hại và thu được cấu trúc nhiều pha chủ yếu bao gồm cấu trúc ferit và phần còn lại là mactensit. Tuy nhiên, trong trường hợp nếu hàm lượng Si lớn hơn 1,000%, độ giãn dài hoặc khả năng giãn nở lỗ của thép giảm, và đặc tính xử lý chuyển hóa

hóa học cũng giảm. Do đó, hàm lượng Si được thiết đặt bằng 1,000% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, trong khi Si được bổ sung vào quá trình khử oxy, hiệu quả khử oxy là không đủ khi hàm lượng Si nhỏ hơn 0,010%. Do đó, hàm lượng Si được thiết đặt bằng 0,010% hoặc lớn hơn.

Al: 0,010% đến 0,050%

Al là nguyên tố quan trọng làm chất khử oxy. Để thu được hiệu quả khử oxy, hàm lượng Al được thiết đặt bằng 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, ngay cả khi Al được bổ sung quá mức cần thiết, hiệu quả nêu trên bị bão hòa, và ngược lại, thép trở nên giòn. Do đó, hàm lượng Al được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,050%.

Mn: 1,50% đến 2,70%

Mn là nguyên tố quan trọng để tăng độ thấm tôi của thép và tăng bền cho thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 1,50%, không thể làm tăng đủ độ bền của thép. Mặt khác, khi hàm lượng Mn lớn hơn 2,70%, khi độ thấm tôi tăng quá mức cần thiết, làm tăng độ bền của thép, và do đó, độ giãn dài hoặc khả năng giãn nở lỗ của thép giảm. Do đó, hàm lượng Mn được thiết đặt nằm trong khoảng từ 1,50% đến 2,70%. Trong trường hợp nếu cần có độ giãn dài cao, hàm lượng Mn cần được thiết đặt bằng 2,00% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,001% đến 0,060%

Trong trường hợp nếu lượng P lớn, P tách ra ở biên hạt, và làm giảm tính dẻo và tính hàn được cục bộ của thép. Do đó, hàm lượng P được thiết đặt bằng 0,060% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng P giảm quá mức cần thiết, dẫn đến làm tăng chi phí làm sạch, nên hàm lượng P cần được thiết đặt bằng 0,001% hoặc lớn hơn.

S: 0,001% đến 0,010%

S là nguyên tố tạo ra MnS và làm giảm đáng kể tính dẻo và tính hàn được cục bộ của thép. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng S được thiết đặt bằng 0,010%. Ngoài ra, để giảm chi phí làm sạch, giới hạn dưới của hàm lượng S cần được thiết đặt bằng 0,001%.

N: 0,0005% đến 0,0100%

N là nguyên tố quan trọng để tạo kết tủa AlN và chất tương tự và thu nhỏ các hạt tinh thể. Tuy nhiên, khi hàm lượng N lớn hơn 0,0100%, dung dịch rắn chứa nitơ còn sót lại và tính dẻo của thép giảm. Do đó, hàm lượng N được thiết đặt bằng 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Do vấn đề về chi phí làm sạch, nên giới hạn dưới của hàm lượng N cần được thiết đặt bằng 0,0005%.

Tám thép cán nguội theo sáng chế chứa thành phần cơ bản gồm các thành phần nêu trên, Fe là phần còn lại và các tạp chất không tránh khỏi, nhưng có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố bất kỳ trong số Nb, Ti, V, Mo, Cr, Ca, REM (kim loại đất hiếm), Cu, Ni và B là các nguyên tố mà đã được sử dụng với lượng bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn trên được nêu dưới đây để cải thiện độ bền, để điều chỉnh hình dạng của sulfua hoặc oxit, và chất tương tự. Vì các nguyên tố hóa học này không nhất thiết phải bổ sung vào tám thép, nên giới hạn dưới của chúng bằng 0%.

Nb, Ti và V là các nguyên tố làm kết tủa cacbonitrit mịn và tăng bền thép. Ngoài ra, Mo và Cr là các nguyên tố làm tăng khả năng thấm tôi và tăng bền thép. Để thu được các hiệu quả này, thép cần phải chứa Nb: 0,001% hoặc lớn hơn, Ti: 0,001% hoặc lớn hơn, V: 0,001% hoặc lớn hơn, Mo: 0,01% hoặc lớn hơn, và Cr: 0,01% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, ngay cả khi chứa Nb: lớn hơn 0,050%, Ti: lớn hơn 0,100%, V: lớn hơn 0,100%, Mo: lớn hơn 0,50%, và Cr: lớn hơn 0,50%, hiệu quả tăng bền này bị bão hòa, và lo ngại rằng có thể gây ra sự suy giảm về độ giãn dài hoặc khả năng giãn nở lỗ.

Tám thép có thể còn chứa Ca với lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0050%. Ca điều chỉnh hình dạng của sulfua hoặc oxit và cải thiện tính dẻo cục bộ hoặc khả năng giãn nở lỗ. Để thu được hiệu quả này bằng cách sử dụng Ca, tốt hơn là bổ sung Ca với hàm lượng bằng 0,0005% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, vì lo ngại rằng việc bổ sung quá mức có thể làm giảm khả năng gia công, nên giới hạn trên của hàm lượng Ca được thiết đặt bằng 0,0050%. Với lý do tương tự, kể cả đối với kim loại đất hiếm (REM), tốt hơn là thiết lập giới hạn dưới của kim loại đất hiếm bằng 0,0005% và giới hạn trên của kim loại đất hiếm bằng 0,0050%.

Tấm thép có thể còn chứa Cu: 0,01% đến 1,00%, Ni: 0,01% đến 1,00% và B: 0,0005% đến 0,0020%. Các nguyên tố này cũng cải thiện độ thấm tôi và làm tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, để thu được hiệu quả này, tốt hơn là tấm thép chứa Cu: 0,01% hoặc lớn hơn, Ni: 0,01% hoặc lớn hơn và B: 0,0005% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu các hàm lượng của các nguyên tố này bằng hoặc nhỏ hơn các giá trị nêu trên, hiệu quả tăng bền tấm thép là nhỏ. Mặt khác, ngay cả khi bổ sung Cu: lớn hơn 1,00%, Ni: lớn hơn 1,00% và B: lớn hơn 0,0020%, hiệu quả tăng bền này bị bão hòa, và lo ngại rằng tính dẻo có thể giảm.

Trong trường hợp nếu thép chứa B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ni, Cu, Ca và REM, một hoặc nhiều nguyên tố được chứa. Phần còn lại của thép là Fe và các tạp chất không tránh khỏi. Các nguyên tố ngoài các nguyên tố nêu trên (ví dụ, Sn, As và nguyên tố tương tự) có thể còn được chứa làm các tạp chất không thể tránh khỏi miễn là các nguyên tố này không làm ảnh hưởng đến các tính chất của thép. Hơn nữa, khi B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ni, Cu, Ca và REM được chứa với lượng nhỏ hơn các giới hạn dưới nêu trên, các nguyên tố này được xử lý như các tạp chất không tránh khỏi.

Ngoài ra, trong tấm thép cán nguội theo sáng chế, như được minh họa trên Fig.1, khi hàm lượng C (% trọng lượng), hàm lượng Si (% trọng lượng) và hàm lượng Mn (% trọng lượng) lần lượt được thể hiện bởi [C], [Si] và [Mn], điều quan trọng là thỏa mãn biểu thức (A) dưới đây (cũng như biểu thức (H)).

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 11 \quad (\text{A})$$

Khi biểu thức (A) nêu trên được thỏa mãn trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng, có thể thỏa mãn điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000 \text{MPa} \cdot \%$. Khi giá trị của $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$ bằng 11 hoặc nhỏ hơn, không thể thu được khả năng giãn nở lỗ đủ. Điều này là do, khi hàm lượng C lớn, độ cứng của pha cứng trở nên quá cao, mức chênh lệch về độ cứng (tỷ lệ của độ cứng) giữa pha cứng và pha mềm trở nên lớn, và do đó giá trị λ giảm, và, khi hàm lượng Si hoặc hàm lượng Mn nhỏ, TS trở nên thấp.

Thông thường, mactensit chứ không phải ferit trội hơn về khả năng gia

công (khả năng giãn nở lỗ) trong thép hai pha (thép DP). Kết quả của các nghiên cứu chuyên sâu của các tác giả sáng chế về độ cứng của mactensit, đã làm sáng tỏ rằng, khi mức chênh lệch về độ cứng (tỷ lệ của độ cứng) của mactensit giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm, và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm là ở trạng thái định trước trong pha trước khi dập nóng, trạng thái này hầu như được duy trì ngay cả sau khi tôi trong quá trình dập nóng như được minh họa trên Fig.2A và Fig.2B, và khả năng gia công như sự giãn dài hoặc khả năng giãn nở lỗ trở nên dễ dàng. Điều này được cho là do sự phân bố độ cứng của mactensit được tạo ra trước khi dập nóng vẫn còn có hiệu quả đáng kể ngay cả sau khi dập nóng, và các nguyên tố hợp kim được tập trung ở phần giữa của chiều dày tấm vẫn giữ trạng thái được tập trung ở phần giữa của chiều dày tấm thậm chí sau khi dập nóng. Tức là, trong tấm thép trước khi dập nóng, trong trường hợp nếu tỷ lệ độ cứng giữa mactensit ở phần bề mặt của chiều dày tấm và mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm lớn, hoặc sự thay đổi về độ cứng của mactensit lớn, xu hướng tương tự xuất hiện ngay cả sau khi dập nóng. Như được minh họa trên các Fig. 2A và Fig.2B, tỷ lệ độ cứng giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội theo sáng chế trước khi dập nóng, và tỷ lệ độ cứng giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép thu được bằng cách dập nóng tấm thép cán nguội theo sáng chế, gần như bằng nhau. Ngoài ra, tương tự, sự thay đổi về độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội theo sáng chế trước khi dập nóng, và sự thay đổi về độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép thu được bằng cách dập nóng tấm thép cán nguội theo sáng chế, gần như bằng nhau. Do đó, khả năng gia công của tấm thép thu được bằng cách dập nóng tấm thép cán nguội theo sáng chế là tuyệt vời tương tự với khả năng gia công của tấm thép cán nguội theo sáng chế trước khi dập nóng.

Ngoài ra, về độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano được sản xuất bởi Hysitron Corporation với độ phóng đại bằng 1000 lần, đã nhận thấy rằng trong sáng chế biểu thức (B) và biểu thức (C) dưới đây (kể cả

(I) và (J)) được thỏa mãn trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng là thuận lợi cho khả năng gia công của tấm thép. Trong bản mô tả, “H1” là độ cứng trung bình của mactensit tại phần bề mặt của chiều dày tấm trong vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày tính từ lớp ngoài cùng của tấm thép theo hướng chiều dày trong tấm thép trước khi dập nóng, “H2” là độ cứng trung bình của mactensit trong vùng có độ rộng bằng ± 100 μm theo hướng chiều dày từ tâm của chiều dày tấm trong phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép trước khi dập nóng, và “ σ_{HM} ” là phương sai của độ cứng của mactensit trong vùng có độ rộng bằng ± 100 μm theo hướng chiều dày tính từ phần giữa của chiều dày tấm trước khi dập nóng. Ngoài ra, “H11” là độ cứng của mactensit trong phần bề mặt của chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng sau khi dập nóng, “H21” là độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, tức là, trong vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày ở phần tâm của độ dày tấm sau khi dập nóng, và “ σ_{HM1} ” là phương sai của độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng. H1, H11, H2, H21, σ_{HM} và σ_{HM1} lần lượt thu được từ 300 điểm đo đối với mỗi chỉ số. Diện tích có độ rộng bằng ± 100 μm theo hướng chiều dày từ phần giữa của chiều dày tấm dùng để chỉ vùng có tâm ở phần giữa của chiều dày tấm và có kích thước bằng 200 μm theo hướng chiều dày.

$$H2/H1 < 1,10 \quad (\text{B})$$

$$\sigma_{\text{HM}} < 20 \quad (\text{C})$$

$$H21/H11 < 1,10 \quad (\text{I})$$

$$\sigma_{\text{HM1}} < 20 \quad (\text{J})$$

Ngoài ra, trong bản mô tả, phương sai là giá trị thu được bằng cách sử dụng biểu thức (O) dưới đây và dùng để chỉ sự phân bố về độ cứng của mactensit.

Biểu thức 1

$$\sigma_{\text{HM}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{\text{ave}} - x_i)^2 \cdots (\text{O})$$

x_{ave} thể hiện giá trị trung bình của độ cứng, và x_i thể hiện độ cứng thứ i .

