



(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) 
1-0021819

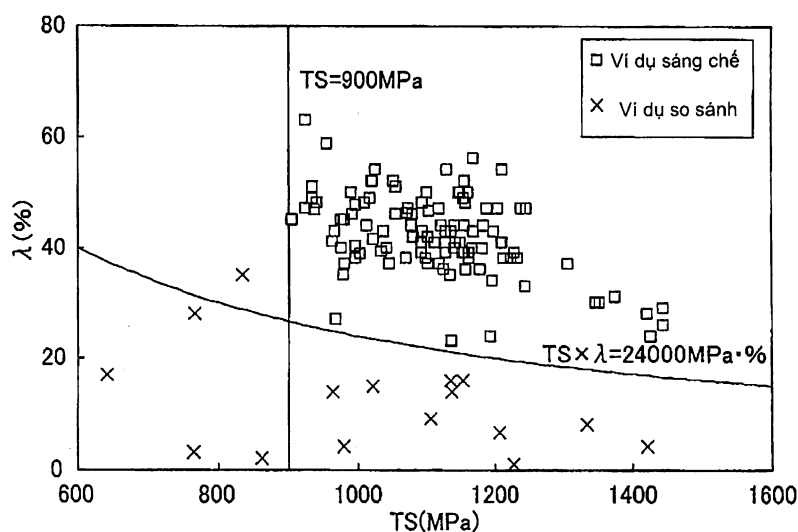
(51)⁷ **C22C 38/00, B21B 3/00, C21D 9/46,**
C22C 38/58, C23C 2/06, 2/28, C25D
5/26

(13) **B**

-
- (21) 1-2014-00662 (22) 27.07.2012
(86) PCT/JP2012/069223 27.07.2012 (87) WO2013/018722A1 07.02.2013
(30) 2011-167722 29.07.2011 JP
(45) 25.10.2019 379 (43) 26.05.2014 314
(73) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan
(72) KAWATA, Hiroyuki (JP), MARUYAMA, Naoki (JP), MURASATO, Akinobu (JP),
MINAMI, Akinobu (JP), YASUI, Takeshi (JP), YAMAGUCHI, Yuji (JP),
SUGIURA, Natsuko (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

(54) **TẤM THÉP VÀ TẤM THÉP MẠ KẼM CÓ ĐỘ BỀN CAO, KHẢ NĂNG TẠO HÌNH ƯU VIỆT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CÁC TẤM THÉP NÀY**

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, mà đảm bảo độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900MPa, trong khi thu được độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng ưu việt. Tấm thép này chứa hỗn hợp các thành phần được xác định trước, có cấu trúc tấm thép, mà chứa từ 1% đến 20% phân thể tích các pha austenit dư, và có điểm chuyển hóa mactensit của các pha austenit dư là thấp hơn hoặc bằng -60°C. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất các tấm thép này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới tấm thép và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt và phương pháp sản xuất các tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, có sự gia tăng nhu cầu về độ bền cao trong tấm thép được sử dụng trong ô tô, v.v.. Cụ thể là, nhằm mục đích nâng cao độ an toàn khi va đập v.v., tấm thép có độ bền cao, mà có ứng suất kéo căng tối đa là lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, cũng được sử dụng. Tấm thép có độ bền cao như vậy được tạo ra một cách rẻ tiền với quy mô công nghiệp bằng cách gia công ép theo cách giống như tấm thép mềm và được sử dụng làm các chi tiết cấu trúc.

Tuy nhiên, trong những năm gần đây, cùng với việc tăng nhanh về độ bền của tấm thép có độ bền cao, cụ thể là đối với tấm thép có độ bền cao có ứng suất kéo căng tối đa là lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, có nhược điểm là khả năng tạo hình trở nên không đạt yêu cầu, và việc gia công đi kèm với biến dạng cục bộ, chẳng hạn như khả năng tạo hình khi kéo căng, trở nên khó khăn. Vì lý do này, cần phải có tấm thép có độ bền cao, mà có ứng suất kéo căng tối đa cao cũng như có khả năng gia công đạt yêu cầu.

Tài liệu sáng chế 1 đề cập tới giải pháp để cải thiện độ uốn cong của tấm thép có độ bền cao, tấm thép có độ bền kéo từ 780 đến 1470 MPa, có hình dạng tốt, và độ uốn cong ưu việt thu được bằng cách tạo cho tấm thép vi cấu trúc chủ yếu bao gồm bainit hoặc mactensit được ram, lấy lượng Si mà được chứa trong thép, tính theo % khối lượng, là ít hơn hoặc bằng 0,6%, làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn ít nhất 50°C so với nhiệt độ chuyển hóa bainit được xác định trước, để thúc đẩy sự chuyển hóa từ austenit thành bainit hoặc mactensit, và nhờ vậy tạo

thành tốc độ thể tích của austenit dư, mà có trong cấu trúc và có điểm chuyển hóa mactensit ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng -196°C là ít hơn hoặc bằng 2%.

Tài liệu sáng chế 2 đề cập tới giải pháp để cải thiện khả năng định hình của tấm thép có độ bền cao, phương pháp cải thiện độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng bằng cách làm nguội tấm thép, mà đã được cán nóng, xuống thấp hơn hoặc bằng 500°C , cuộn tấm thép này, sau đó nung nóng lại đến nhiệt độ từ 550 đến 700°C , sau đó tiếp tục thực hiện bước cán nguội và bước ủ liên tục, sao cho pha thứ hai, mà chứa austenit dư và còn chứa pha chuyển hóa nhiệt độ thấp, trở nên có cỡ hạt trung bình nhỏ, và sao cho lượng austenit dư, lượng dung dịch rắn C trong austenit dư, và cỡ hạt trung bình thỏa mãn các biểu thức tương quan được xác định trước.

Tài liệu sáng chế 3 đề cập tới giải pháp để cải thiện độ uốn mép khi kéo căng của tấm thép có độ bền cao, tấm thép mà được giảm độ lệch chuẩn về độ cứng bên trong tấm thép, và tạo ra độ cứng tương đương trong toàn bộ vùng của tấm thép.

Tài liệu sáng chế 4 đề cập tới giải pháp để cải thiện độ uốn mép khi kéo căng của tấm thép có độ bền cao, tấm thép mà được giảm độ cứng của các phần cứng bằng cách xử lý nhiệt và được giảm sự chênh lệch độ cứng với các phần mềm.

Tài liệu sáng chế 5 đề cập tới giải pháp để cải thiện độ uốn mép khi kéo căng của tấm thép có độ bền cao, tạo cho các phần cứng bainit tương đối mềm, để làm giảm sự chênh lệch độ cứng đối với các phần mềm.

Tài liệu sáng chế 6 đề cập tới giải pháp để cải thiện độ uốn mép khi kéo căng của tấm thép có độ bền cao, tấm thép mà có cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, từ 40% đến 70% là mactensit được ram, và phần còn lại là ferit, trong đó tỷ lệ giữa giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của nồng độ Mn ở mặt cắt ngang theo hướng chiều dày của tấm thép được giảm.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 10-280090A

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2003-183775A

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2008-266779A

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2007-302918A

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-263270A

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-65307A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết bởi sáng chế

Trong tấm thép có độ bền cao, mà được đề cập trong tài liệu sáng chế 1, có nhược điểm là: trong cấu trúc tấm thép có ít ferit và austenit dư để cải thiện độ dẻo và do đó không thu được độ dẻo đạt yêu cầu.

Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao theo tài liệu sáng chế 2 đòi hỏi thiết bị nung nóng lại cỡ lớn, nên có nhược điểm là chi phí sản xuất tăng.

Trong các giải pháp được đề cập trong các tài liệu sáng chế từ 3 đến 6, khả năng gia công trong tấm thép có độ bền cao, với độ bền kéo tối đa là lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, là không đạt yêu cầu.

Sáng chế được thực hiện để khắc phục các nhược điểm nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, và phương pháp sản xuất các tấm thép này, trong đó, độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900 MPa được đảm bảo, trong khi đạt được độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng ưu việt.

Giải pháp giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu sâu rộng đối với cấu trúc tấm thép và phương pháp sản xuất để thu được độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng ưu việt trong tấm thép có độ bền cao. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng, bằng cách đặt các khoảng thành phần thích hợp cho tấm thép và ngoài ra bằng cách thiết lập các điều kiện ủ thích hợp sau khi cán nguội, có thể tạo ra tỷ lệ pha austenit dư trong cấu trúc tấm thép trong khoảng được xác định trước, trong khi hạ thấp nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa mactensit của pha austenit dư. Ngoài ra, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao dưới các điều kiện như vậy và điều chỉnh tỷ lệ của pha austenit dư trong cấu trúc tấm thép và điểm chuyển hóa mactensit trong các khoảng thích hợp, thì độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 900 MPa được đảm bảo, trong khi độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng (độ giãn nở lỗ) được cải thiện, và thu được khả năng tạo hình ưu việt.

Sáng chế được tạo ra nhờ nghiên cứu tiếp nối trên cơ sở các phát hiện nêu trên và đề xuất các đối tượng sau đây:

(1) Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, tấm thép này chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng): C: 0,075% đến 0,300%, Si: 0,70% đến 2,50%, Mn: 1,30% đến 3,50%, P: 0,001% đến 0,030%, S: 0,0001% đến 0,0100%, Al: 0,005% đến 1,500%, N: 0,0001% đến 0,0100%, và O: 0,0001% đến 0,0100%, và chứa, dưới dạng các nguyên tố tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau: Ti: 0,005% đến 0,150%, Nb: 0,005% đến 0,150%, B: 0,0001% đến 0,0100%, Cr: 0,01% đến 2,00%, Ni: 0,01% đến 2,00%, Cu: 0,01% đến 2,00%, Mo: 0,01% đến 1,00%, V: 0,005% đến 0,150%, và một hoặc nhiều trong số các nguyên tố Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm): tổng lượng: 0,0001% đến 0,5000%, và phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó cấu trúc của tấm thép này chứa, tính theo phần thể tích, 2% đến 20% pha austenit dư, và pha austenit dư có điểm chuyển hóa mactensit là thấp hơn hoặc bằng -60°C .

(2) Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo mục (1), khác biệt ở chỗ, tỷ lệ của pha austenit dư, mà chuyển hóa thành mactensit ở -198°C là, tính theo phần thể tích, ít hơn hoặc bằng 2% tổng pha austenit dư.

(3) Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo mục (1) hoặc (2), khác biệt ở chỗ, pha austenit dư có điểm chuyển hóa mactensit là thấp hơn hoặc bằng -198°C .

(4) Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), khác biệt ở chỗ, cấu trúc của tấm thép này còn chứa, tính theo phần thể tích: pha ferit: 10% đến 75%, pha ferit bainit và/hoặc pha bainit: 10% đến 50%, pha mactensit được ram: 10% đến 50%, và pha mactensit mới: ít hơn hoặc bằng 10%.

(5) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, tấm thép này bao gồm tấm thép theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến mục (4) mà trên bề mặt của tấm thép này có lớp mạ kẽm được tạo ra.

(6) Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bao gồm bước cán nóng làm nung nóng tấm, mà chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng): C: 0,075% đến 0,300%, Si: 0,70% đến 2,50%, Mn: 1,30% đến 3,50%, P: 0,001% đến 0,030%, S: 0,0001% đến 0,0100%, Al: 0,005% đến 1,500%, N: 0,0001% đến 0,0100%, và O: 0,0001% đến 0,0100%, và chứa, dưới dạng các nguyên tố tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau: Ti: 0,005% đến 0,150%, Nb: 0,005% đến 0,150%, B: 0,0001% đến 0,0100%, Cr: 0,01% đến 2,00%, Ni: 0,01% đến 2,00%, Cu: 0,01% đến 2,00%, Mo: 0,01% đến 1,00%, V: 0,005% đến 0,150%, và một hoặc nhiều trong số các nguyên tố Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm): tổng lượng: 0,0001% đến 0,5000%, và phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, một cách trực tiếp, hoặc sau khi làm nguội một lần, đến nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 1050°C , hoàn thiện bước cuộn ở điểm Ar_3 hoặc cao hơn để thu được tấm thép, và cuộn tấm thép này ở nhiệt độ từ 500 đến 750°C , bước cán nguội làm tẩy gỉ tấm thép được cuộn, sau đó cán nguội tấm thép này ở tỷ lệ xoắn vít xuống từ 35% đến 75%, và

bước ủ làm nung nóng tấm thép sau bước cán nguội đến nhiệt độ nung nóng tối đa từ 740 đến 1000°C, sau đó làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến 700°C là từ 1,0 đến 10,0°C/giây và từ 700 đến 500°C với tốc độ làm nguội trung bình là từ 5,0 đến 200°C/giây, tiếp theo duy trì trong khoảng từ 350 đến 450°C trong thời gian từ 30 đến 1000 giây, sau đó làm nguội xuống đến nhiệt độ trong phòng, và trong khi làm nguội từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến nhiệt độ trong phòng, nung nóng lại từ điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C ít nhất một lần và nung nóng lại từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C ít nhất một lần.

(7) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao bằng phương pháp sản xuất tấm thép theo mục (6), sau đó mạ kẽm tấm thép này.

(8) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao bằng phương pháp theo mục (6), mà trong suốt bước ủ tấm thép này, ở thời điểm làm nguội từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến nhiệt độ trong phòng, bước nhúng tấm thép sau bước cán nguội trong bể kẽm để mạ kẽm nhúng nóng tấm thép này.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao bằng phương pháp theo mục (6) sau bước ủ, trong đó thực hiện bước mạ nhúng nóng.

(10) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo mục (8) hoặc mục (9), khác biệt ở chỗ, thực hiện bước xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ từ 470 đến 650°C sau khi mạ nhúng nóng.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép có độ bền cao, mà đảm bảo được độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, trong khi đạt được khả năng tạo hình ưu việt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình vẽ thể hiện ví dụ về kiểu làm nguội trong bước xử lý ủ trong phương pháp sản xuất của sáng chế.

Fig.1B là hình vẽ thể hiện ví dụ khác về kiểu làm nguội trong bước xử lý ủ trong phương pháp sản xuất của sáng chế.

Fig.2 là ví dụ minh họa một phương án của sáng chế và hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa độ bền kéo TS và tổng độ giãn dài EL.

Fig.3 là ví dụ minh họa một phương án của sáng chế và đồ thị thể hiện mối tương quan giữa độ bền kéo TS và tỷ lệ giãn nở lỗ λ .

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, tấm thép và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt và phương pháp sản xuất các tấm thép này theo các phương án của sáng chế sẽ được trình bày. Lưu ý rằng các phương án dưới đây trình bày chi tiết đối các đối tượng của sáng chế nhằm giúp hiểu được một cách tốt hơn, nên trừ khi được nêu rõ ràng, chúng không nhằm mục đích giới hạn sáng chế.

Lưu ý rằng, ở phần giải thích dưới đây, nhiệt độ bắt đầu tại đó austenit (sắt- γ) chuyển hóa thành mactensit trong quá trình hạ nhiệt độ trong khi sản xuất tấm thép sẽ được gọi là “điểm M_s ”, trong khi nhiệt độ bắt đầu tại đó austenit dư trong cấu trúc của tấm thép có độ bền cao của sáng chế mà được tạo ra được chuyển hóa thành mactensit sẽ được gọi là “điểm M_{s_r} ”.

Trước tiên, cấu trúc của tấm thép có độ bền cao của sáng chế sẽ được trình bày.

Cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế có từ 2% đến 20% pha austenit dư. Pha austenit dư có điểm M_{s_r} là thấp hơn hoặc bằng -60°C . Pha austenit dư, mà có trong cấu trúc tấm thép như vậy của tấm thép có độ bền cao theo sáng chế, là bền vững ngay cả đối với các xử lý làm nguội sâu.

Cấu trúc khác với pha austenit dư không bị giới hạn cụ thể, miễn là độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900MPa có thể được đảm bảo, nhưng tốt hơn là có, tính theo phần thể tích trong cấu trúc tấm thép, các thành phần sau: pha ferit: 10% đến 75%, pha ferit bainit và/hoặc pha bainit: 10% đến 50%, pha mactensit được ram: 10% đến 50%, và pha mactensit mới: ít hơn hoặc bằng 10%. Nhờ có cấu trúc tấm thép như vậy, tấm thép thu được có độ bền cao, mà có khả năng tạo hình ưu việt hơn.

Các pha, mà có thể thu được trong cấu trúc của tấm thép, sẽ được trình bày dưới đây:

Pha austenit dư

Pha austenit dư có đặc tính cải thiện mạnh mẽ độ bền và độ dẻo, tuy nhiên thường tạo thành điểm bắt đầu nứt gãy và làm suy giảm mạnh độ uốn mép khi kéo căng.

Trong cấu trúc của tấm thép theo sáng chế, bằng cách nung nóng lại hai lần như trình bày dưới đây, các khuyết tật, mà xuất hiện trong pha austenit dư và có khả năng tạo thành các vị trí khởi đầu để chuyển hóa mactensit, đã bị phá hủy và chỉ có pha austenit với mức độ sạch cao được giữ lại một cách chọn lọc. Kết quả là, thu được pha austenit dư cực kỳ ổn định. Pha austenit dư như vậy chuyển hóa dần dần thành mactensit cùng với sự biến dạng, nên có đặc tính không dễ dàng tạo thành điểm bắt đầu nứt gãy và gây ra sự suy giảm độ uốn mép khi kéo căng cực ít.

Đối với chỉ báo về độ ổn định nêu trên, nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa mactensit (điểm M_s) của pha austenit dư có thể được đề cập. Austenit dư ổn định trong đó pha austenit với mức độ sạch cao dư không làm thay đổi lượng austenit dư ngay cả khi nhúng trong nitơ lỏng trong 1 giờ, tức là, áp dụng bước gọi là làm nguội sâu. Điểm M_s là thấp hơn hoặc bằng nhiệt độ của nitơ lỏng (-198°C) và cực kỳ ổn định. Hơn nữa, nói chung, bằng cách áp dụng lặp lại bước làm nguội sâu, austenit dư được giảm từ từ, tuy nhiên trong tấm thép có độ bền cao theo sáng chế, austenit dư không giảm và cực kỳ bền vững mặc dù được xử lý làm nguội sâu năm lần.