Giá trị của $H2/H1$ bằng 1,10 hoặc lớn hơn thể hiện rằng độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm lớn hơn hoặc bằng 1,1 lần độ cứng của mactensit ở phần bề mặt của chiều dày tấm, và, trong trường hợp này, σ_{HM} bằng 20 hoặc lớn hơn như được minh họa trên Fig.2A. Khi giá trị của $H2/H1$ bằng 1,10 hoặc lớn hơn, độ cứng của phần giữa của chiều dày tấm trở nên quá cao, $TS \times \lambda$ sẽ nhỏ hơn 50000MPa·% như được minh họa trên Fig.2B, và không thể thu được khả năng tạo hình đủ cả trước khi tôi (tức là, trước khi dập nóng) và sau khi tôi (tức là, sau khi dập nóng). Hơn nữa, theo lý thuyết, có trường hợp nếu giới hạn dưới của $H2/H1$ sẽ giống như ở phần giữa của chiều dày tấm và ở phần bề mặt của chiều dày tấm trừ khi thực hiện quá trình xử lý nhiệt đặc biệt; tuy nhiên, trong quá trình sản xuất thực tế, khi xem xét về năng suất, giới hạn dưới là, ví dụ, lên đến gần 1,005. Những nội dung đã được mô tả trên đây về giá trị của $H2/H1$ cũng sẽ áp dụng theo cách tương tự cho giá trị của $H21/H11$,

Ngoài ra, phương sai σ_{HM} bằng 20 hoặc lớn hơn chỉ ra rằng sự phân tán của độ cứng của mactensit lớn, và các phần trong đó độ cứng là quá cao có mặt một cách cục bộ. Trong trường hợp này, $TS \times \lambda$ sẽ nhỏ hơn 50000MPa·% như được minh họa trên Fig.2B, và không thể thu được khả năng gia công đủ. Những nội dung đã được mô tả trên đây về giá trị của σ_{HM} cũng sẽ áp dụng theo cách tương tự cho giá trị của σ_{HM1} .

Trong tấm thép cán nguội theo sáng chế, tỷ lệ diện tích của ferit trong cấu trúc kim tương trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng nằm trong khoảng từ 40% đến 90%. Khi tỷ lệ diện tích của ferit nhỏ hơn 40%, không thể thu được sự giãn dài hoặc khả năng giãn nở lỗ đủ. Mặt khác, khi tỷ lệ diện tích của ferit lớn hơn 90%, mactensit trở nên không đủ, và không thể thu được độ bền đủ. Do đó, tỷ lệ diện tích của ferit trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng được thiết đặt nằm trong khoảng từ 40% đến 90%. Ngoài ra, cấu trúc kim tương của tấm thép trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng còn chứa

mactensit, tỷ lệ diện tích của mactensit nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, và tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn. Toàn bộ hoặc các phần quan trọng của cấu trúc kim tương của tấm thép trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng được tạo bởi ferit và mactensit, và hơn nữa, một hoặc nhiều hợp chất trong số peclit, bainit như phần còn lại và austenit dư có thể được chứa trong cấu trúc kim tương. Tuy nhiên, khi austenit dư còn sót lại trong cấu trúc kim tương, tính phá huỷ chậm và tính giòn khi gia công thứ cấp có khả năng giảm. Do đó, tốt hơn là austenit dư hầu như không được chứa; tuy nhiên, không thể tránh khỏi, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích có thể được chứa. Do peclit là cấu trúc cứng và giòn, có thể không chứa peclit trong cấu trúc kim tương trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng; tuy nhiên, không thể tránh khỏi, peclit với lượng lên đến 10%, tính theo tỷ lệ diện tích có thể được chứa. Hơn nữa, hàm lượng bainit, mà là phần còn lại, tốt hơn là 40% hoặc nhỏ hơn theo tỷ lệ diện tích so với vùng không có ferit và mactensit. Trong phần mô tả, các cấu trúc kim tương của ferit, bainit, mà là phần còn lại, và peclit được quan sát thông qua quá trình khắc ăn mòn bằng nitan, và cấu trúc kim tương của mactensit được quan sát thông qua quá trình khắc ăn mòn Le Pera. Trong cả hai trường hợp, phần 1/4 của độ dày tấm được quan sát với độ phóng đại bằng 1000 lần. Tỷ lệ thể tích của austenit dư được đo bằng thiết bị nhiễu xạ tia X sau khi đánh bóng tấm thép đến phần 1/4 của độ dày tấm. Phần 1/4 của độ dày tấm dùng để chỉ phần 1/4 của độ dày của tấm thép tính từ bề mặt của tấm thép theo hướng chiều dày của tấm thép trong tấm thép.

Theo sáng chế, độ cứng của mactensit được đo với độ phóng đại bằng 1000 lần được cụ thể hóa bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano. Do vết lõm được tạo ra trong thử nghiệm độ cứng Vicker thông thường lớn hơn so với mactensit, theo thử nghiệm độ cứng Vicker, trong khi độ cứng nhận thấy bằng mắt thường của mactensit và các cấu trúc ngoại vi của nó (ferit và tương tự) có thể thu được, không thể thu được độ cứng của chính mactensit. Do khả năng gia công (khả năng giãn nở lỗ) bị ảnh hưởng một cách đáng kể bởi độ cứng của

chính mactensit, khó đánh giá một cách đầy đủ khả năng gia công chỉ bằng độ cứng Vicker. Trái lại, trong sáng chế, do mối tương quan thích hợp của độ cứng của mactensit trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano được tạo ra, nên có thể thu được khả năng tạo hình tốt hơn nhiều.

Ngoài ra, trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng, kết quả quan sát MnS tại phần 1/4 của độ dày tấm và ở phần giữa của chiều dày tấm, đã nhận thấy rằng tốt hơn là tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và, như được minh họa trên Fig.3, biểu thức (D) dưới đây (cũng như (K)) được thỏa mãn để giúp thỏa mãn một cách thuận lợi và ổn định điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000\text{MPa} \cdot \%$ trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng.

Khi MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm hoặc lớn hơn có mặt trong quá trình thử nghiệm khả năng giãn nở lỗ, do ứng suất tập trung ở lân cận nó, nên sự rạn nứt có thể xuất hiện. Lý do để không tính MnS có đường kính vòng tròn tương đương nhỏ hơn 0,1 μm đó là MnS có đường kính vòng tròn tương đương nhỏ hơn 0,1 μm ít ảnh hưởng đến sự tập trung ứng suất. Ngoài ra, lý do để không tính MnS có đường kính vòng tròn tương đương lớn hơn 10 μm là do MnS có cỡ hạt nêu trên được chứa trong tấm thép, cỡ hạt này quá lớn, và tấm thép trở nên không thích hợp cho quá trình gia công. Hơn nữa, khi tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương bằng 0,1 μm hoặc lớn hơn là lớn hơn 0,01%, nó dễ tạo ra các vết rạn nứt rất nhỏ do sự tập trung ứng suất lan truyền, nên khả năng giãn nở lỗ cũng giảm, và có trường hợp trong đó điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000\text{MPa} \cdot \%$ không được thỏa mãn. Trong phần mô tả, “n1” và “n11” lần lượt là các mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm tại phần 1/4 của độ dày tấm trước khi dập nóng và sau khi dập nóng, và “n2” và “n21” lần lượt là các mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi

dập nóng và sau khi dập nóng.

$$n_{21}/n_{11} < 1,5 \quad (D)$$

$$n_{21}/n_{11} < 1,5 \quad (K)$$

Tất cả các mối tương quan này là đồng nhất đối với tấm thép trước khi dập nóng và tấm thép sau khi dập nóng.

Khi tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm là lớn hơn 0,01%, khả năng gia công có thể giảm. Giới hạn dưới của tỷ lệ diện tích của MnS không được quy định một cách cụ thể, tuy nhiên, 0,0001% hoặc lớn hơn của MnS được đưa ra theo phương pháp đo, sự giới hạn của độ phóng đại và trường quan sát, và hàm lượng Mn hoặc S ban đầu được nêu dưới đây. Ngoài ra, giá trị n_{21}/n_{11} (hoặc n_{21}/n_{11}) bằng 1,5 hoặc lớn hơn thể hiện rằng mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm bằng 1,5 lần hoặc lớn hơn mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần 1/4 của độ dày tấm. Trong trường hợp này, khả năng gia công có thể giảm do sự phân tách của MnS ở phần giữa của chiều dày tấm. Theo sáng chế, đường kính vòng tròn tương đương và mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm được đo bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (Fe-SEM) được sản xuất bởi JEOL Ltd. Trong quá trình đo, độ phóng đại là 1000 lần, và diện tích đo của trường quan sát được thiết đặt bằng $0,12 \times 0,09 \text{ mm}^2 (= 10800 \mu\text{m}^2 \approx 10000 \mu\text{m}^2)$. Mười trường quan sát được quan sát ở phần 1/4 của độ dày tấm, và mười trường quan sát được quan sát ở phần giữa của chiều dày tấm. Tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm được tính toán bằng phần mềm phân tích hạt. Trong tấm thép cán nguội theo sáng chế, dạng (hình dạng và số lượng) của MnS được tạo ra trước khi dập nóng là đồng nhất trước khi và sau khi dập nóng. Fig.3 là hình vẽ minh họa mối tương quan giữa n_{21}/n_{11} và $TS \times \lambda$ trước khi dập nóng và mối tương quan giữa n_{21}/n_{11} và $TS \times \lambda$ sau khi dập nóng, và, theo Fig.3, n_{21}/n_{11} trước khi dập nóng và n_{21}/n_{11} sau khi dập nóng gần như bằng nhau.

Điều này là do thông thường dạng của MnS không thay đổi tại nhiệt độ gia nhiệt của bước đập nóng.

Theo tấm thép có kết cấu nêu trên, có thể thu được độ bền kéo nằm trong khoảng từ 500 MPa đến 1200 MPa, và hiệu quả cải thiện khả năng tạo hình đáng kể thu được trong tấm thép có độ bền kéo xấp xỉ 550 MPa đến 850 MPa.

Hơn nữa, tấm thép cán nguội được mạ kẽm trong đó quá trình mạ kẽm được thực hiện trên tấm thép theo sáng chế cho thấy tấm thép trong đó quá trình mạ kẽm, tráng kẽm, mạ kẽm điện phân, mạ nhôm, hoặc dạng kết hợp các phương pháp đó được thực hiện trên bề mặt của tấm thép cán nguội, mà tốt hơn xét về khả năng chống gỉ. Sự tạo thành lớp mạ nêu trên không làm giảm các hiệu quả của sáng chế. Các lớp mạ nêu trên có thể được tạo ra bằng phương pháp đã biết.

Dưới đây, phương pháp sản xuất tấm thép (tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội được mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép cán nguội tráng kẽm, tấm thép cán nguội được mạ kẽm điện phân và tấm thép cán nguội mạ nhôm) sẽ được mô tả.

Khi sản xuất tấm thép theo sáng chế, như điều kiện thông thường, thép nóng chảy được làm nóng chảy trong lò chuyển được đúc một cách liên tục, nhờ đó tạo ra phôi tấm. Trong quá trình đúc liên tục, khi tốc độ đúc là nhanh, kết tủa chứa Ti và tương tự trở nên quá mịn, và, khi tốc độ đúc là chậm, năng suất giảm, và do đó, kết tủa nêu trên thô và số lượng hạt giảm, và do đó có trường hợp các đặc tính khác như sự phá huỷ chậm không thể kiểm soát được. Do đó, tốc độ đúc tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,0 m/phút đến 2,5 m/phút.

Phôi tấm sau khi đúc có thể được cán nóng như vốn có. Theo cách khác, trong trường hợp nếu phôi tấm sau khi làm nguội đã được làm nguội đến dưới 1100°C, có thể gia nhiệt lại phôi tấm sau khi làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1300°C trong lò hâm hoặc tương tự và cán nóng phôi tấm này. Khi nhiệt độ phôi tấm nhỏ hơn 1100°C, khó đảm bảo nhiệt độ cuối ở bước cán nóng, mà gây ra sự suy giảm về độ giãn dài. Ngoài ra, trong tấm thép mà Ti và Nb được bổ sung, do sự hòa tan của kết tủa trở nên không đủ trong bước gia

nhật, khiến làm giảm độ bền. Mặt khác, khi nhiệt độ gia nhiệt lớn hơn 1300°C, sự tạo ra gỉ trở nên lớn, và có trường hợp trong đó không thể tạo ra một cách thuận lợi đặc tính bề mặt của tấm thép.

Ngoài ra, để giảm tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm , khi hàm lượng Mn và hàm lượng S trong thép lần lượt được thể hiện bằng [Mn] và [S], tính theo % trọng lượng, tốt hơn là nhiệt độ T (°C) của lò gia nhiệt trước khi thực hiện quá trình cán nóng, thời gian trong lò t (phút), [Mn] và [S] thỏa mãn biểu thức (G) dưới đây (cũng như (N)) như được minh họa trên Fig.6.

$$T \times \ln(t)/(1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}]) > 1500 \quad (\text{G})$$

Khi $T \times \ln(t)/(1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}])$ bằng hoặc nhỏ hơn 1500, tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm trở nên lớn, và có trường hợp trong đó mức chênh lệch giữa mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần 1/4 của độ dày tấm và mật độ của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm trở nên lớn. Nhiệt độ của lò gia nhiệt trước khi thực hiện quá trình cán nóng dùng để chỉ nhiệt độ trích xuất ở phía ngoài của lò gia nhiệt, và thời gian trong lò dùng để chỉ thời gian trôi qua từ lúc đưa phôi tấm vào trong lò gia nhiệt nóng đến khi lấy phôi tấm ra khỏi lò gia nhiệt. Do MnS không thay đổi ngay cả sau khi dập nóng như nêu trên, tốt hơn là thỏa mãn biểu thức (G) hoặc biểu thức (N) trong bước gia nhiệt trước khi cán nóng.

Tiếp theo, bước cán nóng được thực hiện theo phương pháp thông thường. Lúc này, mong muốn thực hiện quá trình cán nóng trên phôi tấm ở nhiệt độ cuối (nhiệt độ cuối bước cán nóng), mà được thiết đặt nằm trong khoảng từ nhiệt độ A_{r3} đến 970°C. Khi nhiệt độ cuối nhỏ hơn nhiệt độ A_{r3} , bước cán nóng trở thành bước cán nóng vùng hai pha ($\alpha + \gamma$) (cán nóng vùng hai pha gồm ferit + mactensit), và lo ngại rằng độ giãn dài có thể giảm. Mặt khác, khi nhiệt độ cuối lớn hơn 970°C, cỡ hạt austenit thô, và tỷ lệ ferit trở nên nhỏ, và do đó, lo ngại rằng độ giãn dài có thể giảm. Thiết bị cán nóng có thể có nhiều giá cán.

Trong phần mô tả, nhiệt độ Ar₃ được tính toán từ điểm uốn theo chiều dài của mẫu thử sau khi thực hiện thử nghiệm Formastor.

Sau khi cán nóng, thép được làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ 20°C/giây đến 500°C/giây, và được cuộn lại tại nhiệt độ cuộn định trước CT. Trong trường hợp nếu tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn 20°C/giây, peclit, mà gây ra sự suy giảm về tính dẻo, có thể được tạo ra. Mặt khác, giới hạn trên của tốc độ làm nguội không được quy định một cách cụ thể và được thiết đặt ở xấp xỉ 500°C/giây theo thông số kỹ thuật của thiết bị, nhưng không bị giới hạn ở đó.

Sau khi cuộn, bước tẩy gỉ được thực hiện, và tiến hành cán nguội. Lúc này, để thu được khoảng thỏa mãn biểu thức (C) nêu trên như được minh họa trên Fig.4, tiến hành cán nguội dưới điều kiện trong đó biểu thức (E) dưới đây (cũng như (L)) được thỏa mãn. Khi các điều kiện ủ, làm nguội và tương tự được mô tả dưới đây cũng được thỏa mãn sau bước cán nêu trên, $TS \times \lambda \geq 50000$ MPa·% được đảm bảo trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng. Tốt hơn là quá trình cán nguội được thực hiện bằng máy cán liên tục, trong đó các máy cán được bố trí thẳng hàng, và tấm thép được cán một cách liên tục theo một hướng, nhờ đó thu được độ dày định trước.

$$1,5 \times r_1/r + 1,2 \times r_2/r + r_3/r > 1,0 \quad (E)$$

Trong phần mô tả, “ri” thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng (%) ở giá cán thứ i (i = 1, 2, 3) tính từ giá cán trên cùng trong quá trình cán nguội, và “r” thể hiện tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích (%) trong quá trình cán nguội. Tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội được gọi là lượng cán tích lũy, và là tỷ lệ phần trăm của lượng cán tích lũy (mức chênh lệch giữa độ dày tấm tại đầu vào trước rãnh cán thứ nhất và độ dày tấm tại đầu ra sau rãnh cán cuối cùng) so với độ dày tấm tại đầu vào của giá cán thứ nhất.

Khi tiến hành cán nguội dưới các điều kiện trong đó biểu thức (E) được thỏa mãn, có thể phân chia đủ peclit trong quá trình cán nguội ngay cả khi lượng peclit lớn có mặt trước khi cán nguội. Kết quả, có thể đốt cháy peclit hoặc giảm tỷ lệ diện tích của peclit đến tối thiểu thông qua quá trình ủ được thực hiện sau

khi cán nguội, và do đó sẽ dễ thu được cấu trúc trong đó biểu thức (B) và biểu thức (C) được thỏa mãn. Mặt khác, trong trường hợp nếu biểu thức (E) không được thỏa mãn, các tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội ở các giá cán phía trước là không đủ, peclit lớn có thể còn sót lại, và không thể tạo ra mactensit mong muốn ở bước ủ sau đó. Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng, khi biểu thức (E) được thỏa mãn, dạng của tổ chức mactensit thu được sau khi ủ được duy trì hầu như cùng trạng thái ngay cả sau khi quá trình dập nóng được thực hiện, và do đó tấm thép cán nguội theo sáng chế sẽ tốt hơn xét về độ giãn dài hoặc khả năng giãn nở lỗ ngay cả sau khi dập nóng. Trong trường hợp nếu tấm thép dập nóng trong đó tấm thép cán nguội dùng cho quá trình dập nóng theo sáng chế được sử dụng được gia nhiệt đến vùng hai pha trong quá trình dập nóng, pha cứng chứa mactensit trước khi dập nóng chuyển biến thành cấu trúc austenit, và ferit trước khi dập nóng còn sót lại như vốn có. Cacbon (C) trong austenit không chuyển thành ferit ngoại biên. Sau đó, khi được làm nguội, austenit chuyển biến thành pha cứng chứa mactensit. Tức là, khi biểu thức (E) được thỏa mãn và $H2/H1$ nêu trên nằm trong khoảng định trước, $H2/H1$ được duy trì ngay cả sau khi dập nóng và khả năng gia công trở nên tuyệt vời sau khi dập nóng.

Theo sáng chế, r , $r1$, $r2$ và $r3$ là các tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích. Thông thường, bước cán nguội được tiến hành trong khi kiểm soát tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích và tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội thực để về cơ bản thu được giá trị giống nhau. Sẽ không thích hợp nếu thực hiện quá trình cán nguội ở trạng thái trong đó lượng cán nguội thực được thực hiện quá mức khác với tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích. Tuy nhiên, trong trường hợp nếu có mức chênh lệch lớn giữa tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích và tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội thực, có thể xem xét rằng phương án này được thực hiện khi lượng cán nguội thực thỏa mãn biểu thức (E). Hơn nữa, lượng cán nguội thực tốt hơn là bằng $\pm 10\%$ tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích.

Sau khi cán nguội, sự tái kết tinh được tạo ra trong tấm thép bằng cách thực hiện bước ủ. Ngoài ra, trong trường hợp mà quá trình mạ kẽm nhúng nóng hoặc tráng kẽm được thực hiện để cải thiện khả năng chống gỉ, quá trình xử lý

mạ kẽm nhúng nóng, hoặc xử lý mạ kẽm nhúng nóng và hợp kim hóa được thực hiện trên tấm thép, và sau đó, làm nguội tấm thép bằng phương pháp thông thường. Quá trình ủ và làm nguội này tạo ra mactensit mong muốn. Hơn nữa, về nhiệt độ ủ, tốt hơn là thực hiện quá trình ủ bằng cách gia nhiệt tấm thép đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C, và làm nguội tấm thép đến nhiệt độ phòng hoặc nhiệt độ thực hiện quá trình xử lý bề mặt như mạ kẽm. Khi thực hiện quá trình ủ ở khoảng nhiệt độ nêu trên, có thể đảm bảo một cách ổn định tỷ lệ diện tích định trước của ferit và tỷ lệ diện tích định trước của mactensit, để thiết đặt một cách ổn định tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn, và để góp phần vào việc làm cải thiện $TS \times \lambda$. Các điều kiện ủ khác không được quy định một cách cụ thể, nhưng thời gian giữ tại nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C tốt hơn là 1 giây hoặc lớn hơn miễn là năng suất không bị giảm để thu được một cách đáng tin cậy cấu trúc định trước, và còn tốt hơn nữa là xác định một cách thích hợp tốc độ tăng nhiệt độ từ 1°C/giây đến giới hạn trên trong khả năng của thiết bị, và nếu xác định một cách thích hợp tốc độ làm nguội với lượng từ 1°C/giây đến giới hạn trên trong khả năng của thiết bị. Trong quá trình cán-tôi, quá trình cán-tôi được thực hiện bằng phương pháp thông thường. Tỷ lệ giãn dài của quá trình cán-tôi là, thông thường, xấp xỉ 0,2% đến 5%, và tốt hơn là nằm trong khoảng trong đó sự giãn dài ở điểm uốn được tránh và hình dạng của tấm thép có thể được hiệu chỉnh.

Đối với điều kiện thích hợp hơn nữa của sáng chế, khi hàm lượng C (% trọng lượng), hàm lượng Mn (% trọng lượng), hàm lượng Si (% trọng lượng) và hàm lượng Mo (% trọng lượng) của thép lần lượt được thể hiện bởi [C], [Mn], [Si] và [Mo], đối với nhiệt độ cuộn CT, tốt hơn là thỏa mãn biểu thức (F) dưới đây (cũng như (M)).

$$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \quad (F)$$

Như được minh họa trên Fig.5A, khi nhiệt độ cuộn CT nhỏ hơn “560 - 474 × [C] - 90 × [Mn] - 20 × [Cr] - 20 × [Mo]”, mactensit được tạo ra quá mức

cần thiết, tấm thép trở nên quá cứng, và có trường hợp trong đó quá trình cán nguội trở nên khó khăn. Mặt khác, như được minh họa trên Fig.5B, khi nhiệt độ cuộn CT lớn hơn “ $830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo]$ ”, cấu trúc dạng dải của ferit và peclit có thể được tạo ra, và hơn nữa, tỷ lệ peclit ở phần giữa của chiều dày tấm có thể tăng. Do đó, tính đồng đều của phân bố mactensit tạo ra ở bước ủ sau đó giảm, và sẽ khó thỏa mãn biểu thức (C) nêu trên. Ngoài ra, có trường hợp trong đó sẽ khó tạo ra mactensit với lượng đủ.

Khi biểu thức (F) được thỏa mãn, ferit và pha cứng có dạng phân bố lý tưởng như nêu trên. Trong trường hợp này, khi quá trình gia nhiệt vùng hai pha được thực hiện trong quá trình dập nóng, dạng phân bố này được duy trì như nêu trên. Nếu có thể đảm bảo đáng tin cậy hơn cấu trúc kim tương nêu trên bằng cách thỏa mãn biểu thức (F), cấu trúc kim tương này được duy trì ngay cả sau khi dập nóng, và khả năng gia công trở nên tuyệt vời sau khi dập nóng.

Hơn nữa, để cải thiện khả năng chống gỉ, còn tốt hơn nữa là thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng, trong đó bước mạ kẽm nhúng nóng này được thực hiện giữa bước ủ và bước cán-tôi, và thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Hơn nữa, còn tốt hơn nữa là thực hiện bước hợp kim hóa, trong đó quá trình xử lý hợp kim hóa được thực hiện sau khi mạ kẽm nhúng nóng. Trong trường hợp nếu quá trình xử lý hợp kim hóa được thực hiện, quá trình xử lý trong đó bề mặt tráng kẽm được cho tiếp xúc với chất oxy hóa bề mặt tấm như hơi nước, nhờ đó việc làm dày màng oxi hóa cũng có thể được thực hiện trên bề mặt này.

Còn tốt hơn nữa là thực hiện, ví dụ, bước mạ kẽm điện phân trong đó lớp mạ kẽm điện phân được tạo ra sau bước cán-tôi cũng như lớp mạ kẽm nhúng nóng và lớp tráng kẽm và để tạo ra lớp mạ kẽm điện phân trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Ngoài ra, còn tốt hơn nữa là thực hiện, thay vì mạ kẽm nhúng nóng, bước mạ nhôm trong đó quá trình mạ nhôm được thực hiện giữa bước ủ và bước cán-tôi, và thực hiện quá trình mạ nhôm trên bề mặt của tấm thép cán nguội. quá trình mạ nhôm thông thường là mạ nhôm nhúng nóng là được ưu tiên.

Sau một loạt các bước xử lý nêu trên, thực hiện dập nóng, nếu cần. Trong quá trình dập nóng, quá trình dập nóng tốt hơn là được thực hiện, ví dụ, dưới điều kiện sau. Đầu tiên, tấm thép được gia nhiệt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C với tốc độ tăng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 5°C/giây đến 500°C/giây, và quá trình dập nóng (quá trình dập nóng) được thực hiện sau khoảng thời gian giữ 1 giây đến 120 giây. Để cải thiện khả năng gia công, nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là nhiệt độ A_{c3} hoặc nhỏ hơn. Nhiệt độ A_{c3} được tính toán từ điểm uốn theo chiều dài của mẫu thử sau khi thực hiện thử nghiệm Formastor. Sau đó, làm nguội tấm thép, ví dụ, đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến 300°C với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 10 °C/giây đến 1000 °C/giây (tôi trong quá trình dập nóng).