Tấm thép theo sáng chế tạo ra tấm thép có độ bền cao, mà có độ bền và độ dẻo được cải thiện mạnh và có độ uốn mép khi kéo căng giảm cực kỳ nhỏ, nhờ pha austenit dư có điểm M_s là thấp hơn hoặc bằng 60°C tính theo phần thể tích với lượng nhiều hơn hoặc bằng 2%.

Từ quan điểm độ bền và độ dẻo, phần thể tích của pha austenit dư trong cấu trúc tấm thép tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 4%, tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 6%. Mặt khác, để tạo ra phần thể tích của pha austenit dư trong cấu trúc tấm thép trên 20%, cần phải bổ sung các nguyên tố chẳng hạn như C hoặc Mn với khoảng định lượng thích hợp, mà dẫn đến việc khả năng hàn bị suy giảm, do đó giới hạn trên của pha austenit dư là 20%.

Theo sáng chế, tỷ lệ của pha austenit dư, mà chuyển hóa thành mactensit ở -198°C , tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 2% tính theo phần thể tích. Nhờ đó, thu được pha austenit dư ổn định hơn, khiến cho độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng được cải thiện một cách đáng kể và thu được khả năng tạo hình ưu việt.

Hơn nữa, nếu điểm M_s của austenit dư trong cấu trúc tấm thép là thấp hơn hoặc bằng -198°C , thì pha austenit dư trở nên ổn định hơn, độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng được cải thiện một cách đáng kể hơn nữa, và thu được khả năng tạo hình ưu việt, nên điều này được ưu tiên.

Phần thể tích của pha austenit dư thu được bằng cách xét nghiệm tấm thép ở mặt phẳng song song với bề mặt tấm ở 1/4 chiều dày bằng cách phân tích tia X, tính toán phần diện tích, và coi giá trị này là phần thể tích. Tuy nhiên, mặt phẳng 1/4 chiều dày là mặt phẳng thu được bằng cách mài và đánh bóng hóa học vật liệu nền lại sau khi làm nguội sâu để thu được sản phẩm gương.

Hơn nữa, xét đến sai số đo, pha austenit dư được coi như chuyển hóa thành mactensit ở thời điểm khi mối tương quan thể hiện dưới đây được thỏa mãn:

$$V_{\gamma(n)}/V_{\gamma(0)} < 0,90$$

trong đó, "n" là số lượng lần xử lý làm nguội sâu, $V\gamma(n)$ là phần trăm austenit dư sau khi xử lý vuốt sâu lần thứ n, và $V\gamma(0)$ là phần trăm austenit dư trong vật liệu nền.

Pha ferit

Pha ferit là cấu trúc hữu hiệu để cải thiện độ dẻo, được ưu tiên chứa trong cấu trúc tấm thép từ 10% đến 75% tính theo phần thể tích. Nếu phần thể tích của pha ferit trong cấu trúc tấm thép là nhỏ hơn 10%, thì có thể không thu được độ dẻo đạt yêu cầu. Phần thể tích của pha ferit trong cấu trúc tấm thép, từ quan điểm độ dẻo, tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 15%, còn tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 20%. Pha ferit là cấu trúc mềm, nên nếu phần thể tích vượt quá 75%, thì đôi khi không thu được độ bền đạt yêu cầu. Do đó, để làm tăng độ bền kéo của tấm thép đạt yêu cầu, phần thể tích của pha ferit trong cấu trúc tấm thép tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 65%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 50%.

Pha ferit bainit và/hoặc pha bainit

Pha ferit bainit và/hoặc pha bainit là cấu trúc có sự cân bằng tốt giữa độ bền và độ dẻo, được ưu tiên chứa trong cấu trúc tấm thép từ 10% đến 50% tính theo phần thể tích. Pha ferit bainit và/hoặc bainit là vi cấu trúc mà có độ bền ở khoảng trung gian giữa pha ferit mềm và pha mactensit cứng và pha mactensit được ram và pha austenit dư. Xét đến độ uốn mép khi kéo căng, lượng hạt lẫn nhiều hơn hoặc bằng 15% được ưu tiên hơn, và lượng hạt lẫn nhiều hơn hoặc bằng 20% được ưu tiên hơn nữa. Nếu phần thể tích của pha ferit bainit và/hoặc bainit vượt quá 50%, thì ứng suất chảy dẻo sẽ tăng quá mức và khả năng cố định hình dạng sẽ bị suy giảm, nên điều này không được ưu tiên.

Pha mactensit được ram

Pha mactensit được ram là cấu trúc mà làm cải thiện nhiều độ bền kéo, và có thể được bao gồm trong cấu trúc tấm thép đến phần thể tích ít hơn hoặc bằng 50%. Xét đến độ bền kéo, phần thể tích của mactensit được ram được ưu tiên là nhiều hơn hoặc bằng 10%. Nếu phần thể tích của mactensit được ram, mà có trong cấu

trúc tấm thép, vượt quá 50%, thì ứng suất chảy dẻo sẽ tăng quá mức và khả năng cố định hình dạng bị suy giảm, nên điều này không được ưu tiên.

Pha mactensit mới

Pha mactensit mới có hiệu quả cải thiện mạnh độ bền kéo. Tuy nhiên, nó tạo thành điểm bắt đầu nứt gãy và làm giảm mạnh độ uốn mép khi kéo căng, nên tốt hơn là nó được hạn chế đến phần thể tích bằng 15% trong cấu trúc tấm thép. Để nâng cao độ uốn mép khi kéo căng, tốt hơn là tạo ra phần thể tích của pha mactensit mới trong cấu trúc tấm thép ít hơn hoặc bằng 10%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 5%.

Các loại khác

Cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế còn có thể chứa pha peclit và/hoặc pha xementit thô hoặc cấu trúc khác. Tuy nhiên, nếu cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao chứa một lượng lớn là pha peclit và/hoặc pha xementit thô, thì nảy sinh vấn đề về độ uốn cong suy giảm. Từ đó, phần thể tích của pha peclit và/hoặc pha xementit thô, mà có trong cấu trúc tấm thép, tốt hơn là tổng số ít hơn hoặc bằng 10%, tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 5%.

Các phần thể tích của các cấu trúc khác nhau, mà có trong cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế, ví dụ, có thể được đo bởi phương pháp sau:

Trong khi đo các phần thể tích của pha ferit, pha ferit bainit, pha bainit, pha mactensit được ram, và pha mactensit mới, mà có trong cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế, trước hết, mẫu thử được lấy nhờ sử dụng mặt cắt của độ dày tấm song song với hướng cán của tấm thép làm bề mặt kiểm tra. Hơn nữa, bề mặt kiểm tra của mẫu thử này được đánh bóng và được khắc ăn mòn bởi Nital và khoảng từ 1/8 đến 3/8 chiều dày tấm được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM) để đo phần diện tích. Giá trị này được coi là phần thể tích.

Tiếp theo, thành phần của các hợp phần của tấm thép có độ bền cao theo sáng chế sẽ được trình bày. Lưu ý rằng ở phần trình bày dưới đây trừ khi được nêu khác đi, "%" là để chỉ "% khối lượng".

C: 0,075% đến 0,300%

C là nguyên tố mà cần có để thu được pha austenit dư. Nó được thêm để giúp đạt được cả khả năng tạo hình ưu việt và độ bền cao. Nếu hàm lượng C vượt quá 0,300%, thì khả năng hàn trở nên không đạt yêu cầu. Xét đến khả năng hàn, hàm lượng C tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,250%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,220%. Nếu hàm lượng C ít hơn 0,075%, thì khó có thể thu được lượng pha austenit dư đạt yêu cầu và độ bền và khả năng định hình giảm. Xét đến độ bền và khả năng định hình, hàm lượng C tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,090%, còn tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,100%.

Si: 0,70% đến 2,50%

Si là nguyên tố mà giúp dễ dàng thu được pha austenit dư, bằng cách ngăn chặn sự tạo thành của các cacbua gốc-sắt trong tấm thép, và là nguyên tố cần thiết để nâng cao độ bền và khả năng định hình. Nếu hàm lượng Si vượt quá 2,50%, thì tấm thép trở nên giòn và độ dẻo bị suy giảm. Xét đến độ dẻo, hàm lượng Si tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 2,20%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 2,00%. Nếu hàm lượng Si ít hơn 0,70%, thì các cacbua gốc-sắt tạo thành sau khi ủ trong khi làm nguội xuống đến nhiệt độ trong phòng, không thể thu được pha austenit dư đạt yêu cầu, và độ bền và khả năng định hình bị suy giảm. Xét đến độ bền và khả năng định hình, giá trị giới hạn dưới của Si tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,90%, còn tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 1,00%.

Mn: 1,30% đến 3,50%

Mn được bổ sung để nâng cao độ bền của tấm thép. Nếu hàm lượng Mn vượt quá 3,50%, thì các phân tập trung Mn thô sẽ tạo thành ở giữa chiều dày của tấm thép, sự hóa giòn dễ dàng xảy ra, và việc nứt phôi tấm đúc hoặc sự cố khác dễ xảy ra. Hơn nữa, nếu hàm lượng Mn vượt quá 3,50%, thì có nhược điểm là khả năng hàn cũng bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Mn cần phải là ít hơn hoặc bằng

3,50%. Xét đến khả năng hàn, hàm lượng Mn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 3,20%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 3,00%. Nếu hàm lượng Mn ít hơn 1,30%, thì một lượng lớn của các cấu trúc mềm được tạo thành trong khi làm nguội sau khi ủ, nên việc đảm bảo độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900MPa trở nên khó khăn. Do đó, hàm lượng Mn cần phải nhiều hơn hoặc bằng 1,30%. Hơn nữa, để làm tăng độ bền của tấm thép, hàm lượng Mn được ưu tiên là nhiều hơn hoặc bằng 1,50%, còn tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 1,70%.

P: 0,001% đến 0,030%

P có xu hướng cô lập ở giữa chiều dày của tấm thép và có khả năng làm cho vùng hàn trở nên giòn. Nếu hàm lượng P vượt quá 0,030%, thì vùng hàn trở nên rất giòn, nên hàm lượng P được giới hạn đến ít hơn hoặc bằng 0,030%. Giới hạn dưới của P không bị giới hạn cụ thể, miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện, tuy nhiên nếu để hàm lượng P nhỏ hơn 0,001%, thì chi phí sản xuất tăng mạnh, nên 0,001% là giới hạn dưới.

S: 0,0001% đến 0,0100%

S có ảnh hưởng bất lợi đến khả năng hàn và khả năng sản xuất ở thời điểm đúc và ở thời điểm cán nóng. Do đó, giá trị giới hạn trên của hàm lượng S là ít hơn hoặc bằng 0,0100%. Ngoài ra, S liên kết với Mn để tạo thành MnS thô, khiến cho độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng giảm, nên tốt hơn nữa là hàm lượng này là ít hơn hoặc bằng 0,0050%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,0025%. Giới hạn dưới của hàm lượng S không bị giới hạn cụ thể, miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện, tuy nhiên nếu để hàm lượng S nhỏ hơn 0,0001%, thì chi phí sản xuất tăng mạnh, nên 0,0001% là giới hạn dưới.

Al: 0,005% đến 1,500%

Al là nguyên tố mà cản trở sự tạo thành của các cacbua góc-sắt và giúp dễ dàng thu được austenit dư. Nguyên tố này làm tăng độ bền và khả năng định hình của tấm thép. Nếu hàm lượng Al vượt quá 1,500%, thì khả năng hàn bị suy giảm, nên giới hạn trên là 1,500%. Xét đến khả năng hàn, hàm lượng Al tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 1,200%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,900%. Al là nguyên

tổ mà cũng hữu hiệu làm vật liệu khử oxy, tuy nhiên nếu hàm lượng Al nhỏ hơn 0,005%, thì hiệu quả dùng làm vật liệu khử oxy không thu được đạt yêu cầu, nên giới hạn dưới của hàm lượng Al là 0,005%. Để có hiệu quả khử oxy đạt yêu cầu, lượng của Al tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,010%.

N: 0,0001% đến 0,0100%

N tạo thành các nitrua thô, mà làm cho độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng bị suy giảm, nên lượng bổ sung cần phải giảm xuống. Nếu hàm lượng Ni vượt quá 0,0100%, thì xu hướng này trở nên đáng kể hơn, nên giới hạn trên của hàm lượng N là 0,0100%. N là nguyên nhân tạo thành các rỗ khí ở thời điểm hàn, nên lượng này càng nhỏ càng tốt. Giới hạn dưới của hàm lượng N không bị giới hạn cụ thể, miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện, tuy nhiên nếu để hàm lượng N nhỏ hơn 0,0001%, thì chi phí sản xuất tăng mạnh, nên 0,0001% là giới hạn dưới.

O: 0,0001% đến 0,0100%

O tạo thành các oxit, mà làm cho độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng bị suy giảm, nên hàm lượng này cần phải duy trì thấp. Nếu hàm lượng O vượt quá 0,0100%, thì sự suy giảm của độ uốn mép khi kéo căng trở nên đáng kể, nên giới hạn trên của hàm lượng O là ít hơn hoặc bằng 0,0100%. Hàm lượng O được ưu tiên hơn là ít hơn hoặc bằng 0,0080%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,0060%. Giới hạn dưới của hàm lượng O không bị giới hạn cụ thể, miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện, tuy nhiên nếu để hàm lượng O nhỏ hơn 0,0001%, thì chi phí sản xuất tăng mạnh, nên 0,0001% là giới hạn dưới.

Tấm thép có độ bền cao của sáng chế ngoài ra còn có thể chứa các nguyên tố được thể hiện dưới đây tùy theo yêu cầu:

Ti: 0,005% đến 0,150%

Ti là nguyên tố mà góp phần vào sự gia tăng độ bền của tấm thép nhờ việc tăng bền kết tủa, tăng bền hạt mịn bằng cách ngăn ngừa sự phát triển của các hạt tinh thể ferit, và tăng bền chuyển vị bằng cách ngăn ngừa sự tái kết tinh. Nếu hàm lượng Ti vượt quá 0,150%, thì sự kết tủa của các cacbonitrua tăng lên và khả năng

định hình bị suy giảm, nên hàm lượng Ti là ít hơn hoặc bằng 0,150%. Xét đến khả năng định hình, hàm lượng Ti tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,100%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,070%. Để thu được hiệu quả tăng độ bền bởi Ti đạt yêu cầu, hàm lượng Ti cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,005%. Để làm tăng độ bền của tấm thép, hàm lượng Ti tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,010%, tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,015%.

Nb: 0,005% đến 0,150%

Nb là nguyên tố góp phần vào sự gia tăng độ bền của tấm thép, nhờ việc tăng bền kết tủa, tăng bền hạt mịn bằng cách ngăn ngừa sự phát triển của các hạt tinh thể ferit, và tăng bền chuyển vị bằng cách ngăn ngừa sự tái kết tinh. Nếu hàm lượng Nb vượt quá 0,150%, thì sự kết tủa của các cacbonitrua tăng lên và khả năng định hình bị suy giảm, nên hàm lượng Nb là ít hơn hoặc bằng 0,150%. Xét đến khả năng định hình, hàm lượng Nb tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,100%, còn tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,060%. Để thu được hiệu quả tăng độ bền bởi Nb đạt yêu cầu, hàm lượng Nb cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,005%. Để làm tăng độ bền của tấm thép, hàm lượng Nb tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,010%, tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,015%.

V: 0,005% đến 0,150%

V là nguyên tố góp phần vào sự gia tăng độ bền của tấm thép, bằng cách tăng bền kết tủa, tăng bền hạt mịn bằng cách ngăn ngừa sự phát triển của các hạt tinh thể ferit, và tăng bền chuyển vị bằng cách ngăn ngừa sự tái kết tinh. Nếu hàm lượng V vượt quá 0,150%, thì sự kết tủa của các cacbonitrua tăng lên và khả năng định hình bị suy giảm, nên hàm lượng này là ít hơn hoặc bằng 0,150%. Để thu được hiệu quả tăng độ bền bởi V đạt yêu cầu, hàm lượng này cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,005%.

B: 0,0001% đến 0,0100%

B là nguyên tố cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao, và hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng B vượt quá 0,0100%, thì khả năng gia công trong khi nóng bị suy yếu

và năng suất giảm xuống, nên hàm lượng B là ít hơn hoặc bằng 0,0100%. Xét đến năng suất, hàm lượng B tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,0050%, tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,0030%. Để thu được độ bền cao hơn nhờ B đạt yêu cầu, hàm lượng B cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,0001%. Để làm tăng một cách hữu hiệu độ bền của tấm thép, hàm lượng B tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,0003%, tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,0005%.

Mo: 0,01% đến 1,00%

Mo là nguyên tố cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao, và hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng Mo vượt quá 1,00%, thì khả năng gia công khi nóng bị suy yếu và năng suất giảm xuống, nên hàm lượng Mo là ít hơn hoặc bằng 1,00%. Để thu được độ bền cao hơn nhờ Mo đạt yêu cầu, hàm lượng này cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,01%.

W: 0,01% đến 1,00%

W là nguyên tố cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao, và hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng W vượt quá 1,00%, thì khả năng gia công khi nóng bị suy yếu và năng suất giảm xuống, nên hàm lượng W là ít hơn hoặc bằng 1,00%. Để thu được độ bền cao hơn nhờ W đạt yêu cầu, hàm lượng này cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,01%.

Cr: 0,01% đến 2,00%

Cr là nguyên tố cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao, và hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng Cr vượt quá 2,00%, thì khả năng gia công khi nóng bị suy yếu và năng suất giảm xuống, nên hàm lượng Cr là ít hơn hoặc bằng 2,00%. Để thu được độ bền cao hơn nhờ Cr đạt yêu cầu, hàm lượng này cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,01%.