Khi nhiệt độ gia nhiệt trong quá trình dập nóng nhỏ hơn 700°C, xử lý tôi là không đủ, và do đó, độ bền không thể được đảm bảo, khoảng nhiệt độ này không được ưu tiên. Khi nhiệt độ gia nhiệt lớn hơn 1000°C, tấm thép trở nên quá mềm, và, trong trường hợp trong đó lớp mạ, cụ thể là lớp mạ kẽm, được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, và tấm thép này, lo ngại rằng kẽm có thể bị hóa hơi và bị đốt cháy, khoảng nhiệt độ này không được ưu tiên. Do đó, nhiệt độ gia nhiệt trong quá trình dập nóng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C. Khi tốc độ tăng nhiệt độ nhỏ hơn 5 °C/giây, do khó kiểm soát quá trình gia nhiệt trong quá trình dập nóng, và năng suất giảm đáng kể, nên tốt hơn là thực hiện quá trình gia nhiệt với tốc độ tăng nhiệt độ là 5°C/giây hoặc lớn hơn. Mặt khác, giới hạn trên của tốc độ tăng nhiệt độ là 500°C/giây phụ thuộc vào khả năng gia nhiệt hiện có, mà không nhất thiết giới hạn ở đó. Khi tốc độ làm nguội nhỏ hơn 10°C/giây, do việc kiểm soát tốc độ làm nguội sau khi dập nóng là khó, và năng suất cũng giảm đáng kể, nên tốt hơn là thực hiện quá trình làm nguội với tốc độ làm nguội bằng 10°C/giây hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của tốc độ làm nguội bằng 1000°C/giây phụ thuộc vào khả năng làm nguội hiện có, mà không nhất thiết giới hạn ở đó. Lý do để thiết lập thời gian cho đến khi dập nóng sau khi tăng nhiệt độ ở 1 giây hoặc lớn hơn là khả năng kiểm soát quá trình hiện có (giới hạn dưới trong khả năng của thiết bị), và lý do để thiết lập thời gian cho

đến khi dập nóng sau khi tăng nhiệt độ ở 120 giây hoặc nhỏ hơn là để tránh làm hóa hơi kẽm hoặc tương tự trong trường hợp nếu lớp mạ kẽm hoặc tương tự được tạo ra trên bề mặt của tấm thép. Lý do để thiết lập nhiệt độ làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến 300°C là để đảm bảo có đủ mactensit và đảm bảo độ bền sau khi dập nóng.

Fig.8A và Fig.8B là các sơ đồ khối minh họa phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo phương án của sáng chế. Các số chỉ dẫn từ S1 đến S13 trên hình vẽ lần lượt tương ứng với các quá trình riêng nêu trên.

Trong tấm thép cán nguội theo sáng chế, biểu thức (B) và biểu thức (C) được thỏa mãn ngay cả sau khi quá trình dập nóng được thực hiện dưới điều kiện nêu trên. Ngoài ra, do đó, có thể thỏa mãn điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000\text{MPa} \cdot \%$ ngay cả sau khi quá trình dập nóng được thực hiện.

Như nêu trên, khi các điều kiện nêu trên được thỏa mãn, có thể sản xuất tấm thép trong đó sự phân bố độ cứng hoặc cấu trúc được duy trì ngay cả sau khi dập nóng, và do đó độ bền được đảm bảo và sự giãn nở lỗ tốt hơn trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng có thể thu được.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép chứa thành phần nêu trong Bảng 1 được đúc một cách liên tục với tốc độ đúc nằm trong khoảng từ 1,0 m/phút đến 2,5 m/phút, phôi tấm được gia nhiệt trong lò gia nhiệt dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2 bằng phương pháp thông thường như vốn có hoặc sau khi làm nguội thép một lần, và thực hiện cán nguội tại nhiệt độ cuối nằm trong khoảng từ 910°C đến 930°C, nhờ đó tạo ra tấm thép cán nóng. Sau đó, tấm thép cán nóng được cuộn lại ở nhiệt độ cuộn CT được nêu trong Bảng 1. Sau đó, thực hiện tẩy gỉ để loại bỏ gỉ trên bề mặt của tấm thép, và độ dày tấm được tạo nằm trong khoảng từ 1,2 mm đến 1,4 mm thông qua cán nguội. Lúc này, quá trình cán nguội được thực hiện để giá trị của biểu thức (E) hoặc biểu thức (L) trở thành giá trị được nêu trong Bảng 5. Sau khi cán nguội, thực hiện ủ trong lò ủ liên tục ở nhiệt độ ủ được nêu trong Bảng 2. Trên một phần của tấm thép, quá trình mạ kẽm còn được thực hiện

giữa bước làm nguội sau khi lưu trong lò ủ liên tục, và sau đó quá trình xử lý hợp kim hóa cũng được thực hiện trên một phần của tấm thép này, nhờ đó thực hiện quá trình tráng kẽm. Ngoài ra, quá trình mạ kẽm điện phân hoặc mạ nhôm cũng được thực hiện trên phần này của tấm thép. Hơn nữa, quá trình cán-tôi được thực hiện với tỷ lệ giãn dài bằng 1% theo phương pháp thông thường. Ở trạng thái này, mẫu được lấy để đánh giá chất lượng vật liệu và tương tự trước khi dập nóng, và việc thử nghiệm chất lượng vật liệu hoặc tương tự được thực hiện. Sau đó, để thu được tấm thép dập nóng có dạng như được minh họa trên Fig.7, quá trình dập nóng trong đó nhiệt độ được tăng với tốc độ tăng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C/giây đến 100°C/giây, tấm thép được giữ ở nhiệt độ 780°C trong 10 giây, và tấm thép được làm nguội với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 100°C/giây đến 200°C hoặc nhỏ hơn, được thực hiện. Mẫu được cắt từ vị trí trên Fig.7 trong tấm thép dập nóng được thu, việc thử nghiệm chất lượng vật liệu và tương tự được thực hiện, và độ bền kéo (TS), độ giãn dài (El), tỷ lệ nong rộng lỗ (λ) và tương tự được thu. Các kết quả được nêu trong Bảng 2, Bảng 3 (phần tiếp tục của Bảng 2), Bảng 4 và Bảng 5 (phần tiếp tục của Bảng 4). Các tỷ lệ nong rộng lỗ λ ở các Bảng thu được từ biểu thức (P) dưới đây.

$$\lambda (\%) = \{(d' - d)/d\} \times 100 \quad (P)$$

d' : đường kính lỗ khi vết nứt xuyên qua độ dày tấm

d : đường kính lỗ ban đầu

Hơn nữa, đối với các phương pháp mạ trong Bảng 2, CR thể hiện không được mạ, tức là, tấm thép cán nguội, GI thể hiện rằng quá trình mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện trên tấm thép cán nguội, GA thể hiện rằng quá trình tráng kẽm được thực hiện trên tấm thép cán nguội, EG thể hiện rằng quá trình mạ kẽm điện phân được thực hiện trên tấm thép cán nguội.

Hơn nữa, các sự xác định G và B ở các Bảng có nghĩa như sau.

G: biểu thức điều kiện đích được thỏa mãn.

B: biểu thức điều kiện đích không được thỏa mãn.

Ngoài ra, do biểu thức (H), biểu thức (I), biểu thức (J), biểu thức (K), biểu thức (L), biểu thức (M), và biểu thức (N) lần lượt về cơ bản là giống biểu

thức (A), biểu thức (B), biểu thức (C), biểu thức (D), biểu thức (E), biểu thức (F), biểu thức (G), ở phần tiêu đề của các Bảng tương ứng, biểu thức (A), biểu thức (B), biểu thức (C), biểu thức (D), biểu thức (E), biểu thức (F), và biểu thức (G), được mô tả đại diện.

Bảng 1

Ký hiệu thử nghiệm	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Ni	Cu	Ca	B	REM	Biểu thức (A)
A	Vi dụ	0,042	0,145	1,55	0,003	0,008	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54,2
B	Vi dụ	0,062	0,231	1,61	0,023	0,006	0,0064	0,021	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	44,6
C	Vi dụ	0,144	0,950	2,03	0,008	0,009	0,0034	0,042	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	47,1
D	Vi dụ	0,072	0,342	1,62	0,007	0,007	0,0035	0,042	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	46,3
E	Vi dụ	0,074	0,058	1,54	0,008	0,008	0,0045	0,034	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	24,7
F	Vi dụ	0,081	0,256	1,71	0,006	0,009	0,0087	0,041	0	0	0	0	0	0,4	0,004	0	0	36,9
G	Vi dụ	0,095	0,321	1,51	0,012	0,008	0,0041	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,8
H	Vi dụ	0,090	0,465	1,51	0,051	0,001	0,0035	0,032	0,32	0,05	0	0	0	0	0,003	0	0	42,6
I	Vi dụ	0,084	0,512	1,54	0,008	0,002	0,0065	0,041	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	48,8
J	Vi dụ	0,075	0,785	1,62	0,007	0,009	0,0014	0,025	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0	73,9
K	Vi dụ	0,089	0,145	1,52	0,006	0,008	0,0026	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,2
L	Vi dụ	0,098	0,624	2,11	0,012	0,006	0,0035	0,012	0	0,21	0,05	0	0	0	0	0	0	53,4
M	Vi dụ	0,103	0,325	1,58	0,011	0,005	0,0032	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,1
N	Vi dụ	0,101	0,265	2,61	0,009	0,008	0,0035	0,041	0	0,31	0	0	0	0	0	0,0015	0	38,9
O	Vi dụ	0,142	0,955	1,74	0,007	0,007	0,0041	0,037	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	45,9
P	Vi dụ	0,097	0,210	2,45	0,005	0,008	0,0022	0,045	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	36,1
Q	Vi dụ	0,123	0,325	1,84	0,011	0,003	0,0037	0,035	0	0,11	0	0,01	0	0	0	0,0010	0	28,2
R	Vi dụ	0,113	0,120	2,06	0,008	0,004	0,0047	0,035	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	23,5
S	Vi dụ	0,134	0,562	1,86	0,013	0,007	0,0034	0,034	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0	34,9
T	Vi dụ	0,141	0,150	2,35	0,018	0,003	0,0029	0,031	0	0,21	0,03	0	0	0	0	0	0	22,0
U	Vi dụ	0,128	0,115	2,41	0,011	0,003	0,0064	0,021	0	0,31	0	0	0	0	0	0,0008	0	23,3
W	Vi dụ	0,142	0,562	2,03	0,012	0,007	0,0012	0,036	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	34,1
X	Vi dụ	0,118	0,921	1,54	0,013	0,003	0,0087	0,026	0,15	0,11	0	0,05	0	0	0	0,0014	0,0003	52,1
Y	Vi dụ	0,125	0,150	2,44	0,009	0,007	0,0087	0,034	0,32	0	0	0	0	0	0	0,0015	0	25,5
Z	Vi dụ	0,145	0,110	2,31	0,008	0,004	0,0069	0,035	0	0,15	0,05	0	0	0	0	0	0	19,7
AA	Vi dụ	0,075	0,210	1,85	0,010	0,005	0,0025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,7
AB	Vi dụ	0,085	0,210	1,84	0,011	0,005	0,0032	0,032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,0
AC	Vi dụ	0,092	0,150	1,95	0,008	0,003	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,3
AD	Vi dụ	0,075	0,325	1,95	0,008	0,004	0,0034	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,7
AE	Vi dụ	0,087	0,236	1,99	0,008	0,002	0,0030	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,6
AF	Vi dụ	0,092	0,263	1,85	0,008	0,002	0,0030	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,4
AG	Vi dụ so sánh	0,111	0,526	1,85	0,007	0,003	0,0034	0,030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,4
AH	Vi dụ so sánh	0,028	0,321	1,55	0,007	0,003	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0006	112,7
AI	Vi dụ so sánh	0,252	0,512	2,15	0,003	0,006	0,0009	0,041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,7
AJ	Vi dụ so sánh	0,075	0,005	2,12	0,007	0,009	0,0035	0,035	0	0,15	0	0	0	0	0	0,0012	0	28,6
AK	Vi dụ so sánh	0,081	1,521	1,50	0,008	0,005	0,0034	0,026	0,28	0,32	0	0	0	0	0	0,0015	0	112,4
AL	Vi dụ so sánh	0,099	0,660	0,08	0,009	0,003	0,0032	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,1
AM	Vi dụ so sánh	0,125	0,050	2,81	0,007	0,004	0,0034	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5
AN	Vi dụ so sánh	0,131	0,321	2,05	0,091	0,003	0,0021	0,034	0,26	0,15	0	0,03	0	0	0	0	0	27,9
AO	Vi dụ so sánh	0,064	0,125	2,50	0,002	0,022	0,0059	0,034	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	48,8
AP	Vi dụ so sánh	0,039	0,265	1,52	0,011	0,009	0,0132	0,026	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	72,9
AQ	Vi dụ so sánh	0,144	0,012	2,39	0,007	0,004	0,0065	0,003	0	0,20	0	0	0	0	0	0	0	17,0
AR	Vi dụ so sánh	0,142	0,150	2,35	0,005	0,003	0,0035	0,060	0	0,22	0	0	0	0	0	0	0	21,8
AS	Vi dụ so sánh	0,149	0,020	1,50	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,7
AT	Vi dụ so sánh	0,132	0,090	2,05	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0,01	0	0	0	0,001	0	18,9
AU	Vi dụ so sánh	0,135	0,220	2,06	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	23,4

Bảng 2

Ký hiệu tấm thép	Số thử th nghiệm	Nhiệt độ ủ (°C)	Sau khi ủ và cán-tôi và trước khi đập nóng								Tỷ lệ diện tích trước khi cán nguội (%)			
			TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	TS $\times$ EL	TS $\times \lambda$	Tỷ lệ diện tích ferrit (%)	Tỷ lệ diện tích mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích ferrit+ mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích bainit (%)	Tỷ lệ diện tích peclit (%)	Tỷ lệ diện tích peclit trước khi cán nguội (%)
A	1	750	485	32,5	111	15763	53835	88	11	99	1	0	0	35
B	2	750	492	33,2	107	16334	52644	78	15	93	3	4	0	25
C	3	720	524	30,5	99	15982	51876	75	10	85	4	5	6	34
D	4	745	562	34,2	95	19220	53390	74	15	89	3	8	0	25
E	5	775	591	29,8	90	17612	53190	70	15	85	4	11	0	56
F	6	780	601	25,5	84	15326	50484	74	10	84	3	5	8	62
G	7	741	603	26,1	83	15738	50049	70	10	80	5	6	9	75
H	8	756	612	32,1	88	19645	53856	71	15	86	3	8	3	35
I	9	778	614	28,1	90	17253	55260	75	12	87	4	5	4	42
J	10	762	615	30,5	91	18758	55965	78	12	90	3	7	0	25
K	11	761	621	24,2	81	15028	50301	71	10	81	4	7	8	35
L	12	745	633	31,6	84	20003	53172	81	12	93	2	5	0	15
M	13	738	634	32,4	85	20542	53890	51	35	86	3	5	6	8
N	14	789	642	28,6	84	18361	53928	50	34	84	4	5	7	42
O	15	756	653	29,8	81	19459	52893	72	19	91	3	6	0	33
P	16	785	666	27,5	79	18315	52614	68	28	96	3	1	0	25
Q	17	777	671	26,5	80	17782	53680	52	41	93	3	4	0	34
R	18	746	684	21,5	80	14706	54720	51	35	86	4	10	0	52
S	19	789	712	24,1	74	17159	52688	48	38	86	4	10	0	46
T	20	785	745	28,5	71	21233	52895	44	41	85	3	12	0	18
U	21	746	781	20,2	69	15776	53889	41	42	83	5	12	0	22
W	22	845	812	17,4	65	14129	52780	45	39	84	4	12	0	15
X	23	800	988	17,5	55	17290	54340	42	46	88	2	5	5	45
Y	24	820	1012	17,4	54	17609	54648	41	41	82	2	16	0	42
Z	25	836	1252	13,5	45	16902	56340	41	48	89	2	9	0	10

Bảng 3

Ký hiệu tấm thép	Số thử th nghiệm	Nhiệt độ ủ (°C)	Sau khi ủ và cán-tôi và trước khi dập nóng							Tỷ lệ diện tích peclit trước khi cán nguội (%)			
			TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	TS $\times$ EL	TS $\times \lambda$	Tỷ lệ diện tích ferit (%)	Tỷ lệ diện tích mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích ferit+ mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích bainit (%)	Tỷ lệ diện tích peclit (%)
AA	26	794	625	24,4	72	15250	45000	59	10	69	2	16	13
AB	27	777	626	27,1	64	16965	40064	56	15	71	1	11	17
AC	28	754	594	28,0	78	16632	46332	58	12	70	2	14	14
AD	29	749	627	21,6	62	13543	38874	37	19	56	1	24	19
AE	30	783	627	24,9	71	15612	44517	66	10	76	2	10	12
AF	31	748	683	24,3	72	16597	49176	59	21	80	2	8	10
AG	32	766	632	28,6	58	18075	36656	69	20	89	2	9	0
AH	33	768	326	41,9	112	13659	36512	95	0	95	3	2	0
AI	34	781	1512	8,9	25	13457	37800	5	90	95	4	1	0
AJ	35	739	635	22,5	72	14288	45720	74	22	96	2	2	0
AK	36	789	625	31,2	55	19500	34375	75	22	97	2	1	0
AL	37	784	705	26,0	48	18330	33840	42	25	67	1	25	7
AM	38	746	795	15,6	36	12402	28620	30	52	82	3	10	5
AN	39	812	784	19,1	42	14974	32928	51	37	88	3	9	0
AO	40	826	602	30,5	35	18361	21070	68	21	89	4	7	0
AP	41	785	586	27,4	66	16056	38676	69	21	90	4	6	0
AQ	42	845	1254	7,5	25	9405	31350	11	68	79	4	11	6
AR	43	775	1480	9,6	26	14208	38480	12	69	81	3	16	0
AS	45	778	1152	12,0	42	13824	48384	41	35	76	0	23	1
AT	46	688	855	15,9	53	13595	45315	30	20	50	1	19	30
AU	47	893	1349	6,3	35	8499	47215	5	51	56	1	41	2

Bảng 4

Ký hiệu tấm thép	Số thử nghiệm	Sau khi dập nóng											Phương pháp mạ*)
		TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	TS×EL	TS×λ	Tỷ lệ diện tích ferit (%)	Tỷ lệ diện tích mactenisit (%)	Tỷ lệ diện tích ferit+ mactenisit (%)	Tỷ lệ diện tích austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích bainit (%)	Tỷ lệ diện tích peclit (%)	
A	1	445	41,2	125	18334	55625	87	11	98	1	0	1	CR
B	2	457	40,5	118	18509	53926	76	15	91	3	4	2	GA
C	3	532	35,2	101	18726	53732	75	10	85	1	5	9	GI
D	4	574	33,3	96	19114	55104	74	15	89	3	8	0	EG
E	5	591	30,9	86	18262	50826	69	15	84	1	11	4	AI
F	6	605	30,1	88	18211	53240	82	10	92	3	5	0	CR
G	7	611	30,8	87	18819	53157	75	15	90	1	6	3	CR
H	8	612	32,0	85	19584	52020	80	15	95	3	0	2	GA
I	9	785	25,3	65	19861	51025	56	15	71	4	23	2	GA
J	10	795	23,5	65	18683	51675	55	25	80	1	19	0	GA
K	11	815	23,5	71	19153	57865	50	32	82	1	17	0	GA
L	12	912	22,5	63	20520	57456	45	33	78	2	20	0	GI
M	13	975	20,6	60	20085	58500	50	41	91	3	5	1	GA
N	14	992	19,2	52	19046	51584	52	34	86	4	5	5	GA
O	15	1005	18,6	51	18693	51255	48	40	88	3	6	3	GI
P	16	1012	17,8	52	18014	52624	42	28	70	1	29	0	GA
Q	17	1023	18,2	50	18619	51150	46	41	87	3	4	6	GA
R	18	1031	18,0	55	18558	56705	51	35	86	4	10	0	CR
S	19	1042	20,5	48	21361	50016	52	38	90	4	0	6	GA
T	20	1125	18,5	48	20813	54000	41	41	82	3	12	3	GI
U	21	1185	16,0	45	18960	53325	42	42	84	1	12	3	EG
W	22	1201	15,6	46	18736	55246	43	39	82	4	12	2	GA
X	23	1224	14,9	41	18238	50184	41	46	87	2	10	1	AI
Y	24	1342	13,5	40	18117	53680	41	41	82	1	16	1	GA
Z	25	1482	12,5	40	18525	59280	41	48	89	1	9	1	CR

Bảng 5

Ký hiệu tám thép	Số thử th nghiệm	Sau khi dập nóng											Phương pháp mạ*)
		TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	TS × EL	TS × λ	Tỷ lệ diện tích ferrit (%)	Tỷ lệ diện tích mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích ferrit+ mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích bainit (%)	Tỷ lệ diện tích peclit (%)	
AA	26	814	18,9	61	15385	<u>49654</u>	<u>39</u>	44	83	2	4	<u>11</u>	GA
AB	27	991	17,1	47	16946	<u>46577</u>	<u>37</u>	47	84	1	3	<u>12</u>	CR
AC	28	1004	16,5	47	16566	<u>47188</u>	<u>36</u>	44	80	2	7	<u>11</u>	GA
AD	29	1018	15,9	43	16186	<u>43774</u>	<u>31</u>	42	73	1	8	<u>18</u>	EG
AE	30	1018	16,3	48	16593	<u>48864</u>	<u>43</u>	40	83	2	3	<u>12</u>	GI
AF	31	1184	14,2	42	16813	<u>49728</u>	<u>33</u>	46	79	2	9	<u>10</u>	AI
AG	32	715	18,5	55	13228	<u>39325</u>	<u>69</u>	18	87	2	9	2	CR
AH	33	440	42,5	105	18700	<u>46200</u>	<u>95</u>	<u>0</u>	95	3	2	0	GA
AI	34	1812	8,5	26	15402	<u>47112</u>	<u>5</u>	<u>90</u>	95	4	1	0	GA
AJ	35	812	18,5	50	15022	<u>40600</u>	60	22	82	2	15	1	GA
AK	36	1012	17,2	41	17406	<u>41492</u>	55	42	97	2	1	0	GA
AL	37	1005	16,5	35	16583	<u>35175</u>	45	41	86	3	10	1	GI
AM	38	1002	15,0	41	15030	<u>41082</u>	45	41	86	3	10	1	GI
AN	39	1015	18,2	41	18473	<u>41615</u>	51	37	88	3	9	0	GI
AO	40	1111	17,0	36	18887	<u>39996</u>	50	30	80	4	7	9	GI
AP	41	566	31,0	71	17546	<u>40186</u>	48	40	88	4	6	2	EG
AQ	42	1312	11,0	31	14563	<u>40672</u>	<u>11</u>	<u>68</u>	79	4	11	6	AI
AR	43	1512	10,2	31	15422	<u>46872</u>	<u>12</u>	<u>69</u>	81	3	16	0	GA
AS	45	1242	10,0	39	12420	<u>48438</u>	41	32	73	3	21	3	GA
AT	46	991	13,1	40	12982	<u>39640</u>	<u>24</u>	34	<u>58</u>	1	14	<u>27</u>	GA
AU	47	1326	8,9	31	11801	<u>41106</u>	<u>6</u>	<u>69</u>	75	3	21	1	GA

Bảng 6

Ký hiệu loại tấm thép	Về trái của Biểu thức (B)	Sự xác định	Về trái của Biểu thức (B) sau khi dập nóng	Sự xác định	Về trái của Biểu thức (C)	Sự xác định	Về trái của Biểu thức (C) sau khi dập nóng	Sự xác định	Tỉ lệ diện tích của MnS bằng hoặc lớn hơn 0,1 μm trước khi dập nóng (%)	Tỉ lệ diện tích của MnS bằng hoặc lớn hơn 0,1 μm sau khi dập nóng (%)
A	1,02	G	1,03	G	15	G	16	G	0,005	0,005
B	1,03	G	1,03	G	18	G	17	G	0,006	0,006
C	1,09	G	1,08	G	2	G	3	G	0,014	0,013
D	1,04	G	1,04	G	19	G	18	G	0,006	0,006
E	1,06	G	1,05	G	14	G	14	G	0,008	0,008
F	1,09	G	1,09	G	13	G	13	G	0,013	0,013
G	1,09	G	1,08	G	10	G	9	G	0,009	0,008
H	1,06	G	1,06	G	8	G	8	G	0,005	0,005
I	1,04	G	1,04	G	7	G	8	G	0,006	0,006
J	1,03	G	1,02	G	12	G	11	G	0,007	0,007
K	1,02	G	1,03	G	16	G	16	G	0,006	0,006
L	1,02	G	1,03	G	15	G	16	G	0,008	0,008
M	1,09	G	1,08	G	12	G	12	G	0,011	0,011
N	1,07	G	1,07	G	13	G	14	G	0,003	0,003
O	1,08	G	1,08	G	11	G	11	G	0,002	0,002
P	1,06	G	1,06	G	10	G	10	G	0,005	0,005
Q	1,05	G	1,06	G	11	G	11	G	0,006	0,006
R	1,03	G	1,03	G	17	G	16	G	0,007	0,007
S	1,07	G	1,07	G	18	G	18	G	0,008	0,008
T	1,09	G	1,08	G	10	G	10	G	0,004	0,004
U	1,09	G	1,09	G	5	G	6	G	0,012	0,012
W	1,08	G	1,08	G	6	G	6	G	0,006	0,006
X	1,07	G	1,06	G	12	G	8	G	0,007	0,007
Y	1,06	G	1,06	G	10	G	10	G	0,005	0,005
Z	1,04	G	1,03	G	15	G	17	G	0,006	0,006