Ni: 0,01% đến 2,00%

Ni là nguyên tố cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao, và hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng Ni vượt quá 2,00%, thì khả năng hàn bị suy yếu, nên hàm lượng Ni là ít hơn hoặc bằng 2,00%. Để thu được độ bền cao hơn nhờ Ni đạt yêu cầu, hàm lượng này cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,01%.

Cu: 0,01% đến 2,00%

Cu là nguyên tố làm tăng độ bền nhờ sự có mặt các hạt mịn trong thép, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng Cu vượt quá 2,00%, thì khả năng hàn bị suy yếu, nên hàm lượng này là ít hơn hoặc bằng 2,00%. Để thu được độ bền cao hơn nhờ Cu đạt yêu cầu, hàm lượng này cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,01%.

Một hoặc nhiều trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm): tổng lượng: 0,0001% đến 0,5000%

Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm) là các nguyên tố hữu ích để cải thiện khả năng định hình. Một hoặc nhiều trong số các nguyên tố này có thể được bổ sung. Nếu hàm lượng của một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm) vượt quá tổng số bằng 0,5000%, thì ngược lại độ dẻo có khả năng bị suy giảm, nên tổng hàm lượng các nguyên tố là ít hơn hoặc bằng 0,5000%. Để thu được hiệu quả cải thiện khả năng định hình của tấm thép đạt yêu cầu, tổng hàm lượng các nguyên tố cần phải nhiều hơn hoặc bằng 0,0001%. Xét đến khả năng định hình, tổng hàm lượng các nguyên tố này tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,0005%, tốt hơn nữa là nhiều hơn hoặc bằng 0,0010%. Ở đây, "REM" là chữ viết tắt cho "kim loại đất hiếm" và chỉ các nguyên tố thuộc dãy lanthanoid. Theo sáng chế, REM (kim loại đất hiếm) hoặc Ce thường được bổ sung dưới dạng kim loại Misch. Đôi khi, các nguyên tố thuộc dãy lanthanoid khác với La hoặc Ce được chứa một cách phức hợp. Ngoài ra, ngay cả khi các nguyên tố thuộc dãy lanthanoid khác với La và Ce được thêm, các hiệu quả của sáng chế vẫn được thể hiện. Hơn nữa, mặc dù bổ sung La hoặc Ce kim loại, các hiệu quả của sáng chế vẫn được thể hiện.

Như nêu trên, thành phần của các hợp phần của sáng chế đã được trình bày, tuy nhiên các nguyên tố khác với các nguyên tố cần thiết phải bổ sung cũng có thể được chứa dưới dạng tạp chất mà thu được từ nguyên liệu ban đầu, miễn là chúng nằm trong khoảng không ảnh hưởng đến các đặc tính của tấm thép của sáng chế.

Tấm thép có độ bền cao của sáng chế cũng có thể là tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, mà trên bề mặt của tấm thép này lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ kẽm ủ được tạo thành. Bằng cách tạo thành lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép có độ bền cao, thu được tấm thép mà có độ bền chống ăn mòn ưu việt. Hơn nữa, bằng cách tạo thành lớp mạ kẽm ủ trên bề mặt của tấm thép có độ bền cao, thu được tấm thép mà có độ bền chống ăn mòn ưu việt và có khả năng bám dính lớp phủ ưu việt.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao theo sáng chế sẽ được trình bày.

Để sản xuất tấm thép có độ bền cao của sáng chế, trước hết, phôi tấm mà có các thành phần hợp phần nêu trên được đúc. Khi phôi tấm này được sử dụng để cán nóng, ví dụ, có thể sử dụng phôi tấm được đúc liên tục hoặc phôi tấm được sản xuất bằng thiết bị đúc phôi tấm mỏng v.v.. Đối với phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao của sáng chế, tốt hơn nếu sử dụng phương pháp chẳng hạn như cán trực tiếp - đúc liên tục (CC-DR) trong đó thép được đúc, sau đó được cán nóng ngay lập tức.

Nhiệt độ nung nóng phôi tấm trong bước cán nóng cần phải cao hơn hoặc bằng 1050°C. Nếu nhiệt độ nung nóng phôi tấm là thấp, thì nhiệt độ hoàn thiện cán giảm xuống dưới điểm A_{r3} . Kết quả là, thu được sản phẩm cán hai pha gồm pha ferit và pha austenit, nên cấu trúc tấm cán nóng trở thành cấu trúc hạt hỗn hợp không đều. Cấu trúc không đều này không bị hạn chế ngay cả sau bước cán nguội và bước ủ, và do đó độ dẻo và độ uốn cong bị suy giảm. Hơn nữa, nếu nhiệt độ hoàn thiện cán giảm xuống, thì tải trọng cán tăng lên, và quá trình cán trở nên khó khăn hoặc các khuyết tật hình dạng có khả năng xuất hiện trong tấm thép sau khi cán. Giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng phôi tấm không bị giới hạn cụ thể, miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện, tuy nhiên được ưu tiên theo khía cạnh kinh

tế là điều chỉnh nhiệt độ nung nóng đến nhiệt độ cực kỳ cao, do đó giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng phôi tấm tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 1350°C.

Điểm Ar_3 có thể được tính toán bởi công thức sau đây:

$$Ar_3(^{\circ}C)=901-325\times C+33\times Si-92\times (Mn+Ni/2+Cr/2+Cu/2+Mo/2)+52\times Al$$

Trong công thức nêu trên, C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu, Mo, và Al là các hàm lượng các nguyên tố khác nhau (% khối lượng).

Nhiệt độ hoàn thiện cán của bước cán nóng là nhiệt độ cao hơn trong số 800°C hoặc điểm Ar_3 đối với giới hạn dưới và 1000°C đối với giới hạn trên. Nếu nhiệt độ hoàn thiện cán là nhỏ hơn 800°C, thì tải trọng cán ở thời điểm hoàn thiện cán trở nên cao, quá trình cán trở nên khó khăn, và các khuyết tật hình dạng có khả năng xuất hiện trong tấm thép cán nóng mà thu được sau khi cán. Nếu nhiệt độ hoàn thiện cán nhỏ hơn điểm Ar_3 , thì sản phẩm cán nóng trở thành sản phẩm cán vùng hai pha gồm pha ferit và pha austenite, và cấu trúc tấm thép được cán nóng sẽ đôi khi trở thành cấu trúc hạt hỗn hợp không đều.

Giới hạn trên của nhiệt độ hoàn thiện cán không bị giới hạn cụ thể, miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện, tuy nhiên nếu nhiệt độ hoàn thiện cán là cực cao, thì để đảm bảo nhiệt độ này, nhiệt độ nung nóng phôi tấm cán phải là cực cao. Do đó, nhiệt độ giới hạn trên của nhiệt độ hoàn thiện cán tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 1000°C.

Tấm thép sau khi cán được cuộn ở từ 500 đến 750°C. Nếu cuộn tấm thép ở nhiệt độ vượt quá 750°C, thì các oxit, mà được tạo thành trên bề mặt tấm thép, tăng lên quá mức theo chiều dày và khả năng tẩy gỉ bị suy giảm. Để làm tăng khả năng tẩy gỉ, nhiệt độ cuộn tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 720°C, tốt hơn nữa là thấp hơn hoặc bằng 700°C. Nếu nhiệt độ cuộn là nhỏ hơn 500°C, thì tấm thép cán nóng trở nên có độ bền cực cao và bước cán nguội trở nên khó khăn. Xét đến việc giảm bớt tải trọng ở bước cán nguội, nhiệt độ cuộn tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 550°C, tốt hơn nữa là cao hơn hoặc bằng 600°C.

Tấm thép cán nóng được sản xuất như vậy được tẩy gỉ. Nhờ việc tẩy gỉ, các oxit trên bề mặt tấm thép có thể được loại bỏ. Điều này là quan trọng khi xét đến việc nâng cao khả năng chuyển hóa hóa học của tấm thép cán nguội có độ bền cao của sản phẩm cuối, hoặc khả năng mạ nhúng nóng của tấm thép cán nguội để sử dụng trong tấm thép mạ nhúng nóng hoặc mạ kẽm ủ. Việc tẩy gỉ có thể chỉ là một bước xử lý duy nhất hoặc có thể được chia thành nhiều bước xử lý.

Tấm thép được tẩy gỉ có thể được cấp nguyên như vậy vào bước ủ, nhưng bằng cách cán nguội tấm thép này ở tỷ lệ xoắn vít xuống từ 35% đến 75%, tấm thép có độ dày chính xác và hình dạng ưu việt thu được. Nếu tỷ lệ xoắn vít xuống nhỏ hơn 35%, thì khó có thể giữ hình dạng phẳng và sản phẩm cuối trở nên kém về độ dẻo, nên tỷ lệ xoắn vít xuống là nhiều hơn hoặc bằng 35%. Nếu tỷ lệ xoắn vít xuống vượt quá 75%, thì tải trọng bước cán nguội trở nên quá lớn và bước cán nguội trở nên khó khăn. Từ đó, giới hạn trên của tỷ lệ xoắn vít xuống là 75%. Số lượng của các rãnh cán và tỷ lệ xoắn vít xuống đối với mỗi rãnh cán không bị quy định cụ thể miễn là hiệu quả của sáng chế được thể hiện.

Tiếp theo, tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội thu được được tiến hành xử lý ủ như sau.

Trước hết, tấm thép cán được nung nóng đến nhiệt độ nung nóng tối đa trong khoảng từ 740 đến 1000°C. Nếu nhiệt độ nung nóng tối đa nhỏ hơn 740°C, thì lượng của pha austenit trở nên không đạt yêu cầu và trở nên khó đảm bảo lượng cấu trúc cứng đạt yêu cầu khi chuyển hóa pha trong khi làm nguội tiếp theo. Nếu nhiệt độ nung nóng tối đa vượt quá 1000°C, thì pha austenit trở nên có cỡ hạt thô, nên sự chuyển hóa không xảy ra dễ dàng trong khi làm nguội, và, cụ thể là, khó thu được cấu trúc ferit mềm đạt yêu cầu.

Việc nung nóng đến nhiệt độ nung nóng tối đa tốt hơn là được thực hiện ở tốc độ nung nóng, mà từ -20°C đến nhiệt độ nung nóng tối đa cuối cùng là 20°C ở thời điểm nung nóng, bằng từ 0,1 đến 0,8°C/giây. Bằng cách khiến tốc độ nung nóng ở 20°C lên đến nhiệt độ nung nóng tối đa được nung nóng từ từ trong khoảng trên, thu được các hiệu quả là tốc độ phát triển chuyển hóa ngược thành

pha austenit trở nên chậm hơn và các khuyết tật trong pha austenit ban đầu trở nên ít hơn.

Thời gian duy trì ở thời điểm nung nóng đến nhiệt độ nung nóng tối đa có thể được xác định một cách thích hợp theo nhiệt độ nung nóng tối đa v.v. và không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên nhiều hơn hoặc bằng 10 giây được ưu tiên, trong đó từ 40 đến 540 giây được ưu tiên hơn.

Tiếp theo, việc làm nguội sơ cấp được thực hiện với tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến 700°C là từ $1,0$ đến $10,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Nhờ việc làm nguội sơ cấp, có thể làm cho sự chuyển hóa ferit và chuyển hóa thành ferit bainitic và/hoặc bainit được xảy ra một cách thích hợp trong khi chữa lại pha austenit không được chuyển hóa đến điểm M_s và chuyển hóa tất cả hoặc một phần thành mactensit.

Nếu tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng làm nguội nêu trên nhỏ hơn $1,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thì sự chuyển hóa peclit xảy ra trong khi làm nguội, nhờ vậy pha austenit không được chuyển hóa được khử và không thể thu được cấu trúc cứng đạt yêu cầu. Kết quả là, đôi khi không thể đảm bảo độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900MPa . Nếu tốc độ làm nguội trung bình vượt quá $10,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thì đôi khi cấu trúc ferit mềm không được tạo thành đạt yêu cầu.

Thời gian duy trì trong vùng nhiệt độ chuyển hóa ferit ngay từ sau khi nung nóng đến khi nhiệt độ tấm thép đạt tới 700°C không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên tốt hơn là từ 20 đến 1000 giây. Để tạo ra pha ferit mềm đạt yêu cầu, cần phải duy trì tấm thép trong nhiều hơn hoặc bằng 20 giây ở vùng nhiệt độ chuyển hóa ferit từ ngay sau khi ủ đến khi nhiệt độ tấm thép đạt tới 700°C , tốt hơn là duy trì tấm thép này trong nhiều hơn hoặc bằng 30 giây, tốt hơn nữa là duy trì tấm thép này trong nhiều hơn hoặc bằng 50 giây. Nếu thời gian trong đó thép được duy trì ở vùng nhiệt độ chuyển hóa ferit vượt quá 1000 giây, thì sự chuyển hóa ferit xảy ra quá mức, austenit không chuyển hóa bị khử, và không thể thu được cấu trúc cứng đạt yêu cầu.

Hơn nữa, sau bước làm nguội sơ cấp nêu trên, bước làm nguội thứ cấp được thực hiện với tốc độ làm nguội trung bình từ 700 đến 500°C là từ 5,0 đến 200°C/giây. Nhờ có bước làm nguội thứ cấp, sự chuyển hóa từ austenit thành ferit sau khi ủ xảy ra một cách đảm bảo. Nếu làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình từ 1°C/giây đến 10,0°C/giây tương tự với bước làm nguội sơ cấp từ vùng nhiệt độ vượt quá 700°C, thì pha ferit không được tạo thành đạt yêu cầu và độ dẻo của tấm thép có độ bền cao không thể được đảm bảo.

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, tấm thép mà đã được xử lý để làm nguội ở hai giai đoạn nêu trên được duy trì ở nhiệt độ từ 350 đến 450°C trong khoảng thời gian từ 30 đến 1000 giây. Nếu nhiệt độ duy trì ở thời điểm này nhỏ hơn 350°C, thì các cacbua gốc-sắt mịn tạo thành và sự tập trung của C ở pha austenit không xảy ra, dẫn đến pha austenit không bền vững. Nếu thời gian duy trì vượt quá 450°C, thì giới hạn dung dịch rắn của C trong pha austenit trở nên thấp hơn và C trở nên bão hòa ngay cả với lượng nhỏ, nên sự tập trung của C không xảy ra dẫn đến pha austenit không bền vững.

Nếu thời gian duy trì nhỏ hơn 30 giây, sự chuyển hóa bainit không xảy ra đạt yêu cầu, thì lượng của C (cacbon) mà thải ra từ pha bainit vào pha austenit là nhỏ, sự tập trung của C ở pha austenit trở nên không đạt yêu cầu, và tạo thành pha austenit không bền. Nếu thời gian duy trì vượt quá 1000 giây, thì các cacbua gốc-sắt thô bắt đầu tạo thành và sự tập trung của C trong austenit ngược lại giảm xuống, nên tạo thành pha austenit không bền.

Hơn nữa, trong bước ủ của sáng chế, như được thể hiện trên Fig.1A, khi làm nguội từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến nhiệt độ trong phòng, thép được nung nóng lại từ điểm Bs (nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa bainit) hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C ít nhất một lần và được nung nóng lại từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C ít nhất một lần. Nhờ thực hiện xử lý nung nóng lại bởi hai loại điều kiện như vậy, có thể tạo ra pha austenit mà có các khuyết tật bên trong và dễ dàng chuyển hóa thành các cấu trúc khác trong pha austenit dư không chuyển hóa, tức là, pha austenit không bền vững, được

ưu tiên chuyển hóa và thu được pha bainit, pha ferit bainit, hoặc pha mactensit được ram.

Lưu ý rằng, ví dụ, như được thể hiện trên Fig.1B, mặc dù làm nguội xuống đến điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C, sau đó nung nóng đến cao hơn hoặc bằng 500°C, coi như việc nung nóng lại từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C và việc nung nóng lại từ điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C đã lần lượt được thực hiện. Kiểu xử lý nung nóng lại như vậy cũng có thể được thực hiện.

Hơn nữa, có thể duy trì thép ở khoảng nhiệt độ từ 350 đến 450°C nêu trên giữa bước nung nóng lại từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C và bước nung nóng lại từ điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C.

Điểm Bs (nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa bainit) có thể được tính toán bởi công thức sau đây:

$$Bs(^{\circ}C)=820-290C/(1-VF)-37Si-90Mn-65Cr-50Ni+70Al$$

Trong công thức nêu trên, VF là phần thể tích của ferit, trong khi C, Mn, Cr, Ni, Al, và Si là lượng bổ sung của các nguyên tố này (% khối lượng).

Điểm Ms (nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa mactensit) có thể được tính toán bởi công thức sau đây:

$$Ms(^{\circ}C)=541-474C/(1-VF)-15Si-35Mn-17Cr-17Ni+19Al$$

Trong công thức nêu trên, VF là phần thể tích của ferit, trong khi C, Si, Mn, Cr, Ni, và Al là lượng bổ sung của các nguyên tố này (% khối lượng).

Lưu ý rằng, khó có thể đo trực tiếp phần thể tích của pha ferit trong khi sản xuất tấm thép có độ bền cao, nên theo sáng chế, một miếng nhỏ tấm thép cán nguội được cắt ra trước khi cho tấm này chạy qua dây chuyền ủ liên tục, miếng nhỏ này được ủ bởi chu trình nhiệt độ tương tự như trường hợp cho tấm này chạy qua dây chuyền ủ liên tục, sự thay đổi thể tích của pha ferit với lượng của miếng nhỏ được

đo, kết quả được sử dụng để tính giá trị số học, và giá trị này được sử dụng làm phần thể tích VF của ferit. Phép đo này có thể được thực hiện nhờ sử dụng kết quả của thao tác đo thứ nhất khi sản xuất tấm thép trong cùng các điều kiện. Giá trị này không được đo mỗi lần. Phép đo được thực hiện lại khi có sự thay đổi lớn về các điều kiện. Tất nhiên, cũng có thể quan sát vi cấu trúc của tấm thép được tạo thành thực tế và hội tiếp kết quả vào dây chuyền sản xuất tiếp theo và nữa.