Bảng 7

Ký hiệu loại tấm thép	Vẽ trái của Biểu thức (B)	Sự xác định	Vẽ trái của Biểu thức (B) sau khi dập nóng	Sự xác định	Vẽ trái của Biểu thức (C)	Sự xác định	Vẽ trái của Biểu thức (C) sau khi dập nóng	Sự xác định	Tỉ lệ diện tích của MnS bằng hoặc lớn hơn 0,1 µm trước khi dập nóng (%)	Tỉ lệ diện tích của MnS bằng hoặc lớn hơn 0,1 µm sau khi dập nóng (%)
AA	<u>1,12</u>	B	<u>1,12</u>	B	<u>21</u>	B	<u>21</u>	B	<u>0,010</u>	<u>0,010</u>
AB	<u>1,14</u>	B	<u>1,13</u>	B	<u>23</u>	B	<u>22</u>	B	0,008	0,008
AC	<u>1,11</u>	B	<u>1,11</u>	B	<u>20</u>	B	<u>20</u>	B	0,006	0,006
AD	<u>1,17</u>	B	<u>1,16</u>	B	<u>25</u>	B	<u>25</u>	B	0,007	0,007
AE	<u>1,13</u>	B	<u>1,13</u>	B	<u>22</u>	B	<u>21</u>	B	0,009	0,009
AF	<u>1,10</u>	B	1,09	G	<u>20</u>	B	19	G	0,002	0,002
AG	<u>1,12</u>	B	<u>1,13</u>	B	<u>22</u>	B	<u>23</u>	B	0,003	0,003
AH	<u>1,15</u>	B	<u>1,15</u>	B	<u>21</u>	B	<u>21</u>	B	0,004	0,004
AI	<u>1,23</u>	B	<u>1,18</u>	B	<u>25</u>	B	<u>25</u>	B	0,006	0,006
AJ	<u>1,21</u>	B	<u>1,21</u>	B	<u>22</u>	B	<u>22</u>	B	0,007	0,007
AK	<u>1,14</u>	B	<u>1,14</u>	B	<u>21</u>	B	<u>21</u>	B	0,008	0,007
AL	<u>0,36</u>	B	<u>0,37</u>	B	<u>31</u>	B	<u>30</u>	B	0,006	0,006
AM	<u>1,36</u>	B	<u>1,37</u>	B	<u>32</u>	B	<u>31</u>	B	0,006	0,006
AN	<u>1,23</u>	B	<u>1,25</u>	B	<u>25</u>	B	<u>28</u>	B	0,009	0,008
AO	<u>1,35</u>	B	<u>1,33</u>	B	<u>30</u>	B	<u>35</u>	B	0,004	0,004
AP	1,05	G	1,04	G	12	G	11	G	0,006	0,006
AQ	<u>1,15</u>	B	<u>1,16</u>	B	<u>21</u>	B	<u>25</u>	B	0,003	0,003
AR	1,08	G	1,08	G	18	G	18	G	0,002	0,002
AS	<u>1,19</u>	B	<u>1,17</u>	B	<u>24</u>	B	<u>23</u>	B	0,005	0,005
AT	<u>1,29</u>	B	<u>1,28</u>	B	<u>28</u>	B	<u>27</u>	B	0,004	0,005
AU	1,09	G	1,09	G	19	G	19	G	0,005	0,005

Bảng 8

Ký hiệu tấm thép	Trước khi dập nóng				Sau khi dập nóng				Vết trái của Biểu thức (E)	Sự xác định	Vết trái của Biểu thức (F)	CT	Vết phải của Biểu thức (F)	Sự xác định	Nhiệt độ của lò gia nhiệt (°C)	Thời gian trong lò của lò gia nhiệt (phút)	Vết trái của Biểu thức (G)	Sự xác định
	Vết trái của Biểu thức (D)		Sự xác định	Vết trái của Biểu thức (D)	n1	n2	Vết trái của Biểu thức (D)	n21										
	n1	n2																
A	9	13	1,4	G	9	12	1,3	G	1,4	G	401	550	679	G	1200	85	1918	G
B	3	4	1,3	G	3	4	1,3	G	1,2	G	386	620	668	G	1250	102	1948	G
C	2	3	1,5	B	2	3	1,5	B	1,1	G	307	542	600	G	1154	152	1317	B
D	6	7	1,2	G	5	6	1,2	G	1,4	G	377	553	653	G	1123	124	1748	G
E	2	2	1,0	G	2	2	1,0	G	1,6	G	382	632	657	G	1215	136	2231	G
F	2	2	1,0	G	2	2	1,0	G	1,2	G	368	664	654	B	1223	127	1873	G
G	1	1	1,0	G	1	1	1,0	G	1,3	G	379	701	668	B	1123	111	1831	G
H	5	5	1,0	G	5	6	1,2	G	1,2	G	374	631	643	G	1156	106	1778	G
I	4	5	1,3	G	4	5	1,3	G	1,7	G	382	558	669	G	1148	95	1670	G
J	3	4	1,3	G	3	4	1,3	G	1,4	G	372	559	639	G	1206	87	1522	G
K	7	7	1,0	G	7	8	1,1	G	1,1	G	381	674	669	B	1214	152	2235	G
L	5	6	1,2	G	5	6	1,2	G	1,3	G	319	452	597	G	1233	182	1524	G
M	11	19	1,7	B	11	18	1,6	B	1,3	G	369	442	660	G	1112	47	1422	B
N	6	7	1,2	G	6	8	1,3	G	1,2	G	271	512	543	G	1287	252	1513	G
O	2	2	1,0	G	2	2	1,0	G	1,6	G	331	612	615	G	1250	122	1535	G
P	4	5	1,3	G	4	5	1,3	G	1,7	G	285	487	554	G	1285	222	1587	G
Q	7	8	1,1	G	7	9	1,3	G	1,9	G	334	566	622	G	1156	135	1642	G
R	16	19	1,2	G	15	18	1,2	G	1,4	G	321	567	614	G	1222	185	1761	G
S	11	12	1,1	G	10	12	1,2	G	1,3	G	327	554	617	G	1232	122	1589	G
T	6	7	1,2	G	6	7	1,2	G	1,1	G	277	512	564	G	1256	152	1522	G
U	7	14	2,0	B	7	13	1,9	B	1,2	G	277	521	554	G	1256	138	1472	B
W	17	21	1,2	G	15	20	1,3	G	1,1	G	310	571	609	G	1250	145	1550	G
X	23	27	1,2	G	22	25	1,1	G	1,2	G	360	656	640	B	1150	138	1600	G
Y	21	28	1,3	G	20	28	1,4	G	1,4	G	275	522	554	G	1260	182	1526	G
Z	26	33	1,3	G	25	32	1,3	G	1,5	G	280	504	571	G	1250	151	1554	G

Bảng 9

Ký hiệu tấm thép	Trước khi dập nóng				Sau khi dập nóng				Vết trái của Biểu thức (E)	Sự xác định	Vết trái của Biểu thức (F)	CT	Vết phải của Biểu thức (F)	Sự xác định	Nhiệt độ của lò gia nhiệt (°C)	Thời gian trong lò của lò gia nhiệt (phút)	Vết trái của Biểu thức (G)	Sự xác định
	n1	n2	Vết trái của Biểu thức (D)	Sự xác định	n1	n2	Vết trái của Biểu thức (D)	Sự xác định										
AA	12	14	1,2	G	12	15	1,3	G	0,2	B	358	602	643	G	1200	132	1746	G
AB	9	13	1,4	G	9	13	1,4	G	0,8	B	354	505	641	G	1200	126	1739	G
AC	14	18	1,3	G	14	19	1,4	G	0,8	B	341	506	630	G	1188	133	1677	G
AD	5	7	1,4	G	5	7	1,4	G	0,6	B	349	443	634	G	1165	145	1593	G
AE	12	16	1,3	G	12	15	1,3	G	0,7	B	340	611	627	G	1152	152	1590	G
AF	17	23	1,4	G	16	22	1,4	G	1,0	B	350	352	639	G	1187	89	1563	G
AG	5	6	1,2	G	5	7	1,4	G	0,2	B	341	555	634	G	1201	152	1644	G
AH	3	4	1,3	G	3	4	1,3	G	1,1	G	407	436	683	G	1203	125	1965	G
AI	12	16	1,3	G	12	15	1,3	G	1,1	G	247	541	568	G	1250	175	1549	G
AJ	16	21	1,3	G	15	20	1,3	G	1,3	G	331	577	607	G	1200	96	1518	G
AK	11	13	1,2	G	11	12	1,1	G	1,2	G	375	578	628	G	1201	166	1508	G
AL	12	18	1,5	G	12	17	1,4	G	1,1	G	506	578	796	G	1285	205	8593	G
AM	15	20	1,3	G	14	20	1,4	G	1,2	G	248	533	543	G	1285	312	1529	G
AN	10	11	1,1	G	10	12	1,2	G	1,1	G	305	580	580	G	1212	125	1538	G
AO	9	11	1,2	G	8	11	1,4	G	1,2	G	302	564	578	G	1285	185	1535	G
AP	6	8	1,3	G	6	8	1,3	G	1,1	G	405	582	683	G	1200	135	2066	G
AQ	12	14	1,2	G	12	15	1,3	G	1,1	G	273	477	560	G	1250	166	1568	G
AR	21	24	1,1	G	22	25	1,1	G	1,5	G	277	504	563	G	1254	222	1634	G
AS	17	19	1,1	G	15	18	1,2	G	1,3	G	354	620	655	G	1224	201	2526	G
AT	16	16	1,0	G	15	17	1,1	G	1,3	G	313	550	610	G	1199	201	1779	G
AU	16	19	1,2	G	15	18	1,2	G	1,6	G	311	552	608	G	1184	201	1687	G

Dựa trên các ví dụ nêu trên, miễn là các điều kiện của sáng chế được thỏa mãn, có thể thu được tấm thép cán nguội tuyệt vời, tấm thép cán nguội được mạ kẽm nhúng nóng tuyệt vời, tấm thép cán nguội được tráng kẽm tuyệt vời, tất cả đều thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$, trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Do tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội được mạ kẽm nhúng nóng, và tấm thép cán nguội tráng kẽm, thu được theo sáng chế và thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ trước khi dập nóng và sau khi dập nóng, tấm thép dập nóng có khả năng gia công ép cao và độ bền cao, và thỏa mãn các yêu cầu hiện nay đối với phương tiện giao thông như làm giảm thêm trọng lượng và hình dạng phức tạp hơn của các bộ phận.

Danh mục các số chỉ dẫn

- S1: Quá trình làm nóng chảy
- S2: Quá trình đúc
- S3: Quá trình gia nhiệt
- S4: Quá trình cán nóng
- S5: Quá trình cuộn
- S6: Quá trình tẩy gỉ
- S7: Quá trình cán nguội
- S8: Quá trình ủ
- S9: Quá trình cán-tôi
- S10: Quá trình mạ kẽm
- S11: Quá trình hợp kim hóa
- S12: Quá trình mạ nhôm
- S13: Quá trình mạ kẽm điện phân

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội chỉ chứa các nguyên tố sau (tính theo % trọng lượng):

C: 0,030% đến 0,150%;

Si: 0,010% đến 1,000%;

Mn: 1,50% đến 2,70%;

P: 0,001% đến 0,060%;

S: 0,001% đến 0,010%;

N: 0,0005% đến 0,0100%;

Al: 0,010% đến 0,050%, và

tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số:

B: 0,0005% đến 0,0020%;

Mo: 0,01% đến 0,50%;

Cr: 0,01% đến 0,50%;

V: 0,001% đến 0,100%;

Ti: 0,001% đến 0,100%;

Nb: 0,001% đến 0,050%;

Ni: 0,01% đến 1,00%;

Cu: 0,01% đến 1,00%;

Ca: 0,0005% đến 0,0050%;

REM: 0,0005% đến 0,0050%, và

lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó:

khi [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Si] thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, thì biểu thức (A) dưới đây được thỏa mãn:

cấu trúc kim tương trước khi dập nóng chỉ chứa ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90%, mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, và còn tùy ý chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, và phần còn lại là bainit với lượng nhỏ hơn 40%, tính theo tỷ lệ diện tích,

tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn,

độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn biểu thức (B) và biểu thức (C) dưới đây trước khi dập nóng,

$TS \times \lambda$, mà là tích số của độ bền kéo TS và tỷ lệ nong rộng lỗ λ bằng 50000MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [Si] + [Mn])/[C] > 11 \quad (A),$$

$$H2/H1 < 1,10 \quad (B), \text{ và}$$

$$\sigma_{HM} < 20 \quad (C),$$

trong đó H1 là độ cứng trung bình của mactensit tại phần bề mặt của chiều dày tấm, mà nằm trong vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày tính từ lớp ngoài cùng của tấm thép trước khi dập nóng, H2 là độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, mà là vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày nằm ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi dập nóng, và σ_{HM} là phương sai của độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi dập nóng.

2. Tấm thép cán nguội theo điểm 1, trong đó:

tỷ lệ diện tích của MnS, mà có mặt trong tấm thép cán nguội và có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm , bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn,

biểu thức (D) dưới đây được thỏa mãn:

$$n2/n1 < 1,5 \quad (D)$$

trong đó n1 là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần 1/4 chiều dày tấm trước khi dập nóng, và n2 là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm trước khi dập nóng.

3. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt tấm thép này.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội, phương pháp này bao gồm các bước:

đúc thép nóng chảy chứa thành phần hóa học theo điểm 1 và thu được tấm thép;

gia nhiệt tấm thép này;

cán nóng tấm thép bằng máy cán nóng có nhiều giá cán;

cuộn tấm thép sau khi cán nóng;

tẩy gỉ tấm thép sau khi cuộn;

cán nguội tấm thép này bằng máy cán nguội có nhiều giá cán sau khi tẩy gỉ dưới điều kiện thỏa mãn biểu thức (E) dưới đây:

ủ, trong đó tấm thép được ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C và làm nguội sau khi cán nguội;

cán-tôi tấm thép sau khi ủ;

$1,5 \times r_1/r + 1,2 \times r_2/r + r_3/r > 1,0$ (E), và

r_i ($i = 1, 2, 3$) thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng ở giá cán thứ i ($i = 1, 2, 3$), mà được đếm từ giá cán trên cùng trong số các giá cán trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %, và r thể hiện tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm 4, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ kẽm tấm thép này giữa bước ủ và bước cán-tôi.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm 4, trong đó:

khi CT thể hiện nhiệt độ cuộn trong bước cuộn, tính theo đơn vị °C, [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, [Cr] thể hiện hàm lượng Cr, tính theo % trọng lượng, và [Mo] thể hiện hàm lượng Mo, tính theo % trọng lượng, biểu thức (F) dưới đây được thỏa mãn:

$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo]$ (F).

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm 6, trong đó:

khi T thể hiện nhiệt độ gia nhiệt trong bước gia nhiệt, tính theo đơn vị °C, t thể hiện thời gian ở trong lò trong bước gia nhiệt, tính theo đơn vị phút, [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, và [S] thể hiện hàm lượng S, tính theo % trọng lượng, biểu thức (G) dưới đây được thỏa mãn:

$$T \times \ln(t)/(1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}]) > 1500 \quad (\text{G}).$$

8. Tấm thép cán nguội được dập nóng chỉ chứa các nguyên tố sau (tính theo % trọng lượng):

C: 0,030% đến 0,150%;

Si: 0,010% đến 1,000%;

Mn: 1,50% đến 2,70%;

P: 0,001% đến 0,060%;

S: 0,001% đến 0,010%;

N: 0,0005% đến 0,0100%;

Al: 0,010% đến 0,050%, và

tuỳ ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số:

B: 0,0005% đến 0,0020%;

Mo: 0,01% đến 0,50%;

Cr: 0,01% đến 0,50%;

V: 0,001% đến 0,100%;

Ti: 0,001% đến 0,100%;

Nb: 0,001% đến 0,050%;

Ni: 0,01% đến 1,00%;

Cu: 0,01% đến 1,00%;

Ca: 0,0005% đến 0,0050%;

REM: 0,0005% đến 0,0050%, và

lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó:

khi [C] thể hiện hàm lượng C, tính theo % trọng lượng, [Si] thể hiện hàm lượng Si, tính theo % trọng lượng, và [Mn] thể hiện hàm lượng Mn, tính theo % trọng lượng, biểu thức (H) dưới đây được thỏa mãn:

cấu trúc kim tương sau khi dập nóng chỉ chứa ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90%, mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, và tùy ý chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, và phần còn lại là bainit với lượng nhỏ hơn 40%, tính theo tỷ lệ diện tích,

tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn,

độ cứng của mactensit được đo bằng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn biểu thức (I) và biểu thức (J) dưới đây sau khi dập nóng,

$TS \times \lambda$, mà là tích số của độ bền kéo TS và tỷ lệ nong rộng lỗ λ bằng 50000MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}])/[\text{C}] > 11 \quad (\text{H}),$$

$$H_{21}/H_{11} < 1,10 \quad (\text{I}),$$

$$\sigma_{HM1} < 20 \quad (\text{J}), \text{ và}$$

H11 là độ cứng trung bình của mactensit tại phần bề mặt của chiều dày tấm, mà nằm trong vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày tính từ lớp ngoài cùng của tấm thép sau khi dập nóng, H21 là độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, mà là vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày nằm ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng, và σ_{HM1} là phương sai của độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

9. Tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 8, trong đó:

tỷ lệ diện tích của MnS, mà có mặt trong tấm thép cán nguội và có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm , bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn,

biểu thức (K) dưới đây được thỏa mãn:

$$n_{21}/n_{11} < 1,5 \quad (\text{K}), \text{ và}$$

n_{11} là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính

vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần 1/4 chiều dày tấm sau khi dập nóng, và n21 là mật độ số trung bình trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

10. Tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 8 hoặc 9, trong đó lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

11. Tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 10, trong đó lớp tráng kẽm được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội này, mà trong đó lớp mạ kẽm nhúng nóng đã được tạo ra trên bề mặt của nó.

12. Tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 8 hoặc 9, trong đó lớp mạ kẽm điện phân được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

13. Tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 8 hoặc 9, trong đó lớp mạ nhôm được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

14. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 13, phương pháp này bao gồm bước:

dập nóng tấm thép cán nguội được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 7, trong đó bước dập nóng được thực hiện dưới các điều kiện sau đây: (i) tấm thép được gia nhiệt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C với tốc độ tăng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 5°C/giây đến 500°C/giây, (ii) bước dập nóng được thực hiện sau thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 giây đến 120 giây, và (iii) tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến 300°C với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 10 °C/giây đến 1000 °C/giây.

15. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

hợp kim hóa tấm thép này giữa bước mạ kẽm và bước cán-tôi.

16. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ kẽm điện phân tấm thép này sau khi cán-tôi.

17. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội được dập nóng theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ nhôm tấm thép này giữa bước ủ và bước cán-tôi.