Trong bước nung nóng lại nêu trên từ điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C , nhiệt độ bắt đầu là điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C để làm cho tạo thành nhân bainit để phá hủy các khuyết tật trong austenit. Nhiệt độ nung nóng lại là cao hơn hoặc bằng 500°C để khử hoạt tính nhân chuyển hóa và tránh sự tạo thành của các cacbua gốc-sắt được tạo thành bởi sự chuyển hóa xảy ra quá mức ở vùng nhiệt độ cao.

Trong bước nung nóng lại nêu trên từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C , nhiệt độ bắt đầu được đặt là điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C để tạo thành nhân mactensit để phá hủy các khuyết tật trong austenit. Nhiệt độ nung nóng lại được đặt là cao hơn hoặc bằng 350°C để tránh sự tạo thành của các cacbua gốc-sắt mịn làm cản trở sự tập trung của C ở pha austenit trong mactensit và/hoặc bainit do được để yên ở nhiệt độ thấp hơn 350°C .

Lý do tại sao thực hiện nung nóng lại hai giai đoạn nêu trên trong các vùng nhiệt độ khác nhau dẫn đến pha austenit dư tăng lên một cách đáng kể là chưa được rõ hoàn toàn, tuy nhiên được tin rằng nhân bainit và nhân mactensit lần lượt phá hủy các loại khuyết tật khác nhau.

Nhờ quy trình nêu trên, các khuyết tật, mà có thể tạo thành các điểm bắt đầu chuyển hóa mactensit mà có mặt trong pha austenit dư, được phá hủy, chỉ có pha austenit với mức độ sạch cao được giữ lại một cách chọn lọc, và thu được pha austenit dư cực kỳ bền vững. Kết quả là, thu được tấm thép có độ bền cao mà có độ dẻo và độ uốn mép cao khi kéo căng và có khả năng tạo hình ưu việt.

Tấm thép đã ủ có thể được cán nguội ở mức từ 0,03% đến 0,80% nhằm mục đích hiệu chỉnh hình dạng. Ở thời điểm này, nếu tốc độ cán nguội sau khi ủ là quá cao, thì pha ferit mềm sẽ được làm cứng và độ dẻo sẽ bị suy giảm mạnh, nên tốt hơn là tỷ lệ cán ở khoảng nêu trên.

Tấm thép đã ủ có thể được mạ kẽm bằng điện để thu được tấm thép mạ kẽm có độ bền cao. Hơn nữa, tấm thép đã ủ có thể được mạ kẽm nhúng nóng để thu được tấm thép mạ kẽm có độ bền cao. Trong trường hợp như vậy, ví dụ, có thể làm nguội từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến nhiệt độ trong phòng trong bước ủ, ví dụ, xuống đến 500°C, áp dụng nung nóng tiếp, sau đó nhúng trong bể kẽm để mạ kẽm nhúng nóng.

Hơn nữa, trong bước làm nguội thứ cấp trong khi xử lý ủ nêu trên và trong khi duy trì giữa 350 đến 450°C hoặc sau khi duy trì ở nhiệt độ từ 350 đến 450°C, tấm thép có thể được nhúng trong bể kẽm để sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao.

Sau khi mạ nhúng nóng, có thể xử lý tiếp lớp mạ của bề mặt tấm thép để hợp kim hóa nó ở nhiệt độ từ 470 đến 650°C. Bằng cách thực hiện xử lý hợp kim hóa như vậy, hợp kim Zn-Fe thu được bởi lớp mạ kẽm being được hợp kim hóa được tạo thành trên bề mặt, và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có kn chống gỉ ưu việt thu được.

Việc nung nóng khi xử lý hợp kim hóa có thể được thực hiện thay thế cho bước nung nóng lại từ điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C hoặc nung nóng lại từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C.

Trong khi thực hiện xử lý mạ, để nâng cao sự bám dính lớp mạ, ví dụ, có thể mạ tấm thép trước bước ủ bằng cách mạ bởi một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ni, Cu, Co, và Fe. Bằng cách thực hiện xử lý mạ bởi phương pháp như vậy, tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, mà được tạo thành với lớp mạ kẽm trên bề mặt của nó, có độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng cao, và thu được khả năng tạo hình ưu việt.

Tấm thép có độ bền cao, mà trên bề mặt của tấm thép này có lớp mạ kẽm được tạo ra, có thể được tạo thành tiếp bởi một màng bao gồm P oxit và/hoặc oxit phức hợp chứa P.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, tấm thép và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt và phương pháp sản xuất các tấm thép này theo sáng chế sẽ được trình bày một cách chi tiết hơn nhờ sử dụng các ví dụ. Sáng chế tất nhiên không bị giới hạn ở các ví dụ này và có thể được thay đổi một cách thích hợp trong khoảng phù hợp với phạm vi của sáng chế. Chúng được bao gồm trong phạm vi kỹ thuật của sáng chế.

Các phôi tấm có thành phần hỗn hợp (thành phần) từ A đến AG được thể hiện trong các bảng 1 và 2 được đúc, sau đó ngay sau khi đúc chúng được cán nóng, làm nguội, cuộn, và tẩy gỉ dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng từ 3 đến 5. Sau đó, các thử nghiệm 5, 14, 19, 24, 29, 34, 39, 44, 49, 54, 59, 98, 102, và 119 để các tấm thép cán nóng nguyên như vậy, trong khi các thử nghiệm khác cán nguội chúng dưới các điều kiện được mô tả trong các bảng từ 3 đến 6 sau khi tẩy gỉ. Sau đó, bước ủ được áp dụng dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng từ 7 đến 14 để thu được các tấm thép của các thử nghiệm từ 1 đến 127.

Bảng 1

Thử nghiệm	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O
	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng
A	0,107	1,33	1,56	0,020	0,0038	0,043	0,0035	0,0006
B	0,193	1,97	2,49	0,014	0,0009	0,027	0,0021	0,0016
C	0,107	0,99	2,02	0,017	0,0024	0,038	0,0030	0,0025
D	0,247	1,14	1,92	0,019	0,0034	0,005	0,0050	0,0029
E	0,191	1,05	1,41	0,015	0,0029	0,067	0,0030	0,0011
F	0,133	1,89	1,92	0,010	0,0046	0,038	0,0041	0,0022
G	0,203	1,02	1,51	0,014	0,0052	0,073	0,0024	0,0015
H	0,182	0,75	1,87	0,012	0,0037	0,263	0,0037	0,0019
I	0,084	1,51	2,79	0,018	0,0031	0,123	0,0013	0,0020
J	0,260	0,71	2,20	0,019	0,0014	0,302	0,0040	0,0025
K	0,199	1,19	1,89	0,018	0,0027	0,041	0,0060	0,0004
L	0,094	0,90	1,85	0,014	0,0034	0,056	0,0051	0,0013
M	0,183	2,00	1,99	0,007	0,0018	0,045	0,0041	0,0016
N	0,170	1,66	2,59	0,020	0,0008	0,015	0,0037	0,0016
O	0,140	0,74	1,45	0,013	0,0043	0,598	0,0055	0,0004
P	0,099	0,98	1,89	0,020	0,0007	0,044	0,0034	0,0006
Q	0,230	1,24	1,45	0,016	0,0010	0,068	0,0054	0,0028
R	0,119	1,39	2,27	0,016	0,0019	0,031	0,0060	0,0016
S	0,225	1,80	1,52	0,014	0,0042	0,032	0,0029	0,0011
T	0,142	0,99	2,17	0,011	0,0046	0,068	0,0021	0,0011
U	0,194	1,24	1,45	0,011	0,0015	0,053	0,0044	0,0019
V	0,133	2,27	2,55	0,017	0,0051	0,071	0,0056	0,0023
W	0,090	1,44	1,68	0,016	0,0044	0,054	0,0020	0,0007
X	0,101	1,95	1,54	0,009	0,0025	0,062	0,0058	0,0007
Y	0,114	1,62	2,70	0,010	0,0034	0,071	0,0020	0,0013
Z	0,150	1,06	3,16	0,010	0,0036	0,055	0,0018	0,0029
AA	<u>0,015</u>	1,05	2,00	0,013	0,0022	0,027	0,0035	0,0014
AB	0,097	<u>0,06</u>	1,97	0,012	0,0022	0,027	0,0032	0,0008
AC	0,101	1,05	<u>0,52</u>	0,015	0,0021	0,033	0,0033	0,0014
AD	0,093	1,68	2,67	0,002	0,0013	0,033	0,0076	0,0009
AE	0,152	0,75	2,07	0,013	0,0018	0,065	0,0015	0,0005
AF	0,148	1,72	1,55	0,007	0,0025	0,059	0,0080	0,0014
AG	0,209	0,89	2,50	0,007	0,0036	0,039	0,0057	0,0008

Bảng 2

Thử nghiệm	Ti	Nb	B	Cr	Ni	Cu	Mo	V	Ca	Ce	Mg	Zr	Hf	REM	
	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	
A															Ví dụ của sáng chế
B															Ví dụ của sáng chế
C															Ví dụ của sáng chế
D															Ví dụ của sáng chế
E	0,044														Ví dụ của sáng chế
F		0,022													Ví dụ của sáng chế
G			0,0019												Ví dụ của sáng chế
H				0,49											Ví dụ của sáng chế
I									0,0020						Ví dụ của sáng chế
J							0,25								Ví dụ của sáng chế
K								0,105							Ví dụ của sáng chế
L	0,023	0,013	0,0026	0,39			0,11		0,0032	0,0010					Ví dụ của sáng chế
M					0,65										Ví dụ của sáng chế
N						0,24									Ví dụ của sáng chế
O					1,00	0,60									Ví dụ của sáng chế
P										0,0025					Ví dụ của sáng chế
Q											0,0017				Ví dụ của sáng chế
R												0,0019			Ví dụ của sáng chế
S													0,0025		Ví dụ của sáng chế
T														0,0021	Ví dụ của sáng chế
U	0,069		0,0015												Ví dụ của sáng chế
V	0,005	0,035			0,23				0,0019						Ví dụ của sáng chế
W			0,0009							0,0024					Ví dụ của sáng chế
X				0,67			0,18								Ví dụ của sáng chế
Y															Ví dụ của sáng chế

Bảng 3

Thứ nghiệm	Thành phân hóa học	Nhiệt độ nung nóng phôi tâm	Điểm chuyển hóa Ar3	Nhiệt độ cuối cán nóng	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
1	A	1265	769	915	584	52	Ví dụ của sáng chế
2	A	1215	769	901	600	52	Ví dụ của sáng chế
3	A	1185	769	952	612	52	Ví dụ của sáng chế
4	A	1265	769	952	583	52	Ví dụ của sáng chế
5	A	1225	769	926	562	0	Ví dụ của sáng chế
6	B	1195	676	943	618	40	Ví dụ của sáng chế
7	B	1170	676	910	638	40	Ví dụ của sáng chế
8	B	1240	676	925	567	40	Ví dụ của sáng chế
9	B	1185	676	929	528	40	Ví dụ của sáng chế
10	C	1205	715	912	632	52	Ví dụ của sáng chế
11	C	1200	715	900	671	52	Ví dụ của sáng chế
12	C	1175	715	892	695	52	Ví dụ của sáng chế
13	C	1205	715	885	614	52	Ví dụ của sáng chế
14	C	1245	715	923	605	0	Ví dụ của sáng chế
15	D	1190	682	935	660	52	Ví dụ của sáng chế
16	D	1275	682	904	546	52	Ví dụ của sáng chế
17	D	1235	682	930	556	52	Ví dụ của sáng chế
18	D	1250	682	949	613	52	Ví dụ của sáng chế
19	D	1195	682	905	568	0	Ví dụ của sáng chế
20	E	1225	747	913	598	38	Ví dụ của sáng chế
21	E	1240	747	908	682	38	Ví dụ của sáng chế
22	E	1240	747	898	563	67	Ví dụ của sáng chế
23	E	1245	747	908	645	67	Ví dụ của sáng chế
24	E	1270	747	892	620	0	Ví dụ của sáng chế
25	F	1180	745	944	652	50	Ví dụ của sáng chế
26	F	1230	745	893	639	50	Ví dụ của sáng chế
27	F	1215	745	928	542	50	Ví dụ của sáng chế
28	F	1215	745	894	687	50	<u>Ví dụ so sánh</u>
29	F	1210	745	943	577	0	Ví dụ của sáng chế
30	G	1170	734	939	681	52	Ví dụ của sáng chế
31	G	1180	734	933	619	52	Ví dụ của sáng chế
32	G	1200	734	893	661	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
33	G	1230	734	917	594	52	Ví dụ của sáng chế
34	G	1255	734	931	594	0	Ví dụ của sáng chế
35	H	1235	686	890	643	38	Ví dụ của sáng chế

Bảng 4

Thứ nghịệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng phôi tấm	Điểm chuyển hóa Ar ₃	Nhiệt độ cuối cán nóng	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
36	H	1240	686	886	554	38	Ví dụ của sáng chế
37	H	1225	686	942	572	38	<u>Ví dụ so sánh</u>
38	H	1245	686	929	557	38	Ví dụ của sáng chế
39	H	1215	686	905	570	0	Ví dụ của sáng chế
40	I	1205	673	885	528	68	Ví dụ của sáng chế
41	I	1175	673	951	643	68	Ví dụ của sáng chế
42	I	1205	673	926	559	68	<u>Ví dụ so sánh</u>
43	I	1265	673	953	566	68	Ví dụ của sáng chế
44	I	1235	673	910	615	0	Ví dụ của sáng chế
45	J	1265	642	949	612	36	Ví dụ của sáng chế
46	J	1215	642	938	618	36	Ví dụ của sáng chế
47	J	1250	642	898	638	36	<u>Ví dụ so sánh</u>
48	J	1295	642	856	677	52	Ví dụ của sáng chế
49	J	1215	642	933	588	0	Ví dụ của sáng chế
50	K	1205	704	930	658	71	Ví dụ của sáng chế
51	K	1230	704	930	615	71	Ví dụ của sáng chế
52	K	1195	704	942	672	71	<u>Ví dụ so sánh</u>
53	K	1265	704	914	611	71	Ví dụ của sáng chế
54	K	1240	704	950	597	0	Ví dụ của sáng chế
55	L	1190	710	919	616	50	Ví dụ của sáng chế
56	L	1190	710	950	669	50	Ví dụ của sáng chế
57	L	1270	710	902	693	50	<u>Ví dụ so sánh</u>
58	L	1200	710	891	679	50	Ví dụ của sáng chế
59	L	1230	710	924	582	0	Ví dụ của sáng chế
60	M	1270	697	944	660	52	Ví dụ của sáng chế
61	M	1180	697	931	581	52	Ví dụ của sáng chế
62	M	1255	697	883	569	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
63	M	1245	697	945	605	52	Ví dụ của sáng chế
64	N	1185	652	933	675	52	Ví dụ của sáng chế
65	N	1225	652	895	580	52	Ví dụ của sáng chế
66	N	1265	652	925	628	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
67	N	1220	652	914	681	52	Ví dụ của sáng chế
68	O	1225	704	949	613	52	Ví dụ của sáng chế
69	O	1255	704	877	690	52	Ví dụ của sáng chế
70	O	1220	704	903	671	52	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 5

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng phôi tấm	Điểm chuyển hóa Ar ₃	Nhiệt độ cuối cán nóng	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
71	O	1215	704	915	684	52	Ví dụ của sáng chế
72	P	1230	730	932	609	52	Ví dụ của sáng chế
73	P	1180	730	923	603	52	Ví dụ của sáng chế
74	P	1230	730	903	639	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
75	P	1215	730	927	614	52	Ví dụ của sáng chế
76	Q	1180	737	890	646	52	Ví dụ của sáng chế
77	Q	1270	737	934	671	52	Ví dụ của sáng chế
78	Q	1260	737	913	664	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
79	Q	1280	737	947	591	52	Ví dụ của sáng chế
80	R	1190	701	909	642	40	Ví dụ của sáng chế
81	R	1245	701	907	629	40	Ví dụ của sáng chế
82	R	1205	701	886	568	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
83	R	1210	701	924	602	52	Ví dụ của sáng chế
84	S	1215	749	900	648	52	Ví dụ của sáng chế
85	S	1180	749	918	573	52	Ví dụ của sáng chế
86	S	1210	749	931	578	52	Ví dụ của sáng chế
87	S	1265	749	920	589	52	Ví dụ của sáng chế
88	T	1245	691	942	625	47	Ví dụ của sáng chế
89	T	1275	691	889	652	47	Ví dụ của sáng chế
90	T	1275	691	907	585	47	Ví dụ của sáng chế
91	T	1230	691	897	558	47	Ví dụ của sáng chế
92	U	1225	748	904	551	67	Ví dụ của sáng chế
93	U	1190	748	904	608	67	Ví dụ của sáng chế
94	U	1205	748	897	591	52	Ví dụ của sáng chế
95	U	1275	748	930	607	52	Ví dụ của sáng chế
96	V	1185	691	909	678	52	Ví dụ của sáng chế
97	V	1200	691	899	645	52	Ví dụ của sáng chế
98	V	1215	691	901	650	0	Ví dụ của sáng chế
99	V	1230	691	917	582	52	Ví dụ của sáng chế
100	W	1260	768	888	664	52	Ví dụ của sáng chế
101	W	1190	768	907	657	52	Ví dụ của sáng chế
102	W	1195	768	921	564	0	Ví dụ của sáng chế
103	W	1280	768	914	606	52	Ví dụ của sáng chế
104	X	1235	755	910	634	52	Ví dụ của sáng chế
105	X	1275	755	952	604	52	Ví dụ của sáng chế