FIG. 1

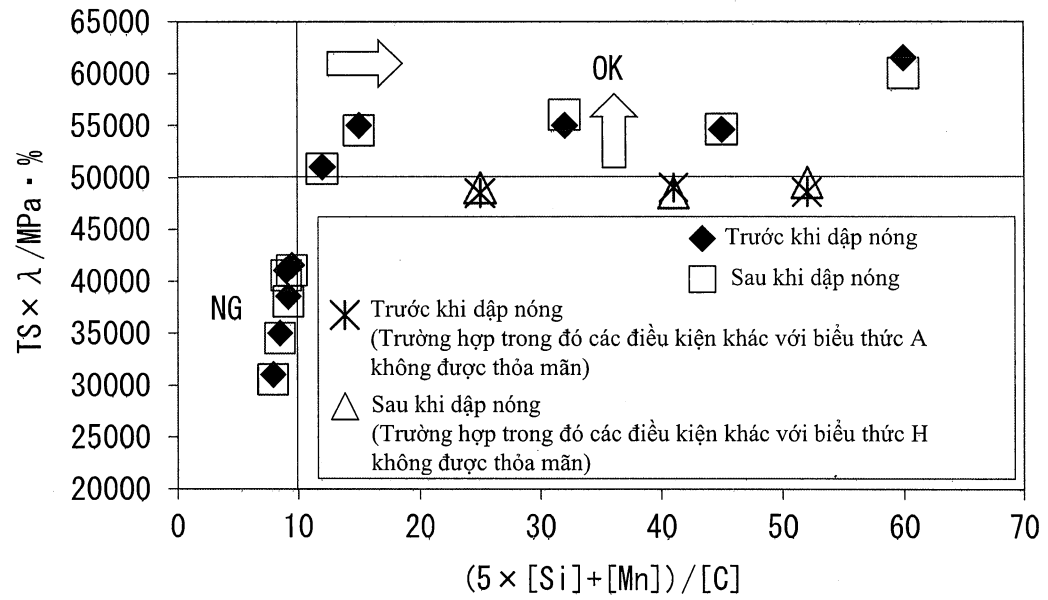


FIG. 2A

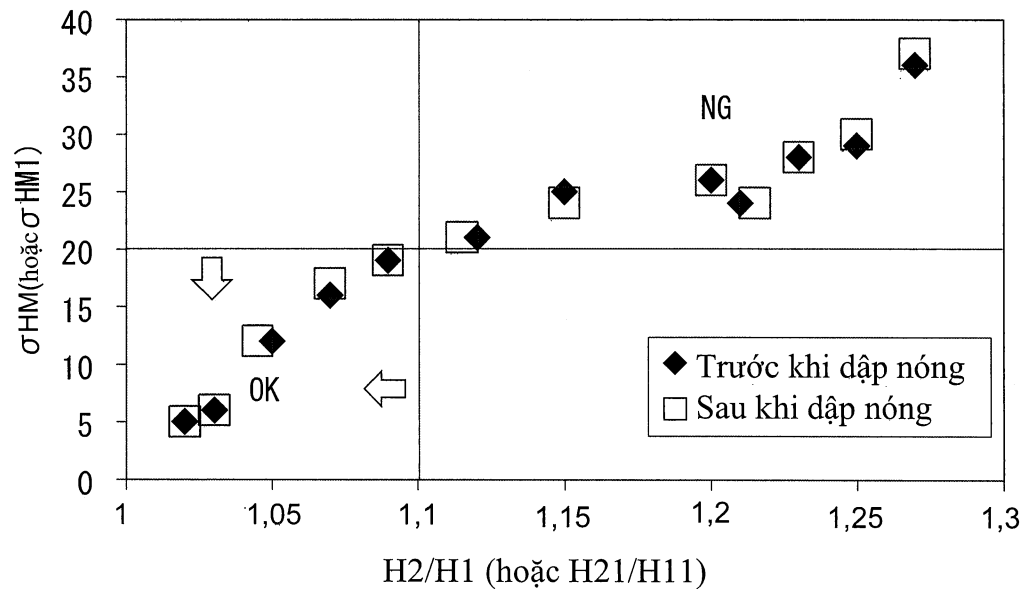


FIG. 2B

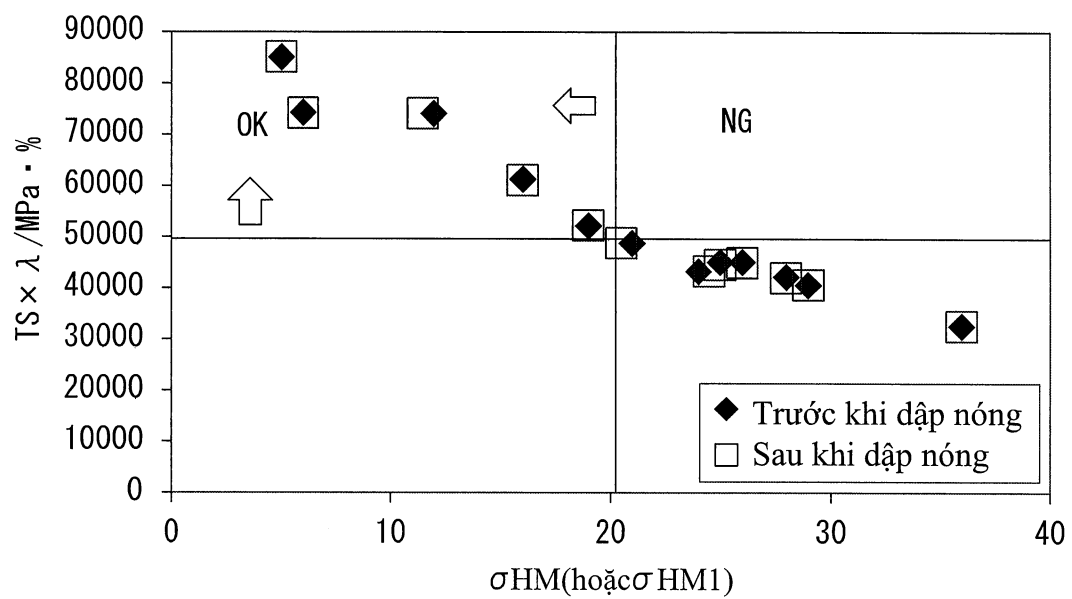


FIG. 3

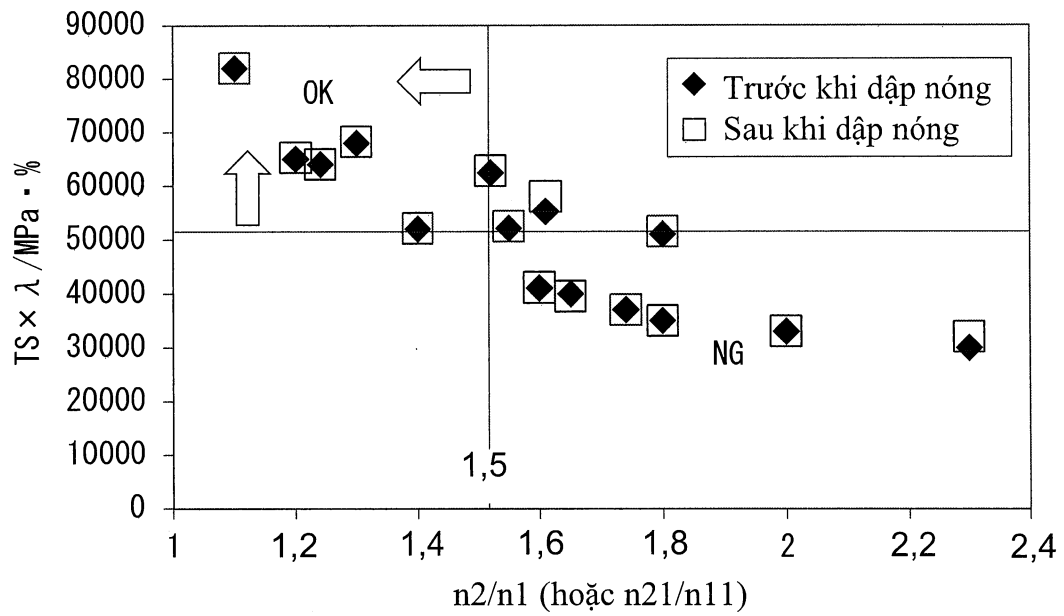


FIG. 4

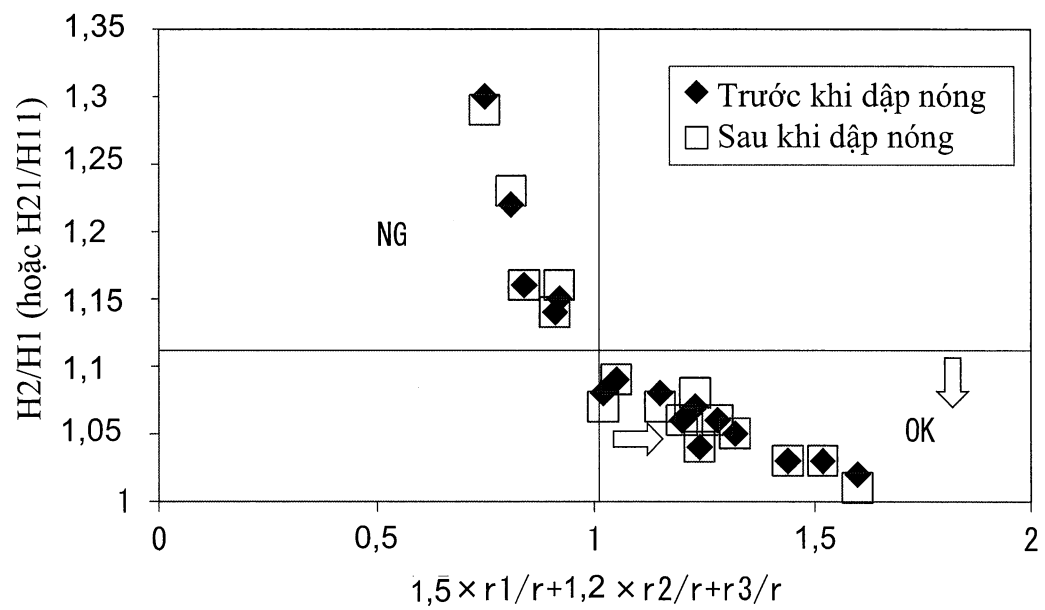


FIG. 5A

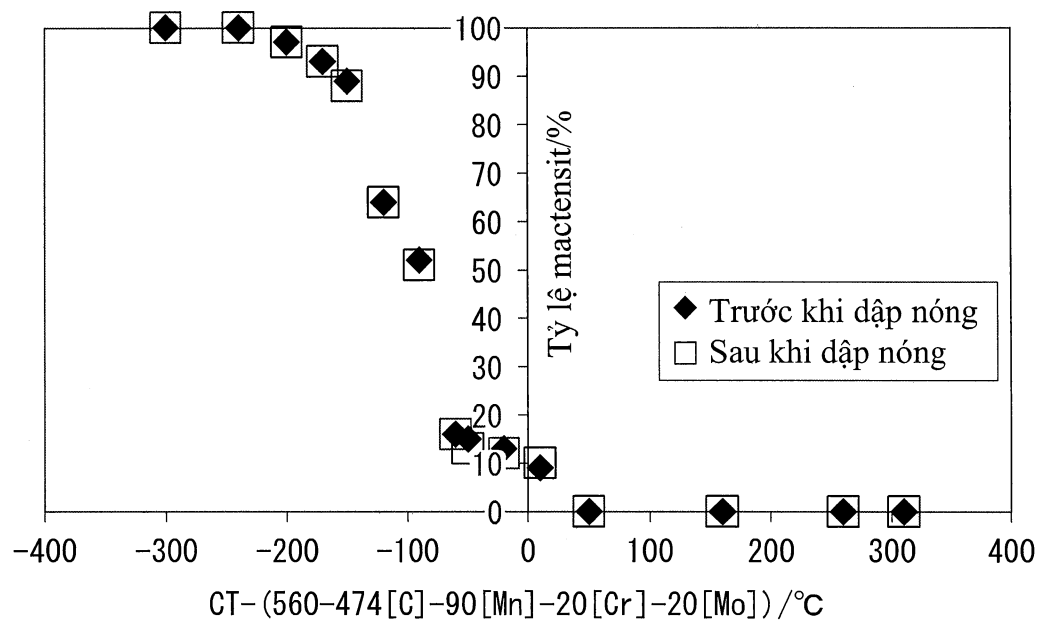


FIG. 5B

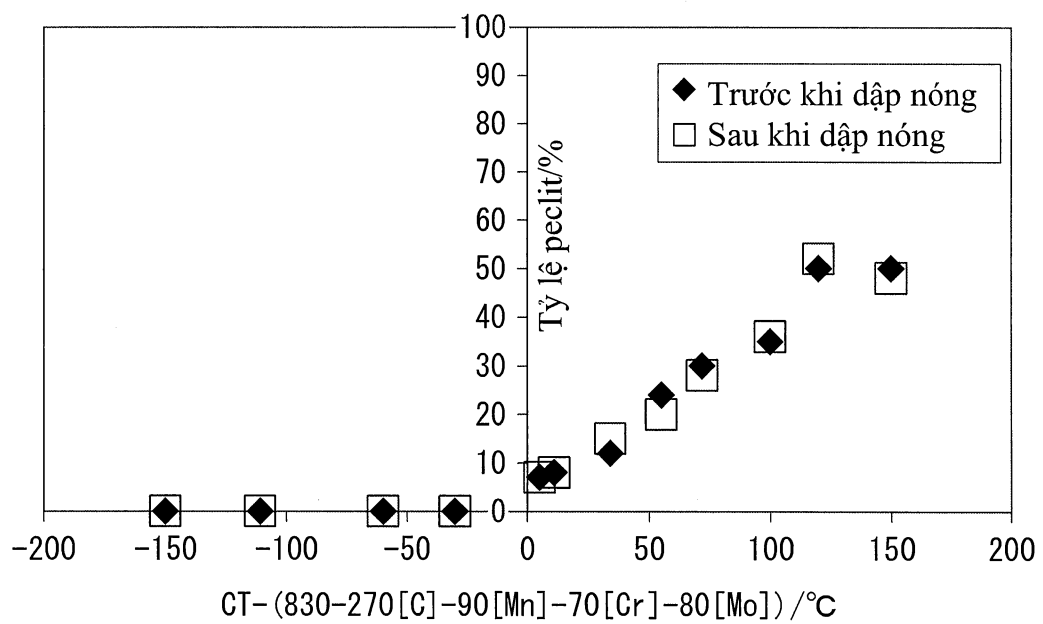


FIG. 6

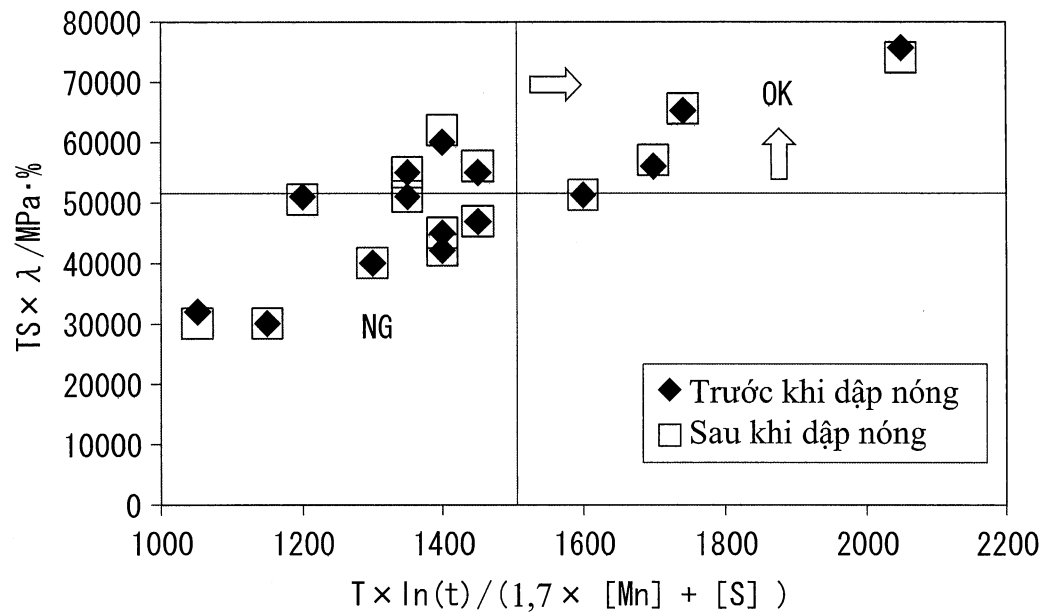


FIG. 7

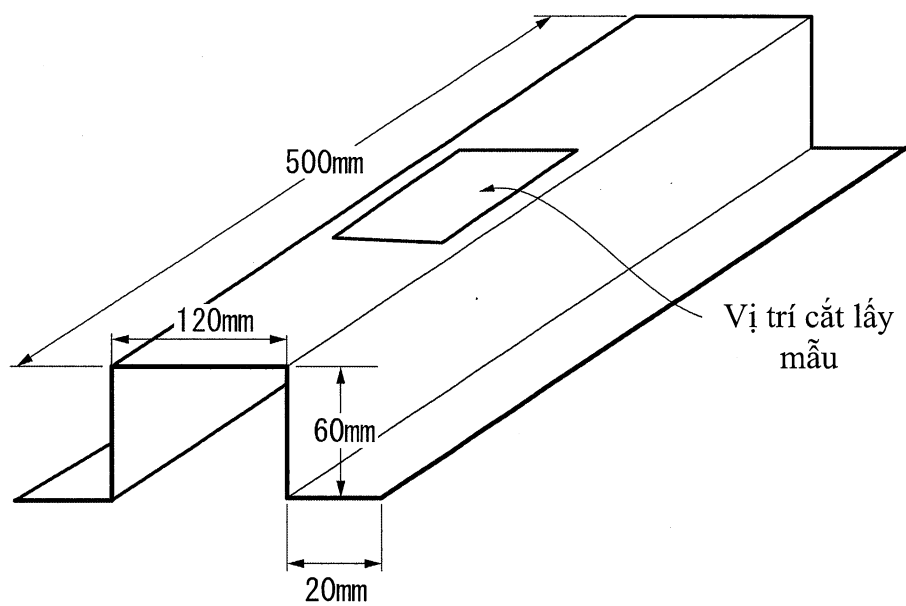


FIG. 8A

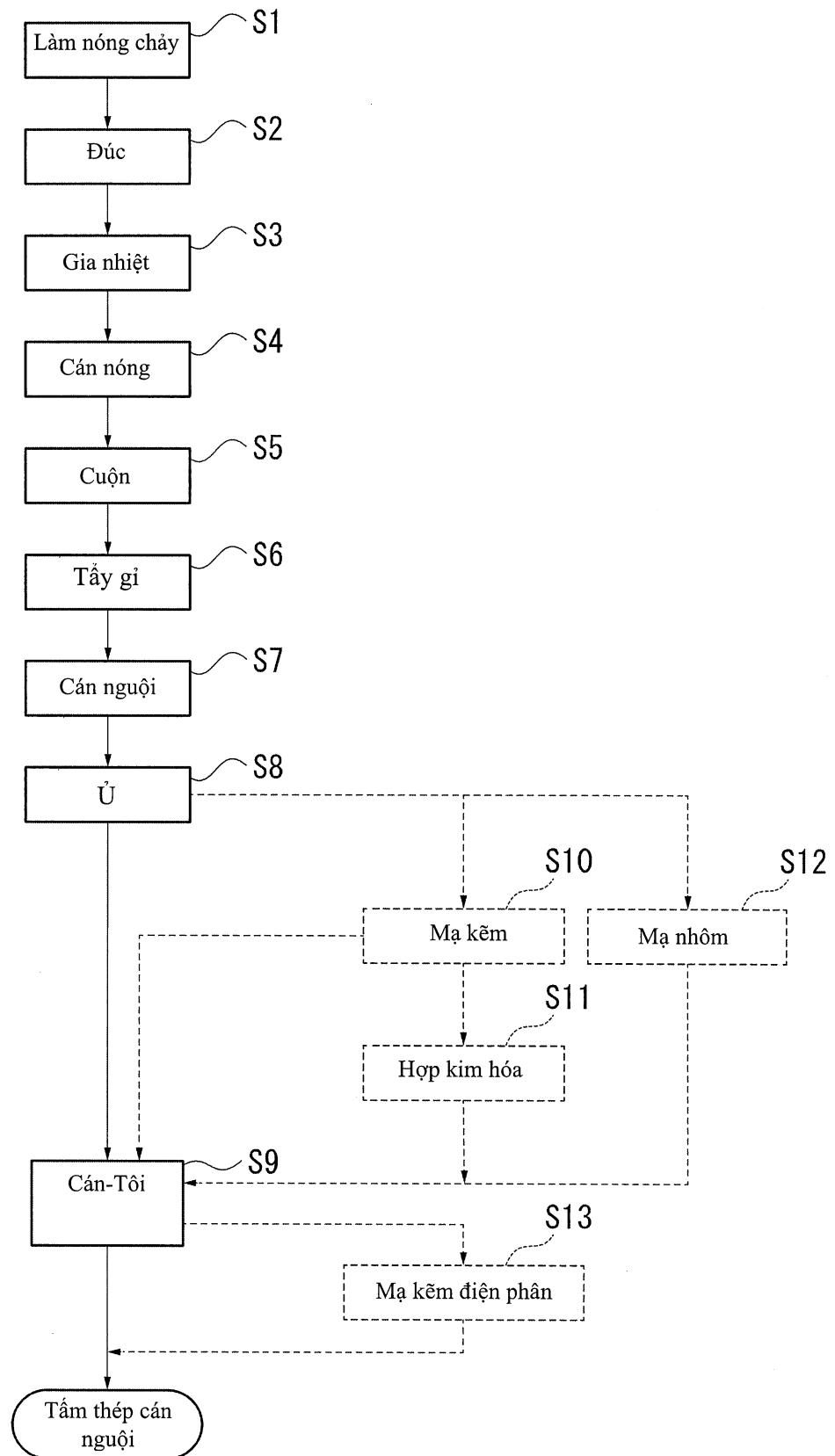


FIG. 8B