Bảng 6

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng phôi tấm	Điểm chuyển hóa Ar ₃	Nhiệt độ cuối cán nóng	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
106	X	1210	755	900	621	52	Ví dụ của sáng chế
107	X	1280	755	939	616	52	Ví dụ của sáng chế
108	Y	1200	673	886	673	67	Ví dụ của sáng chế
109	Y	1185	673	925	652	67	Ví dụ của sáng chế
110	Y	1175	673	940	673	43	Ví dụ của sáng chế
111	Y	1185	673	953	563	43	Ví dụ của sáng chế
112	Z	1225	599	929	643	52	Ví dụ của sáng chế
113	Z	1185	599	915	694	52	Ví dụ của sáng chế
114	Z	1220	599	902	683	52	Ví dụ của sáng chế
115	Z	1275	599	<u>735</u>	666	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
116	AA	1190	748	935	623	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
117	AB	1205	692	889	622	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
118	AC	1175	857	894	660	52	<u>Ví dụ so sánh</u>
119	B	1210	676	925	566	0	Ví dụ của sáng chế
120	AD	1200	682	866	588	50	Ví dụ của sáng chế
121	AD	1225	682	903	600	50	Ví dụ của sáng chế
122	AE	1230	689	889	601	50	Ví dụ của sáng chế
123	AE	1220	689	887	611	50	Ví dụ của sáng chế
124	AF	1220	770	894	621	50	Ví dụ của sáng chế
125	AF	1215	770	922	588	50	Ví dụ của sáng chế
126	AG	1205	634	902	599	50	Ví dụ của sáng chế
127	AG	1210	634	892	591	50	Ví dụ của sáng chế

Bảng 7

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Bước nung nóng		Bước làm nguội thứ nhất	Bước làm nguội thứ hai	
			Tốc độ nung nóng	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Tốc độ làm nguội trung bình	Tốc độ làm nguội trung bình	
			°C/giây	°C	°C/giây	°C/giây	
1	A	CR	0,3	920	3,3	34	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	0,3	812	3,1	32	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	0,3	816	3,1	28	Ví dụ của sáng chế
4	A	GI	0,3	821	3,4	29	Ví dụ của sáng chế
5	A	HR-GA	0,3	812	3,3	33	Ví dụ của sáng chế
6	B	CR	0,3	819	1,7	27	Ví dụ của sáng chế
7	B	CR	0,3	825	1,6	28	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	0,3	826	1,5	31	Ví dụ của sáng chế
9	B	GA	0,3	823	2,5	27	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	0,5	846	2,5	13	Ví dụ của sáng chế
11	C	CR	0,5	836	2,6	11	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	15	831	3,2	11	Ví dụ của sáng chế
13	C	EG	0,5	845	3,4	10	Ví dụ của sáng chế
14	C	HR	0,4	845	3,1	13	Ví dụ của sáng chế
15	D	CR	0,7	793	6,2	10	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	0,7	782	4,5	10	Ví dụ của sáng chế
17	D	CR	8	781	3,6	8	Ví dụ của sáng chế
18	D	GI	0,7	786	4,4	10	Ví dụ của sáng chế
19	D	HR	0,7	784	3,7	8	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	0,7	822	2,6	7	Ví dụ của sáng chế
21	E	CR	0,7	829	3,1	12	Ví dụ của sáng chế
22	E	GA	0,7	823	2,5	8	Ví dụ của sáng chế
23	E	EG	0,7	821	2,5	12	Ví dụ của sáng chế
24	E	HR-GA	0,7	816	2,6	10	Ví dụ của sáng chế
25	F	CR	0,7	834	2,5	8	Ví dụ của sáng chế
26	F	CR	0,7	898	3,5	7	Ví dụ của sáng chế
27	F	CR	0,7	892	2,9	46	Ví dụ của sáng chế
28	F	CR	0,7	1076	2,7	52	Ví dụ so sánh
29	F	HR	0,7	898	2,7	55	Ví dụ của sáng chế
30	G	CR	0,5	793	3,3	31	Ví dụ của sáng chế
31	G	CR	0,5	789	2,8	35	Ví dụ của sáng chế
32	G	CR	0,5	730	3,2	32	Ví dụ so sánh
33	G	EG	0,5	783	2,7	30	Ví dụ của sáng chế
34	G	HR-GA	0,5	800	3,5	30	Ví dụ của sáng chế
35	H	CR	0,5	780	4,9	33	Ví dụ của sáng chế

Bảng 8

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Bước nung nóng		Bước làm nguội thứ nhất	Bước làm nguội thứ hai	
			Tốc độ nung nóng	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Tốc độ làm nguội trung bình	Tốc độ làm nguội trung bình	
			°C/giây	°C	°C/giây	°C/giây	
36	H	CR	0,5	889	5,3	31	Ví dụ của sáng chế
37	H	CR	0,5	886	3,1	30	Ví dụ so sánh
38	H	GA	0,5	788	5,4	30	Ví dụ của sáng chế
39	H	HR	0,5	790	2,6	33	Ví dụ của sáng chế
40	I	CR	0,5	817	3,1	26	Ví dụ của sáng chế
41	I	CR	0,6	817	3,2	34	Ví dụ của sáng chế
42	I	CR	0,5	818	0,2	33	Ví dụ so sánh
43	I	GI	0,5	811	2,5	35	Ví dụ của sáng chế
44	I	HR-GA	0,5	828	3,5	30	Ví dụ của sáng chế
45	J	CR	0,4	840	2,5	34	Ví dụ của sáng chế
46	J	CR	0,4	835	3,3	102	Ví dụ của sáng chế
47	J	CR	0,4	856	3,6	1	Ví dụ so sánh
48	J	GI	0,4	835	2,4	33	Ví dụ của sáng chế
49	J	HR-GA	0,4	846	2,7	31	Ví dụ của sáng chế
50	K	CR	0,5	810	3,3	59	Ví dụ của sáng chế
51	K	CR	0,5	793	2,7	65	Ví dụ của sáng chế
52	K	CR	0,5	804	2,7	57	Ví dụ so sánh
53	K	GI	0,5	796	3,1	61	Ví dụ của sáng chế
54	K	HR-GA	0,5	799	3,1	63	Ví dụ của sáng chế
55	L	CR	0,4	821	2,9	56	Ví dụ của sáng chế
56	L	CR	0,4	837	2,9	61	Ví dụ của sáng chế
57	L	CR	0,4	828	3,5	58	Ví dụ so sánh
58	L	GI	0,4	837	2,8	66	Ví dụ của sáng chế
59	L	HR-GA	0,4	826	3,1	53	Ví dụ của sáng chế
60	M	CR	0,4	829	3,0	57	Ví dụ của sáng chế
61	M	CR	0,4	824	3,5	11	Ví dụ của sáng chế
62	M	CR	0,4	823	3,4	59	Ví dụ so sánh
63	M	GA	0,4	815	2,7	64	Ví dụ của sáng chế
64	N	CR	0,4	827	3,0	27	Ví dụ của sáng chế
65	N	CR	0,4	821	3,1	31	Ví dụ của sáng chế
66	N	CR	0,4	810	3,5	29	Ví dụ so sánh
67	N	GI	0,4	818	2,6	31	Ví dụ của sáng chế
68	O	CR	0,5	953	3,8	8	Ví dụ của sáng chế
69	O	CR	0,5	943	3,3	30	Ví dụ của sáng chế
70	O	CR	0,5	944	3,7	32	Ví dụ so sánh

Bảng 9

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Bước nung nóng		Bước làm nguội thứ nhất	Bước làm nguội thứ hai	
			Tốc độ nung nóng	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Tốc độ làm nguội trung bình	Tốc độ làm nguội trung bình	
			°C/giây	°C	°C/giây	°C/giây	
71	O	GA	0,5	939	2,7	41	Ví dụ của sáng chế
72	P	CR	0,4	849	7,8	27	Ví dụ của sáng chế
73	P	CR	0,3	838	2,6	30	Ví dụ của sáng chế
74	P	CR	0,4	842	2,9	33	Ví dụ so sánh
75	P	GA	0,4	841	2,6	8	Ví dụ của sáng chế
76	Q	CR	0,4	794	2,8	28	Ví dụ của sáng chế
77	Q	CR	0,4	801	3,4	30	Ví dụ của sáng chế
78	Q	CR	0,4	800	2,7	26	Ví dụ so sánh
79	Q	GA	0,4	806	2,8	29	Ví dụ của sáng chế
80	R	CR	0,4	817	3,2	27	Ví dụ của sáng chế
81	R	CR	0,4	803	3,3	30	Ví dụ của sáng chế
82	R	CR	0,4	800	2,6	30	Ví dụ so sánh
83	R	GI	0,4	807	2,7	33	Ví dụ của sáng chế
84	S	CR	0,4	798	1,9	27	Ví dụ của sáng chế
85	S	CR	0,4	806	1,8	128	Ví dụ của sáng chế
86	S	GA	0,4	801	2,4	35	Ví dụ của sáng chế
87	S	GI	0,4	804	2,1	28	Ví dụ của sáng chế
88	T	CR	0,4	835	2,1	32	Ví dụ của sáng chế
89	T	CR	0,4	820	1,6	34	Ví dụ của sáng chế
90	T	GA	0,5	826	2,4	32	Ví dụ của sáng chế
91	T	EG	0,4	833	1,9	29	Ví dụ của sáng chế
92	U	CR	0,4	785	4,8	28	Ví dụ của sáng chế
93	U	CR	0,4	771	5,4	32	Ví dụ của sáng chế
94	U	GA	0,4	787	4,7	26	Ví dụ của sáng chế
95	U	EG	0,4	775	5,2	27	Ví dụ của sáng chế
96	V	CR	0,4	865	5,0	47	Ví dụ của sáng chế
97	V	CR	0,4	880	5,1	49	Ví dụ của sáng chế
98	V	HR	0,4	872	4,8	52	Ví dụ của sáng chế
99	V	GA	0,4	867	5,2	54	Ví dụ của sáng chế
100	W	CR	0,2	882	5,1	50	Ví dụ của sáng chế
101	W	CR	0,2	796	5,3	51	Ví dụ của sáng chế
102	W	HR-GA	0,2	793	4,6	47	Ví dụ của sáng chế
103	W	GI	0,2	804	5,1	54	Ví dụ của sáng chế
104	X	CR	0,5	852	5,4	47	Ví dụ của sáng chế
105	X	CR	0,5	847	4,9	53	Ví dụ của sáng chế

Bảng 10

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Bước nung nóng		Bước làm nguội thứ nhất	Bước làm nguội thứ hai	
			Tốc độ nung nóng	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Tốc độ làm nguội trung bình	Tốc độ làm nguội trung bình	
			°C/giây	°C	°C/giây	°C/giây	
106	X	CR	17	853	4,6	53	Ví dụ của sáng chế
107	X	EG	0,5	857	5,0	47	Ví dụ của sáng chế
108	Y	CR	0,5	810	4,7	50	Ví dụ của sáng chế
109	Y	CR	0,5	791	3,1	46	Ví dụ của sáng chế
110	Y	GA	0,5	803	2,5	50	Ví dụ của sáng chế
111	Y	CR	18	807	3,5	43	Ví dụ của sáng chế
112	Z	CR	0,5	759	2,8	51	Ví dụ của sáng chế
113	Z	CR	0,5	759	2,7	48	Ví dụ của sáng chế
114	Z	EG	0,5	747	3,4	51	Ví dụ của sáng chế
115	Z	CR	0,5	757	2,8	28	<u>Ví dụ so sánh</u>
116	AA	CR	0,5	799	3,1	30	<u>Ví dụ so sánh</u>
117	AB	CR	0,5	795	3,1	27	<u>Ví dụ so sánh</u>
118	AC	CR	0,5	790	3,3	30	<u>Ví dụ so sánh</u>
119	B	HR	0,4	827	1,7	34	Ví dụ của sáng chế
120	AD	CR	0,4	819	1,8	26	Ví dụ của sáng chế
121	AD	GA	0,8	842	2,8	27	Ví dụ của sáng chế
122	AE	CR	0,7	943	3,1	63	Ví dụ của sáng chế
123	AE	GA	0,7	846	1,9	24	Ví dụ của sáng chế
124	AF	CR	0,7	899	2,1	33	Ví dụ của sáng chế
125	AF	GA	0,7	928	2,2	65	Ví dụ của sáng chế
126	AG	CR	0,7	793	2,1	68	Ví dụ của sáng chế
127	AG	GA	0,7	809	2,0	61	Ví dụ của sáng chế

Bảng 11

Thử nghiệm	Bước nung nóng lại 1		Bước nung nóng lại 2		Bước nung nóng lại 3		Bước duy trì	Bước nung nóng lại 4		Bước nung nóng lại 5		Bước hợp kim hóa	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Bainit (Bs) °C	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Mactensit (Ms) °C	
	Nhiệt độ dừng làm nguội °C	Nhiệt độ dừng nung nóng lại °C	Nhiệt độ dừng làm nguội °C	Nhiệt độ dừng nung nóng lại °C	Nhiệt độ dừng làm nguội °C	Nhiệt độ dừng nung nóng lại °C		Nhiệt độ dừng làm nguội °C	Nhiệt độ dừng nung nóng lại °C	Nhiệt độ dừng làm nguội °C	Nhiệt độ dừng nung nóng lại °C				
1	464	541			292	360	giây						598	412	Ví dụ của sáng chế
2	458	525			335	379	273			318	378		567	346	Ví dụ của sáng chế
3	455	520			322	397	240					520	559	370	Ví dụ của sáng chế
4	456	547			328	397	253						560	360	Ví dụ của sáng chế
5	460	514			304	414	254					514	571	341	Ví dụ của sáng chế
6	429	527			273	417	236						440	279	Ví dụ của sáng chế
7	411	520	421	518	254	421	279	423	518				436	280	Ví dụ của sáng chế
8	441	516			267	392	243						450	299	Ví dụ của sáng chế
9	422	534			234	373	56					477	434	271	Ví dụ của sáng chế
10	483	513			311	385	279						570	402	Ví dụ của sáng chế
11	490	548			291	421	241						566	403	Ví dụ của sáng chế
12					312	412	218	397	505				568	387	Ví dụ của sáng chế
13	495	510			316	379	215						572	395	Ví dụ của sáng chế
14	459	520			331	370	237						570	392	Ví dụ của sáng chế
15	454	546			283	358	235						504	295	Ví dụ của sáng chế

16									245	378	526	318	378		505	280	Ví dụ của sáng chế
17	475	536					253	387	260						497	280	Ví dụ của sáng chế
18	482	526					263	390	284						502	291	Ví dụ của sáng chế
19	476	534					255	362	216						500	284	Ví dụ của sáng chế
20	476	547					308	400	54						554	321	Ví dụ của sáng chế
21	458	545					305	406	60						565	324	Ví dụ của sáng chế
22	489	551					334	400	64	425	520			520	582	345	Ví dụ của sáng chế
23	484	519					294	369	56						577	334	Ví dụ của sáng chế
24	453	526					318	388	71	388	504			504	565	326	Ví dụ của sáng chế
25	477	546					314	424	60						510	342	Ví dụ của sáng chế
26	464	545					326	359	212						537	368	Ví dụ của sáng chế
27							344	383	472	407	511				532	378	Ví dụ của sáng chế
28	478	521					336	404	246						545	384	Ví dụ so sánh
29	471	534					292	416	216						532	371	Ví dụ của sáng chế
30	463	531					225	362	64						526	265	Ví dụ của sáng chế
31							254	379	267	411	520				545	290	Ví dụ của sáng chế
32	483	509					191	366	532						504	219	Ví dụ so sánh
33	488	505					232	358	210						510	236	Ví dụ của sáng chế
34	466	517	483	518			262	374	261					518	523	292	Ví dụ của sáng chế
35	463	528					326	414	237						522	331	Ví dụ của sáng chế

Bảng 12

Thứ nghiệm	Bước nung nóng lại 1		Bước nung nóng lại 2		Bước nung nóng lại 3		Bước duy trì	Bước nung nóng lại 4		Bước nung nóng lại 5		Bước hợp kim hóa	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Bainit (Bs)	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Mactensit (Ms)	
	Nhiệt độ dùng làm nguội °C	Nhiệt độ dùng nung nóng lại °C	Nhiệt độ dùng làm nguội °C	Nhiệt độ dùng nung nóng lại °C	Nhiệt độ dùng làm nguội °C	Nhiệt độ dùng nung nóng lại °C		Nhiệt độ dùng làm nguội °C	Nhiệt độ dùng nung nóng lại °C						
36	488	546					giấy	419	519	318	378		°C	°C	Ví dụ của sáng chế
37	476	531			331	399	276						542	355	Ví dụ của sáng chế
38	445	543	451	501	239	368	253					501	563	376	Ví dụ của sáng chế
39	447	504					257			318	378		469	264	Ví dụ của sáng chế
40	443	526			338	408	368						500	295	Ví dụ của sáng chế
41	452	552			312	422	444						464	349	Ví dụ của sáng chế
42					276	387	431	408	517				481	356	Ví dụ của sáng chế
43	460	511			315	402	339						451	308	Ví dụ so sánh
44	454	543			313	369	388						473	344	Ví dụ của sáng chế
45	482	530			248	409	258					543	479	352	Ví dụ của sáng chế
46	471	533			267	416	255	417	525	319	379		495	260	Ví dụ của sáng chế
47	451	502			285	404	287						499	267	Ví dụ của sáng chế
48	481	532					280						338	3	Ví dụ so sánh
49	492	532			285	355	2245			250	377		506	278	Ví dụ của sáng chế
50	488	545			308	356	357					476	514	290	Ví dụ của sáng chế
													534	330	Ví dụ của sáng chế

51	464	536			232	358	225						471	269	Ví dụ của sáng chế
52	-	-	-		-	-	253	-	-	-	-	-	526	315	Ví dụ so sánh
53	466	540			289	399	277						503	305	Ví dụ của sáng chế
54	478	543			280	386	242	401	522			522	512	292	Ví dụ của sáng chế
55	472	552	482	512	297	386	74						553	383	Ví dụ của sáng chế
56	480	510			344	363	74						560	391	Ví dụ của sáng chế
57	440	510	-	-	-	-	225	-	-	-	-		556	384	Ví dụ so sánh
58	462	527			306	381	217						561	396	Ví dụ của sáng chế
59	493	547			311	372	236	406	503			503	566	398	Ví dụ của sáng chế
60	441	553			304	361	290						458	307	Ví dụ của sáng chế
61	431	529			268	392	256						454	289	Ví dụ của sáng chế
62	-	-	-	-	249	394	216	-	-	-	-		437	251	Ví dụ so sánh
63	437	542			248	381	261	375	559			559	440	269	Ví dụ của sáng chế
64	463	539			327	411	316						481	344	Ví dụ của sáng chế
65	446	533			296	425	301						470	326	Ví dụ của sáng chế
66	420	513	433	508	-	-	396	-	-	-	-		454	302	Ví dụ so sánh
67	427	523			280	419	339					523	455	320	Ví dụ của sáng chế
68	494	540			345	367	366						591	370	Ví dụ của sáng chế
69	495	506			303	422	304						592	371	Ví dụ của sáng chế
70	-	-	-	-	301	385	332	-	-	304	396		585	361	Ví dụ so sánh

Bảng 13

Thứ nghiệm	Bước nung nóng lại 1		Bước nung nóng lại 2		Bước nung nóng lại 3		Bước duy trì	Bước nung nóng lại 4		Bước nung nóng lại 5		Bước hợp kim hóa	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Bainit (Bs) (Bs)	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Macten sit (Ms)	
	Nhiệt độ dùng làm nguội	Nhiệt độ dùng nung nóng lại	Nhiệt độ dùng làm nguội	Nhiệt độ dùng nung nóng lại	Nhiệt độ dùng làm nguội	Nhiệt độ dùng nung nóng lại		Nhiệt độ dùng làm nguội	Nhiệt độ dùng nung nóng lại						
71	476	526			329	361	299	376	539			537	585	361	Ví dụ của sáng chế
72	487	513			308	379	273						585	415	Ví dụ của sáng chế
73	485	510					247			306	373		582	399	Ví dụ của sáng chế
74	469	530			335	397	7						568	395	Ví dụ so sánh
75	460	504			296	414	228	417	528			528	568	389	Ví dụ của sáng chế
76	486	515	473	523	215	414	238						498	249	Ví dụ của sáng chế
77	468	513					250			216	371		501	224	Ví dụ của sáng chế
78	472	554			250	367	3600						528	269	Ví dụ so sánh
79	487	545			232	395	269	396	521			521	526	257	Ví dụ của sáng chế
80	482	537			342	397	453						511	348	Ví dụ của sáng chế
81	487	536			296	417	431						496	330	Ví dụ của sáng chế
82	444	534	-	-	-	-	488	440	515	-	-		483	334	Ví dụ so sánh
83	458	527			292	409	492						515	353	Ví dụ của sáng chế
84	453	542			189	425	288						472	219	Ví dụ của sáng chế
85	489	551	490	520			263	406	509		366		504	266	Ví dụ của sáng chế

86	481	513				232	414	252										513	480	268	Ví dụ của sáng chế
87	454	535				257	400	244											505	281	Ví dụ của sáng chế
88	485	535				313	365	255											548	385	Ví dụ của sáng chế
89						330	411	210	414	506	318	378							529	348	Ví dụ của sáng chế
90	447	517				316	381	264										517	541	369	Ví dụ của sáng chế
91	493	505	462	512		291	393	276			332	364							547	380	Ví dụ của sáng chế
92	484	529				219	400	147											528	226	Ví dụ của sáng chế
93						248	392	131											514	285	Ví dụ của sáng chế
94	497	534	459	519		279	384	128										519	544	289	Ví dụ của sáng chế
95	458	535	469	504		239	402	125	382	513	258	357							532	271	Ví dụ của sáng chế
96	435	507				311	379	622											444	322	Ví dụ của sáng chế
97						304	376	456	419	509	330	368							459	344	Ví dụ của sáng chế
98	427	504				306	364	537											451	337	Ví dụ của sáng chế
99	415	522						526			312	379	522						438	321	Ví dụ của sáng chế
100	472	527				289	365	61											591	408	Ví dụ của sáng chế
101	492	527	451	536		302	362	133											550	330	Ví dụ của sáng chế
102	459	504				323	359	534										504	551	354	Ví dụ của sáng chế
103	461	524						246			285	353							545	317	Ví dụ của sáng chế
104	453	517				288	409	372											521	373	Ví dụ của sáng chế
105						336	397	353	453	530	340	373							508	361	Ví dụ của sáng chế

Bảng 14

Thử nghiệm	Bước nung nóng lại 1		Bước nung nóng lại 2		Bước nung nóng lại 3		Bước duy trì	Bước nung nóng lại 4		Bước nung nóng lại 5		Bước hợp kim hóa	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Bainit (Bs) °C	Nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa Mactensit (Ms) °C	
	Nhiệt độ dừng nung nóng lại		Nhiệt độ dừng nung nóng lại		Nhiệt độ dừng nung nóng lại			Nhiệt độ dừng nung nóng lại		Nhiệt độ dừng nung nóng lại					
	Nhiệt độ làm nguội	Nhiệt độ	Nhiệt độ làm nguội	Nhiệt độ	Nhiệt độ làm nguội	Nhiệt độ		Nhiệt độ làm nguội	Nhiệt độ	Nhiệt độ làm nguội	Nhiệt độ				
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	giây	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
106	468	515			291	415	410						521	371	Ví dụ của sáng chế
107	495	552	502		309	381	232	441	539				519	362	Ví dụ của sáng chế
108	441	523			300	368	783						469	335	Ví dụ của sáng chế
109	422	519			309	419	625						449	316	Ví dụ của sáng chế
110	429	535			284	378	655					488	457	301	Ví dụ của sáng chế
111	441	541	518				285			299	378		466	305	Ví dụ của sáng chế
112	373	542			200	355	272						384	213	Ví dụ của sáng chế
113	373	540			213	422	220						387	245	Ví dụ của sáng chế
114	409	550	515				270			240	369		412	255	Ví dụ của sáng chế
115	399	536			218	409	286						410	252	Ví dụ của sáng chế
116	471	506			302	409	232						-	-	Ví dụ so sánh
117	477	527			289	377	284						595	401	Ví dụ so sánh
118	481	527			275	374	228						648	304	Ví dụ so sánh
119	438	540					275			319	375		449	300	Ví dụ của sáng chế
120	454	511			308	375	101						468	338	Ví dụ của sáng chế

Trong bước ù, trước hết, các tấm thép được nung nóng đến các nhiệt độ nung nóng tối đa được mô tả trong các bảng từ 7 đến 10 bởi các tốc độ nung nóng trung bình giữa (nhiệt độ nung nóng tối đa -20°C) đến nhiệt độ nung nóng tối đa với các tốc độ nung nóng trung bình được mô tả trong các bảng từ 7 đến 10. Tiếp theo, trong bước làm nguội lần thứ nhất (làm nguội sơ cấp) từ nhiệt độ nung nóng tối đa đến 700°C , chúng được làm nguội bởi các tốc độ làm nguội trung bình được mô tả trong các bảng từ 7 đến 10. Hơn nữa, trong bước làm nguội lần thứ hai (bước làm nguội thứ cấp) từ 700°C đến 500°C , chúng được làm nguội bởi các tốc độ làm nguội trung bình được mô tả trong các bảng từ 7 đến 10.

Sau đó, các tấm thép được nung nóng lại từ điểm Bs hoặc thấp hơn hoặc bằng 480°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C từ 1 đến 3 lần (các bước nung nóng lại 1, 2, và 4) và, hơn nữa, chúng được nung nóng lại từ điểm Ms hoặc từ 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C từ 1 đến 2 lần (các bước nung nóng lại 3 và 5).

Sau bước nung nóng lại 3, các tấm thép được duy trì ở nhiệt độ từ 300 đến 450°C trong khoảng thời gian chính xác được mô tả trong các bảng từ 11 đến 14 sau đó được xử lý bởi các bước nung nóng lại 4 và 5 và được làm nguội xuống đến nhiệt độ trong phòng.

Sau khi được làm nguội xuống đến nhiệt độ trong phòng, trong các thử nghiệm từ 6 đến 49, các tấm thép được cán nguội ở mức 0,15%, trong các thử nghiệm từ 60 đến 83, các tấm thép được cán nguội ở mức 0,30%, trong thử nghiệm 89, tấm thép được cán nguội ở mức 1,50%, trong thử nghiệm 93, tấm thép được cán nguội ở mức 1,00%, và trong các thử nghiệm từ 96 đến 118 và từ 120 đến 127, các tấm thép được cán nguội ở mức 0,25%.

Các loại tấm thép trong các thử nghiệm được thể hiện trong các bảng là tấm thép cán nguội (CR), tấm thép cán nóng (HR), tấm thép mạ kẽm điện hóa (EG), tấm thép mạ kẽm nhúng nóng (GI), tấm thép mạ kẽm ủ nhúng nóng (GA), và tấm thép mạ kẽm ủ nhúng nóng được cán nóng (HR-GA) (giống như trong các bảng được thể hiện dưới đây).

Các thử nghiệm 13, 23, 33, 91, 95, 107, và 114 là các ví dụ trong đó các tấm thép được mạ điện sau bước ủ để thu được các tấm thép mạ kẽm (EG).

Các thử nghiệm 4, 18, 43, 83, và 87 là các ví dụ trong đó sau bước làm nguội lần thứ hai, các tấm thép được nhúng trong bể kẽm cho đến khi xử lý duy trì ở khoảng nhiệt độ từ 350 đến 450°C để thu được các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng (GI).

Các thử nghiệm 48, 53, 58, 98, và 103 là các ví dụ trong đó sau khi xử lý duy trì ở khoảng nhiệt độ từ 300 đến 450°C, các tấm thép được nhúng trong bể kẽm, sau đó được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng để thu được các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng (GI).

Các thử nghiệm 3, 5, 9, 34, 38, 44, 49, 67, 86, 90, 94, 99, 102, và 110 là các ví dụ trong đó sau bước làm nguội lần thứ hai, các tấm thép được nhúng trong bể kẽm cho đến khi duy trì ở khoảng nhiệt độ từ 350 đến 450°C và sau đó được xử lý tiếp để hợp kim hóa ở các nhiệt độ được xác định trước để thu được các tấm thép mạ kẽm ủ (GA).

Các thử nghiệm 22, 24, 54, 59, 63, 71, 75, 79, 121, 123, 125, và 127 là các ví dụ trong đó sau khi xử lý duy trì ở khoảng nhiệt độ từ 300 đến 450°C, các tấm thép được nhúng trong bể kẽm và được xử lý tiếp để hợp kim hóa ở các nhiệt độ được xác định trước để thu được các tấm thép mạ kẽm ủ nhúng nóng (GA).

Các thử nghiệm 9, 63, và 90 là các ví dụ trong đó các bề mặt của các lớp mạ là các màng cho trước bao gồm các oxit phức hợp trên cơ sở P.

Các bảng từ 15 đến 18 thể hiện các kết quả phân tích vi cấu trúc của các tấm thép của các thử nghiệm từ 1 đến 127. Trong các phần vi cấu trúc, lượng của austenit dư (γ dư) được đo bởi nhiễu xạ tia-X ở các mặt phẳng song song với độ dày tấm ở 1/4 chiều dày. Phần còn lại thể hiện các kết quả đo các phần của vi cấu trúc nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày. Các mặt cắt ngang độ dày tấm song song với hướng cán được cắt ra, được đánh bóng thành bề mặt gương, được khắc ăn mòn bởi Nital, sau đó được kiểm tra nhờ sử dụng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM).

Bảng 15

Thứ nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đánh giá vi cấu trúc							
			Phân thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ dư	Các loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
1	A	CR	12	6	41	32	0	8	1	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	55	5	17	18	1	4	0	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	54	6	25	10	0	5	0	Ví dụ của sáng chế
4	A	GI	54	18	9	15	1	3	0	Ví dụ của sáng chế
5	A	HR-GA	57	3	20	13	0	6	1	Ví dụ của sáng chế
6	B	CR	36	8	23	21	1	10	1	Ví dụ của sáng chế
7	B	CR	39	5	17	28	0	11	0	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	26	4	42	15	0	13	0	Ví dụ của sáng chế
9	B	GA	41	5	31	8	0	15	0	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	13	11	31	39	0	6	0	Ví dụ của sáng chế
11	C	CR	13	2	42	36	0	7	0	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	27	3	28	36	1	5	0	Ví dụ của sáng chế
13	C	EG	14	5	28	48	0	5	0	Ví dụ của sáng chế
14	C	HR	17	4	50	20	2	5	2	Ví dụ của sáng chế
15	D	CR	32	1	21	30	0	15	1	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	33	2	26	28	0	11	0	Ví dụ của sáng chế
17	D	CR	32	6	18	29	1	13	1	Ví dụ của sáng chế
18	D	GI	31	2	17	33	0	17	0	Ví dụ của sáng chế
19	D	HR	32	7	20	22	0	19	0	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	43	1	24	20	0	12	0	Ví dụ của sáng chế
21	E	CR	38	4	20	30	0	8	0	Ví dụ của sáng chế
22	E	GA	31	3	21	25	2	16	2	Ví dụ của sáng chế
23	E	EG	39	1	19	29	0	12	0	Ví dụ của sáng chế
24	E	HR-GA	42	9	22	15	1	11	0	Ví dụ của sáng chế
25	F	CR	41	3	18	29	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
26	F	CR	15	0	29	46	0	9	1	Ví dụ của sáng chế
27	F	CR	12	3	51	25	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
28	F	CR	0	23	35	35	0	6	1	Ví dụ so sánh
29	F	HR	14	11	38	30	0	7	0	Ví dụ của sáng chế
30	G	CR	56	3	18	9	0	14	0	Ví dụ của sáng chế
31	G	CR	50	0	22	11	0	17	0	Ví dụ của sáng chế
32	G	CR	66	0	0	0	0	0	34	Ví dụ so sánh
33	G	EG	55	0	23	10	0	12	0	Ví dụ của sáng chế
34	G	HR-GA	53	3	13	22	0	8	1	Ví dụ của sáng chế
35	H	CR	37	7	17	26	0	13	0	Ví dụ của sáng chế

Bảng 16

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đánh giá vi cấu trúc							
			Phân thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ dư	Các loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
36	H	CR	21	7	31	29	0	11	1	Ví dụ của sáng chế
37	H	CR	0	6	45	39	0	10	0	<u>Ví dụ so sánh</u>
38	H	GA	58	2	12	15	0	13	0	Ví dụ của sáng chế
39	H	HR	52	3	14	21	0	10	0	Ví dụ của sáng chế
40	I	CR	50	4	18	23	0	5	0	Ví dụ của sáng chế
41	I	CR	43	4	22	26	2	3	0	Ví dụ của sáng chế
42	I	CR	67	18	2	5	0	0	8	<u>Ví dụ so sánh</u>
43	I	GI	46	3	22	20	3	6	0	Ví dụ của sáng chế
44	I	HR-GA	41	1	37	15	0	3	3	Ví dụ của sáng chế
45	J	CR	38	7	14	28	0	13	0	Ví dụ của sáng chế
46	J	CR	36	6	16	26	0	16	0	Ví dụ của sáng chế
47	J	CR	73	13	2	5	0	1	6	<u>Ví dụ so sánh</u>
48	J	GI	32	2	17	30	0	19	0	Ví dụ của sáng chế
49	J	HR-GA	27	10	30	17	0	16	0	Ví dụ của sáng chế
50	K	CR	28	2	41	14	0	15	0	Ví dụ của sáng chế
51	K	CR	53	9	18	10	0	10	0	Ví dụ của sáng chế
52	K	CR	35	0	33	17	3	12	0	<u>Ví dụ so sánh</u>
53	K	GI	42	1	33	13	0	11	0	Ví dụ của sáng chế
54	K	HR-GA	42	3	17	25	1	11	1	Ví dụ của sáng chế
55	L	CR	40	13	37	5	0	5	0	Ví dụ của sáng chế
56	L	CR	26	4	50	15	1	4	0	Ví dụ của sáng chế
57	L	CR	39	11	36	7	1	6	0	<u>Ví dụ so sánh</u>
58	L	GI	24	5	49	17	0	4	1	Ví dụ của sáng chế
59	L	HR-GA	26	14	36	20	0	4	0	Ví dụ của sáng chế
60	M	CR	32	5	36	18	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
61	M	CR	42	5	21	20	0	12	0	Ví dụ của sáng chế
62	M	CR	49	4	24	7	2	14	0	<u>Ví dụ so sánh</u>
63	M	GA	47	0	19	20	2	12	0	Ví dụ của sáng chế
64	N	CR	0	1	55	35	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
65	N	CR	19	4	42	25	1	9	0	Ví dụ của sáng chế
66	N	CR	39	1	23	22	1	14	0	<u>Ví dụ so sánh</u>
67	N	GA	27	0	44	16	0	13	0	Ví dụ của sáng chế
68	O	CR	36	1	20	34	2	7	0	Ví dụ của sáng chế
69	O	CR	35	3	43	13	0	6	0	Ví dụ của sáng chế
70	O	CR	41	5	33	13	2	6	0	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 17

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đánh giá vi cấu trúc							
			Phân thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ dư	Các loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
71	O	GA	41	3	33	15	0	8	0	Ví dụ của sáng chế
72	P	CR	0	5	39	46	1	9	0	Ví dụ của sáng chế
73	P	CR	18	3	42	28	1	8	0	Ví dụ của sáng chế
74	P	CR	35	4	31	13	8	9	0	Ví dụ so sánh
75	P	GA	34	2	32	28	0	4	0	Ví dụ của sáng chế
76	Q	CR	50	5	20	11	0	13	1	Ví dụ của sáng chế
77	Q	CR	54	1	15	20	0	10	0	Ví dụ của sáng chế
78	Q	CR	51	1	11	28	0	9	0	Ví dụ so sánh
79	Q	GA	46	0	16	23	0	15	0	Ví dụ của sáng chế
80	R	CR	36	0	30	25	0	7	2	Ví dụ của sáng chế
81	R	CR	53	7	15	19	0	6	0	Ví dụ của sáng chế
82	R	GA	55	4	13	20	2	6	0	Ví dụ so sánh
83	R	GI	41	0	18	29	3	6	3	Ví dụ của sáng chế
84	S	CR	52	10	13	11	0	14	0	Ví dụ của sáng chế
85	S	CR	43	8	13	24	0	12	0	Ví dụ của sáng chế
86	S	GA	50	5	15	17	0	13	0	Ví dụ của sáng chế
87	S	GI	45	1	20	16	2	15	1	Ví dụ của sáng chế
88	T	CR	3	4	60	27	1	5	0	Ví dụ của sáng chế
89	T	CR	37	0	22	33	1	7	0	Ví dụ của sáng chế
90	T	GA	15	2	35	40	0	7	1	Ví dụ của sáng chế
91	T	EG	12	1	57	21	0	8	1	Ví dụ của sáng chế
92	U	CR	57	2	17	9	1	13	1	Ví dụ của sáng chế
93	U	CR	52	6	23	9	0	10	0	Ví dụ của sáng chế
94	U	GA	46	5	22	16	0	11	0	Ví dụ của sáng chế
95	U	EG	53	0	21	17	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
96	V	CR	30	5	42	13	2	7	1	Ví dụ của sáng chế
97	V	CR	14	5	36	36	1	7	1	Ví dụ của sáng chế
98	V	GI	15	1	30	44	0	10	0	Ví dụ của sáng chế
99	V	GA	32	4	28	30	0	6	0	Ví dụ của sáng chế
100	W	CR	17	11	33	30	1	7	1	Ví dụ của sáng chế
101	W	CR	68	1	9	18	0	4	0	Ví dụ của sáng chế
102	W	GA	65	5	9	14	0	6	1	Ví dụ của sáng chế
103	W	GI	65	1	22	9	0	3	0	Ví dụ của sáng chế
104	X	CR	38	5	20	28	0	7	2	Ví dụ của sáng chế
105	X	CR	47	1	27	21	0	4	0	Ví dụ của sáng chế

Bảng 18

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đánh giá vi cấu trúc							
			Phân thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ dư	Các loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
106	X	CR	38	5	35	15	1	6	0	Ví dụ của sáng chế
107	X	EG	47	4	26	19	0	3	1	Ví dụ của sáng chế
108	Y	CR	41	1	31	18	0	8	1	Ví dụ của sáng chế
109	Y	CR	54	4	29	8	0	5	0	Ví dụ của sáng chế
110	Y	GA	52	13	15	14	0	6	0	Ví dụ của sáng chế
111	Y	CR	48	3	19	19	1	10	0	Ví dụ của sáng chế
112	Z	CR	59	3	23	6	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
113	Z	CR	62	1	13	15	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
114	Z	EG	59	5	10	17	0	9	0	Ví dụ của sáng chế
115	Z	CR	60	7	10	12	0	9	2	<u>Ví dụ so sánh</u>
116	AA	CR	98	0	0	0	0	0	2	<u>Ví dụ so sánh</u>
117	AB	CR	35	31	8	23	0	0	3	<u>Ví dụ so sánh</u>
118	AC	CR	72	15	0	9	0	0	4	<u>Ví dụ so sánh</u>
119	B	HR	31	5	34	13	0	17	0	Ví dụ của sáng chế
120	AD	CR	48	7	24	15	0	6	0	Ví dụ của sáng chế
121	AD	GA	22	21	37	16	0	4	0	Ví dụ của sáng chế
122	AE	CR	4	31	33	19	1	11	1	Ví dụ của sáng chế
123	AE	GA	16	28	38	10	0	8	0	Ví dụ của sáng chế
124	AF	CR	7	0	31	45	2	13	2	Ví dụ của sáng chế
125	AF	GA	9	7	43	28	0	12	1	Ví dụ của sáng chế
126	AG	CR	36	6	23	21	0	14	0	Ví dụ của sáng chế
127	AG	GA	22	31	22	14	2	9	0	Ví dụ của sáng chế

Các bảng từ 19 đến 22 thể hiện các kết quả đo của các phần austenit dư và lượng dung dịch rắn C trong austenit dư sau khi thử nghiệm làm nguội sâu. Chúng được đo bởi nhiễu xạ tia X ở các mặt phẳng song song với độ dày tấm ở 1/4 chiều dày. Điểm M_{s_r} được đo bằng cách chuẩn bị nitơ lỏng (-198°C) và etanol được làm nguội nhờ sử dụng nitơ lỏng ở các mức 20°C từ 0°C đến -100°C , duy trì các tấm thép ở các khoảng nhiệt độ này trong 1 giờ, sau đó đo các phần austenit dư và sử dụng nhiệt độ tối đa tại đó các phần austenit hạ xuống điểm M_{s_r} của pha austenit dư.

Bảng 19

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Nhiệt độ chuyển hóa γ dư					
			Điểm Ms _r	Phần thể tích sau khi nhúng nitơ lỏng			Lượng dung dịch rắn C %	
				lần 1	lần 3	lần 5		
			°C					
1	A	CR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	< -198	G	G	G	0,88	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	< -198	G	G	G	0,89	Ví dụ của sáng chế
4	A	GI	< -198	G	G	G	1,07	Ví dụ của sáng chế
5	A	HR-GA	< -198	G	G	G	0,89	Ví dụ của sáng chế
6	B	CR	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
7	B	CR	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	< -198	G	G	G	1,07	Ví dụ của sáng chế
9	B	GA	< -198	G	G	G	0,96	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	< -198	G	G	G	0,96	Ví dụ của sáng chế
11	C	CR	< -198	G	G	G	0,90	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	-100 đến -80	P			1,01	Ví dụ của sáng chế
13	C	EG	< -198	G	G	G	1,01	Ví dụ của sáng chế
14	C	HR	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
15	D	CR	< -198	G	G	G	0,98	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
17	D	CR	-100 đến -80	P			0,92	Ví dụ của sáng chế
18	D	GI	< -198	G	G	G	0,88	Ví dụ của sáng chế
19	D	HR	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	< -198	G	G	G	0,94	Ví dụ của sáng chế
21	E	CR	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
22	E	GA	< -198	G	G	G	1,04	Ví dụ của sáng chế
23	E	EG	< -198	G	G	G	0,88	Ví dụ của sáng chế
24	E	HR-GA	< -198	G	G	G	0,96	Ví dụ của sáng chế
25	F	CR	< -198	G	G	G	1,01	Ví dụ của sáng chế
26	F	CR	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
27	F	CR	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
28	F	CR	< -198	G	G	G	0,97	Ví dụ so sánh
29	F	HR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
30	G	CR	< -198	G	G	G	0,98	Ví dụ của sáng chế
31	G	CR	< -198	G	G	G	1,07	Ví dụ của sáng chế
32	G	CR	Không có austenit dư					Ví dụ so sánh
33	G	EG	< -198	G	G	G	1,04	Ví dụ của sáng chế
34	G	HR-GA	< -198	G	G	G	1,06	Ví dụ của sáng chế
35	H	CR	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế

Bảng 20

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Nhiệt độ chuyển hóa γ dư					
			Điểm M_{s_r}	Phần thể tích sau khi nhúng nitơ lỏng			Lượng dung dịch rắn C %	
				lần 1	lần 3	lần 5		
			°C					
36	H	CR	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
37	H	CR	< -198	G	G	G	1,06	<u>Ví dụ so sánh</u>
38	H	GA	< -198	G	G	G	0,92	Ví dụ của sáng chế
39	H	HR	< -198	G	G	G	0,97	Ví dụ của sáng chế
40	I	CR	< -198	G	G	G	0,91	Ví dụ của sáng chế
41	I	CR	< -198	G	G	G	0,90	Ví dụ của sáng chế
42	I	CR	Không có austenit dư					<u>Ví dụ so sánh</u>
43	I	GI	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
44	I	HR-GA	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
45	J	CR	< -198	G	G	G	0,94	Ví dụ của sáng chế
46	J	CR	< -198	G	G	G	1,00	Ví dụ của sáng chế
47	J	CR	>0	P			0,98	<u>Ví dụ so sánh</u>
48	J	GI	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
49	J	HR-GA	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
50	K	CR	< -198	G	G	G	1,06	Ví dụ của sáng chế
51	K	CR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
52	K	CR	-40 đến -20	P			0,99	<u>Ví dụ so sánh</u>
53	K	GI	< -198	G	G	G	0,88	Ví dụ của sáng chế
54	K	HR-GA	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
55	L	CR	< -198	G	G	G	1,06	Ví dụ của sáng chế
56	L	CR	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
57	L	CR	-60 đến -40	P			0,98	<u>Ví dụ so sánh</u>
58	L	GI	< -198	G	G	G	0,97	Ví dụ của sáng chế
59	L	HR-GA	< -198	G	G	G	0,92	Ví dụ của sáng chế
60	M	CR	< -198	G	G	G	1,01	Ví dụ của sáng chế
61	M	CR	< -198	G	G	G	1,00	Ví dụ của sáng chế
62	M	CR	-40 đến -20	P			0,93	<u>Ví dụ so sánh</u>
63	M	GA	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
64	N	CR	< -198	G	G	G	0,96	Ví dụ của sáng chế
65	N	CR	< -198	G	G	G	0,91	Ví dụ của sáng chế
66	N	CR	-40 đến -20	P			0,92	<u>Ví dụ so sánh</u>
67	N	GA	< -198	G	G	G	0,94	Ví dụ của sáng chế
68	O	CR	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
69	O	CR	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
70	O	CR	-60 đến -40	P			0,94	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 21

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Nhiệt độ chuyển hóa γ dư				Lượng dung dịch rắn C %	
			Điểm Ms _r °C	Phần thể tích sau khi nhúng nitơ lỏng				
				lần 1	lần 3	lần 5		
71	O	GA	< -198	G	G	G	0,90	Ví dụ của sáng chế
72	P	CR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
73	P	CR	< -198	G	G	G	1,06	Ví dụ của sáng chế
74	P	CR	-20 đến 0	P			0,74	Ví dụ so sánh
75	P	GA	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
76	Q	CR	< -198	G	G	G	1,04	Ví dụ của sáng chế
77	Q	CR	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
78	Q	CR	-40 đến -20	P			0,78	Ví dụ so sánh
79	Q	GA	< -198	G	G	G	0,91	Ví dụ của sáng chế
80	R	CR	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
81	R	CR	< -198	G	G	G	0,97	Ví dụ của sáng chế
82	R	GA	-40 đến -20	P			0,94	Ví dụ so sánh
83	R	GI	< -198	G	G	G	1,01	Ví dụ của sáng chế
84	S	CR	< -198	G	G	G	0,90	Ví dụ của sáng chế
85	S	CR	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
86	S	GA	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
87	S	GI	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
88	T	CR	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
89	T	CR	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
90	T	GA	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
91	T	EG	< -198	G	G	G	1,03	Ví dụ của sáng chế
92	U	CR	< -198	G	G	G	0,89	Ví dụ của sáng chế
93	U	CR	< -198	G	G	G	1,02	Ví dụ của sáng chế
94	U	GA	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
95	U	EG	< -198	G	G	G	0,92	Ví dụ của sáng chế
96	V	CR	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
97	V	CR	< -198	G	G	G	0,94	Ví dụ của sáng chế
98	V	GI	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
99	V	GA	< -198	G	G	G	0,95	Ví dụ của sáng chế
100	W	CR	< -198	G	G	G	0,89	Ví dụ của sáng chế
101	W	CR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
102	W	GA	< -198	G	G	G	1,07	Ví dụ của sáng chế
103	W	GI	< -198	G	G	G	0,92	Ví dụ của sáng chế
104	X	CR	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
105	X	CR	< -198	G	G	G	1,00	Ví dụ của sáng chế

Bảng 22

Thứ nghịem	Thành phần hóa học	Loại thép	Nhiệt độ chuyển hóa γ dư					
			Điểm Ms _r	Phân thể tích sau khí nhúng nitơ lỏng			Lượng dung dịch rắn C	
				lần 1	lần 3	lần 5		
106	X	CR	< -198	G	P		0,89	Ví dụ của sáng chế
107	X	EG	< -198	G	G	G	1,07	Ví dụ của sáng chế
108	Y	CR	< -198	G	G	G	0,96	Ví dụ của sáng chế
109	Y	CR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
110	Y	GA	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
111	Y	CR	< -198	G	G	G	1,04	Ví dụ của sáng chế
112	Z	CR	< -198	G	G	G	1,01	Ví dụ của sáng chế
113	Z	CR	< -198	G	G	G	0,91	Ví dụ của sáng chế
114	Z	EG	< -198	G	G	G	1,05	Ví dụ của sáng chế
115	Z	CR	< -198	G	G	G	0,95	<u>Ví dụ so sánh</u>
116	AA	CR	Không có austenit dư					<u>Ví dụ so sánh</u>
117	AB	CR	Không có austenit dư					<u>Ví dụ so sánh</u>
118	AC	CR	Không có austenit dư					<u>Ví dụ so sánh</u>
119	B	HR	< -198	G	G	G	0,90	Ví dụ của sáng chế
120	AD	CR	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
121	AD	GA	< -198	G	G	G	0,89	Ví dụ của sáng chế
122	AE	CR	< -198	G	G	G	0,99	Ví dụ của sáng chế
123	AE	GA	< -198	G	G	G	0,86	Ví dụ của sáng chế
124	AF	CR	< -198	G	G	G	0,93	Ví dụ của sáng chế
125	AF	GA	< -198	G	G	G	0,90	Ví dụ của sáng chế
126	AG	CR	< -198	G	G	G	0,89	Ví dụ của sáng chế
127	AG	GA	< -198	G	G	G	0,87	Ví dụ của sáng chế

Trong bước xử lý nhúng trong nitơ lỏng, thao tác từ khi nhúng tấm thép trong nitơ lỏng trong 1 giờ, sau đó lấy tấm thép này ra và để yên trong không khí cho đến khi đạt đến nhiệt độ trong phòng được tính là một lần xử lý. Các phần austenit dư được đo ở các điểm kết thúc của các bước xử lý thứ nhất, thứ ba và thứ mười. Các tấm thép có các phần austenit dư không thay đổi được đánh giá là "G (tốt)" trong khi các tấm thép có các phần austenit dư giảm được đánh giá là "P (kém)".

Các bảng từ 23 đến 26 thể hiện sự đánh giá các đặc tính của các tấm thép của các thử nghiệm từ 1 đến 127. Ở thời điểm này, các mẫu thử kéo căng trên cơ sở JIS Z 2201 được lấy ra từ các tấm thép của các thử nghiệm từ 1 đến 127 và được cho thử nghiệm kéo căng trên cơ sở JIS Z 2241 để đo độ bền chảy dẻo (YS), độ bền kéo (TS), và tổng độ giãn dài (EL).

Fig.2 thể hiện mối tương quan giữa độ bền kéo (TS) và tổng độ giãn dài (EL), trong khi Fig.3 thể hiện mối tương quan giữa độ bền kéo (TS) và tỷ lệ giãn nở lỗ (λ) dùng làm chỉ báo về độ uốn mép khi kéo căng. Các tấm thép của sáng chế thỏa mãn tất cả các điều kiện $TS \geq 900 \text{ MPa}$, $TS \times EL \geq 17000 \text{ MPa} \cdot \%$, $TS \times \lambda \geq 24000 \text{ MPa} \cdot \%$. Các tấm thép của các ví dụ so sánh là các tấm thép không thỏa mãn tất cả các điều kiện này.

Bảng 23

Thứ nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đo vật liệu				TS × EL MPa•%	TS × λ MPa•%	
			YS	TS	EL	λ			
			MPa	MPa	%	%			
1	A	CR	943	1026	19	54	19494	55404	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	503	1004	19	39	19076	39086	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	474	982	20	37	19640	36315	Ví dụ của sáng chế
4	A	GI	492	998	19	40	18962	40202	Ví dụ của sáng chế
5	A	HR-GA	493	941	23	48	21643	45168	Ví dụ của sáng chế
6	B	CR	777	1102	19	42	20938	46284	Ví dụ của sáng chế
7	B	CR	729	1143	20	41	22860	46863	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	872	1426	14	24	19964	34224	Ví dụ của sáng chế
9	B	GA	674	1163	21	39	24423	45357	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	835	980	23	45	22540	44100	Ví dụ của sáng chế
11	C	CR	846	992	20	46	19840	45632	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	778	969	20	27	19380	26163	Ví dụ của sáng chế
13	C	EG	959	1074	20	47	21480	50478	Ví dụ của sáng chế
14	C	HR	707	937	20	47	18740	43955	Ví dụ của sáng chế
15	D	CR	906	1213	19	38	23047	46094	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	873	1205	18	47	21690	56635	Ví dụ của sáng chế
17	D	CR	830	1193	19	24	22667	28632	Ví dụ của sáng chế
18	D	GI	1000	1306	17	37	22202	48322	Ví dụ của sáng chế
19	D	HR	752	1179	20	36	23580	42444	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	611	1094	17	43	18598	47042	Ví dụ của sáng chế
21	E	CR	694	1168	19	43	22192	50224	Ví dụ của sáng chế
22	E	GA	836	1093	19	39	20767	42627	Ví dụ của sáng chế
23	E	EG	723	1122	16	44	17952	49368	Ví dụ của sáng chế
24	E	HR-GA	657	1055	20	51	21100	53805	Ví dụ của sáng chế
25	F	CR	578	1010	23	48	23230	48480	Ví dụ của sáng chế
26	F	CR	762	1021	21	52	21441	53092	Ví dụ của sáng chế
27	F	CR	945	1129	19	41	21451	46289	Ví dụ của sáng chế
28	F	CR	1061	1137	8	14	9096	15918	Ví dụ so sánh
29	F	HR	829	1078	18	44	19404	47432	Ví dụ của sáng chế
30	G	CR	505	1093	22	41	24046	44813	Ví dụ của sáng chế
31	G	CR	699	1160	18	50	20880	58000	Ví dụ của sáng chế
32	G	CR	483	642	15	17	9630	10914	Ví dụ so sánh
33	G	EG	581	1147	22	50	25234	57350	Ví dụ của sáng chế
34	G	HR-GA	619	1158	17	48	19686	55584	Ví dụ của sáng chế
35	H	CR	665	1071	16	46	17136	49596	Ví dụ của sáng chế

Bảng 24

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đo vật liệu				TS × EL	TS × λ	
			YS	TS	EL	λ			
			MPa	MPa	%	%	MPa•%	MPa•%	
36	H	CR	942	1155	18	52	20790	60060	Ví dụ của sáng chế
37	H	CR	1017	1106	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>8848</u>	<u>9954</u>	Ví dụ so sánh
38	H	GA	477	1103	19	37	20957	40811	Ví dụ của sáng chế
39	H	HR	590	1095	19	48	20805	52560	Ví dụ của sáng chế
40	I	CR	546	935	23	49	21505	45815	Ví dụ của sáng chế
41	I	CR	513	925	19	63	17575	58275	Ví dụ của sáng chế
42	I	CR	460	<u>861</u>	13	<u>2</u>	<u>11193</u>	<u>1722</u>	Ví dụ so sánh
43	I	GI	564	998	18	48	17964	47520	Ví dụ của sáng chế
44	I	HR-GA	630	955	18	59	17190	56015	Ví dụ của sáng chế
45	J	CR	680	1038	22	43	22836	44634	Ví dụ của sáng chế
46	J	CR	606	991	22	50	21802	49550	Ví dụ của sáng chế
47	J	CR	511	<u>765</u>	16	<u>3</u>	<u>12240</u>	<u>2295</u>	Ví dụ so sánh
48	J	GI	652	977	24	45	23448	43965	Ví dụ của sáng chế
49	J	HR-GA	743	1046	21	37	21966	38702	Ví dụ của sáng chế
50	K	CR	820	1154	20	49	23080	56546	Ví dụ của sáng chế
51	K	CR	584	1118	20	47	22360	52546	Ví dụ của sáng chế
52	K	CR	895	1227	13	<u>1</u>	<u>15951</u>	<u>1227</u>	Ví dụ so sánh
53	K	GI	720	1142	18	44	20556	50248	Ví dụ của sáng chế
54	K	HR-GA	766	1141	16	40	18256	45640	Ví dụ của sáng chế
55	L	CR	615	998	19	38	18962	37924	Ví dụ của sáng chế
56	L	CR	687	925	22	47	20350	43475	Ví dụ của sáng chế
57	L	CR	656	964	21	<u>14</u>	20244	<u>13496</u>	Ví dụ so sánh
58	L	GI	736	1024	18	42	18432	42634	Ví dụ của sáng chế
59	L	HR-GA	732	998	18	48	17964	47520	Ví dụ của sáng chế
60	M	CR	1013	1346	16	30	21536	40380	Ví dụ của sáng chế
61	M	CR	1076	1421	15	28	21315	39788	Ví dụ của sáng chế
62	M	CR	826	1420	18	<u>4</u>	25560	<u>5680</u>	Ví dụ so sánh
63	M	GA	915	1443	13	26	18759	37518	Ví dụ của sáng chế
64	N	CR	1249	1443	14	29	20202	41847	Ví dụ của sáng chế
65	N	CR	962	1375	16	31	22000	42625	Ví dụ của sáng chế
66	N	CR	806	1333	17	<u>8</u>	22661	<u>10664</u>	Ví dụ so sánh
67	N	GA	932	1353	19	30	25707	40590	Ví dụ của sáng chế
68	O	CR	681	1019	20	49	20380	49931	Ví dụ của sáng chế
69	O	CR	655	980	24	35	23520	34300	Ví dụ của sáng chế
70	O	CR	615	1021	19	<u>15</u>	19399	<u>15315</u>	Ví dụ so sánh

Bảng 25

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đo vật liệu				TS × EL	TS × λ	
			YS	TS	EL	λ			
			MPa	MPa	%	%	MPa•%	MPa•%	
71	O	GA	659	1081	19	42	20539	45402	Ví dụ của sáng chế
72	P	CR	1002	1099	19	38	20881	41762	Ví dụ của sáng chế
73	P	CR	791	1034	18	39	18612	40672	Ví dụ của sáng chế
74	P	CR	707	980	19	<u>4</u>	18620	<u>3920</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
75	P	GA	666	963	20	41	19260	39650	Ví dụ của sáng chế
76	Q	CR	642	1118	17	37	19006	41366	Ví dụ của sáng chế
77	Q	CR	569	1182	16	40	18912	47280	Ví dụ của sáng chế
78	Q	CR	598	1206	17	<u>7</u>	20502	<u>8005</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
79	Q	GA	601	1101	22	50	24222	55050	Ví dụ của sáng chế
80	R	CR	709	1162	19	38	22078	44156	Ví dụ của sáng chế
81	R	CR	525	1070	20	38	21400	40660	Ví dụ của sáng chế
82	R	GA	582	1134	18	<u>16</u>	20412	<u>18144</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
83	R	GI	732	1128	16	43	18048	48504	Ví dụ của sáng chế
84	S	CR	607	1228	16	39	19648	47892	Ví dụ của sáng chế
85	S	CR	724	1209	18	41	21762	49569	Ví dụ của sáng chế
86	S	GA	622	1211	20	54	24220	65394	Ví dụ của sáng chế
87	S	GI	740	1238	17	47	21046	58186	Ví dụ của sáng chế
88	T	CR	1107	1157	16	36	18512	41652	Ví dụ của sáng chế
89	T	CR	871	1224	17	38	20808	46512	Ví dụ của sáng chế
90	T	GA	916	1149	19	41	21831	47109	Ví dụ của sáng chế
91	T	EG	1089	1184	16	44	18944	52096	Ví dụ của sáng chế
92	U	CR	529	1130	20	54	22600	61020	Ví dụ của sáng chế
93	U	CR	597	1137	17	43	19329	48891	Ví dụ của sáng chế
94	U	GA	622	1052	20	52	21040	54704	Ví dụ của sáng chế
95	U	EG	559	1042	19	40	19798	41680	Ví dụ của sáng chế
96	V	CR	934	1210	15	41	18150	49610	Ví dụ của sáng chế
97	V	CR	1055	1247	17	47	21199	58609	Ví dụ của sáng chế
98	V	GI	900	1150	17	50	19550	57500	Ví dụ của sáng chế
99	V	GA	795	1155	15	44	17325	50820	Ví dụ của sáng chế
100	W	CR	878	982	22	45	21604	44190	Ví dụ của sáng chế
101	W	CR	366	977	23	40	22471	39080	Ví dụ của sáng chế
102	W	GA	375	934	21	51	19614	47634	Ví dụ của sáng chế
103	W	GI	391	1013	17	44	17221	44572	Ví dụ của sáng chế
104	X	CR	764	1104	16	47	17664	51610	Ví dụ của sáng chế
105	X	CR	626	1112	18	41	20016	45592	Ví dụ của sáng chế

Bảng 26

Thử nghiệm	Thành phần hóa học	Loại thép	Kết quả đo vật liệu				TS × EL	TS × λ	
			YS	TS	EL	λ			
			MPa	MPa	%	%	MPa•%	MPa•%	
106	X	CR	707	1136	17	23	19312	26201	Ví dụ của sáng chế
107	X	EG	663	1079	20	46	21580	49634	Ví dụ của sáng chế
108	Y	CR	742	1080	19	42	20520	45360	Ví dụ của sáng chế
109	Y	CR	619	1128	19	39	21432	43992	Ví dụ của sáng chế
110	Y	GA	543	1125	17	36	19125	40500	Ví dụ của sáng chế
111	Y	CR	673	1188	19	47	22572	55836	Ví dụ của sáng chế
112	Z	CR	606	1198	18	43	21564	51514	Ví dụ của sáng chế
113	Z	CR	572	1245	17	33	21165	41085	Ví dụ của sáng chế
114	Z	EG	583	1196	19	34	22724	40664	Ví dụ của sáng chế
115	Z	CR	554	1152	<u>4</u>	<u>16</u>	<u>4608</u>	<u>18432</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
116	AA	CR	323	424	38	107	<u>16112</u>	45368	<u>Ví dụ so sánh</u>
117	AB	CR	683	<u>766</u>	15	28	<u>11490</u>	<u>21448</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
118	AC	CR	398	<u>834</u>	22	35	18348	29190	<u>Ví dụ so sánh</u>
119	B	HR	833	1167	17	40	19839	46680	Ví dụ của sáng chế
120	AD	CR	641	906	22	45	19932	40770	Ví dụ của sáng chế
121	AD	GA	734	966	23	43	22218	41538	Ví dụ của sáng chế
122	AE	CR	953	1156	20	39	23120	45084	Ví dụ của sáng chế
123	AE	GA	890	1135	18	35	20430	39725	Ví dụ của sáng chế
124	AF	CR	891	1169	18	56	21042	65464	Ví dụ của sáng chế
125	AF	GA	879	1234	17	38	20978	46892	Ví dụ của sáng chế
126	AG	CR	635	1152	19	39	21888	44928	Ví dụ của sáng chế
127	AG	GA	701	1055	21	46	22155	48530	Ví dụ của sáng chế

Thử nghiệm 115 là ví dụ trong đó nhiệt độ cuối của bước cán nóng là thấp. Vì cấu trúc được kéo căng theo một hướng làm cho nó không đều, nên độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Các thử nghiệm 12, 17, 106, và 111 là các ví dụ trong đó tốc độ nung nóng từ (nhiệt độ nung nóng tối đa -20°C) trong bước nung nóng là lớn. Pha austenit dư là không bền vững và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Thử nghiệm 28 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng tối đa trong bước ủ là cao. Cấu trúc mềm được tạo thành không đạt yêu cầu và độ dẻo là kém.

Thử nghiệm 32 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng tối đa trong bước ủ là thấp. Một lượng lớn các cacbua góc-sắt thô mà tạo thành điểm bắt đầu nứt gãy được bao gồm, nên độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Thử nghiệm 37 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội lần thứ nhất (làm nguội sơ cấp) là cao. Các cấu trúc mềm được tạo thành không đạt yêu cầu, nên độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Thử nghiệm 42 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội lần thứ nhất (làm nguội sơ cấp) là thấp. Các cacbua góc-sắt thô được tạo thành, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Thử nghiệm 47 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trong bước làm nguội lần thứ hai (bước làm nguội thứ cấp) là thấp. Các cacbua góc-sắt thô được tạo thành, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Thử nghiệm 52 là ví dụ mà bước xử lý nung nóng lại không được thực hiện. Pha austenit dư là không bền vững, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Các thử nghiệm 57, 66, và 82 là các ví dụ mà chỉ nung nóng lại từ điểm Bs hoặc từ thấp hơn hoặc bằng 480°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C được thực hiện. Pha austenit dư là không bền vững, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Các thử nghiệm 62 và 70 là các ví dụ mà chỉ nung nóng lại từ điểm Ms hoặc từ thấp hơn hoặc bằng 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C được thực hiện. Pha austenit dư là không bền vững, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Thử nghiệm 74 là ví dụ mà thời gian xử lý trong khoảng nhiệt độ từ 300 đến 450°C là ngắn. Cacbon không tập trung ở austenit dư, pha austenit dư là không bền vững, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Tiếp theo, thử nghiệm 78 là ví dụ mà thời gian duy trì ở khoảng nhiệt độ từ 300 đến 450°C là dài. Các cacbua gốc-sắt tạo thành, lượng của dung dịch rắn C trong austenit dư giảm xuống, pha austenit dư là không bền vững, và độ uốn mép khi kéo căng là kém.

Tiếp theo, các thử nghiệm từ 116 đến 118 là các ví dụ mà thành phần của các hợp phần thu được từ khoảng được xác định trước. Trong mỗi trường hợp, không thể thu được đầy đủ các đặc tính.

Từ các kết quả của các ví dụ được trình bày ở trên, rõ ràng rằng nhờ tấm thép và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt và phương pháp sản xuất các tấm thép này theo sáng chế, mà thu được tấm thép có độ bền cao mà đảm bảo độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900MPa , trong khi tạo thành độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng ưu việt và có khả năng định hình đạt yêu cầu.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, ví dụ, trong các ứng dụng như các chi tiết thu được bằng cách định hình tấm thép bằng cách gia công ép v.v., độ bền kéo tối đa lớn hơn hoặc bằng 900MPa được đảm bảo trong khi thu được độ dẻo và độ uốn mép khi kéo căng ưu việt và độ bền ưu việt và đồng thời thu được khả năng định hình. Nhờ đó, ví dụ, cụ thể là, bằng cách áp dụng sáng chế vào lĩnh vực linh kiện ô tô v.v., cụ thể là bằng cách áp dụng sáng chế vào lĩnh vực ô tô, có thể hoàn toàn hài lòng về đặc tính nâng cao độ an toàn cùng với tăng độ bền của khung, cải thiện khả năng định hình ở thời điểm làm việc của bộ phận, v.v.. Sự đóng góp này đối với xã hội là hết sức có giá trị.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, tấm thép này chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng):

C: 0,075% đến 0,300%,

Si: 0,70% đến 2,50%,

Mn: 1,30% đến 3,50%,

P: 0,001% đến 0,030%,

S: 0,0001% đến 0,0100%,

Al: 0,005% đến 1,500%,

N: 0,0001% đến 0,0100%, và

O: 0,0001% đến 0,0100%,

và chứa, dưới dạng các nguyên tố tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau:

Ti: 0,005% đến 0,150%,

Nb: 0,005% đến 0,150%,

B: 0,0001% đến 0,0100%,

Cr: 0,01% đến 2,00%,

Ni: 0,01% đến 2,00%,

Cu: 0,01% đến 2,00%,

Mo: 0,01% đến 1,00%,

V: 0,005% đến 0,150%, và

một hoặc nhiều trong số các nguyên tố Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm): tổng lượng: 0,0001% đến 0,5000%, và

phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó:

cấu trúc của tấm thép này chứa, tính theo phần thể tích, từ 2% đến 20% pha austenit dư, và

pha austenit dư nêu trên có điểm chuyển hóa mactensit là thấp hơn hoặc bằng -60°C .

2. Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ của pha austenit dư nêu trên, mà chuyển hóa thành mactensit ở -198°C là, tính theo phần thể tích, ít hơn hoặc bằng 2% tổng pha austenit dư.

3. Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo điểm 1 hoặc điểm 2, khác biệt ở chỗ, pha austenit dư nêu trên có điểm chuyển hóa mactensit là thấp hơn hoặc bằng -198°C .

4. Tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo điểm 1 hoặc điểm 2, khác biệt ở chỗ, cấu trúc của tấm thép này còn chứa, tính theo phần thể tích, các thành phần sau:

pha ferit: 10% đến 75%,

pha ferit bainit và/hoặc pha bainit: 10% đến 50%,

pha mactensit được ram: 10% đến 50%, và

pha mactensit mới: ít hơn hoặc bằng 10%.

5. Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, tấm thép này bao gồm tấm thép theo điểm 1 hoặc điểm 2, mà trên bề mặt của tấm thép này có lớp mạ kẽm được tạo ra.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bao gồm:

bước cán nóng làm nung nóng tấm, mà chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng):

C: 0,075% đến 0,300%,

Si: 0,70% đến 2,50%,

Mn: 1,30% đến 3,50%,

P: 0,001% đến 0,030%,

S: 0,0001% đến 0,0100%,

Al: 0,005% đến 1,500%,

N: 0,0001% đến 0,0100%, và

O: 0,0001% đến 0,0100%,

và chứa, dưới dạng các nguyên tố tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau:

Ti: 0,005% đến 0,150%,

Nb: 0,005% đến 0,150%,

B: 0,0001% đến 0,0100%,

Cr: 0,01% đến 2,00%,

Ni: 0,01% đến 2,00%,

Cu: 0,01% đến 2,00%,

Mo: 0,01% đến 1,00%,

V: 0,005% đến 0,150%, và

một hoặc nhiều trong số các nguyên tố Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM (kim loại đất hiếm): tổng lượng: 0,0001% đến 0,5000%, và

phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được,

một cách trực tiếp, hoặc sau khi làm nguội một lần, đến nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 1050°C, hoàn thiện bước cuộn ở điểm Ar3 hoặc cao hơn để thu được tấm thép, và cuộn tấm thép này ở nhiệt độ từ 500 đến 750°C,

bước cán nguội làm tẩy gỉ tấm thép được cuộn, sau đó cán nguội tấm thép này ở tỷ lệ xoắn vít xuống từ 35% đến 75%, và

bước ủ làm nung nóng tấm thép sau bước cán nguội đến nhiệt độ nung nóng tối đa từ 740 đến 1000°C, sau đó làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ nung nóng tối đa nêu trên đến 700°C là từ 1,0 đến 10,0°C/giây và với tốc độ làm nguội trung bình từ 700 đến 500°C là từ 5,0 đến 200°C/giây, tiếp theo duy trì ở nhiệt độ từ 350 đến 450°C trong thời gian từ 30 đến 1000 giây, sau đó làm nguội đến nhiệt độ trong phòng, và trong khi làm nguội từ nhiệt độ nung nóng tối đa nêu trên đến nhiệt độ trong phòng, nung nóng lại từ điểm Bs hoặc thấp hơn so với 500°C đến cao hơn hoặc bằng 500°C ít nhất một lần và nung nóng lại từ điểm Ms hoặc thấp hơn so với 350°C đến cao hơn hoặc bằng 350°C ít nhất một lần.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao bằng phương pháp sản xuất tấm thép theo điểm 6, sau đó mạ kẽm tấm thép này.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao bằng phương pháp theo điểm 6, mà trong suốt bước ủ tấm thép này, ở thời điểm làm nguội từ nhiệt độ nung nóng tối đa nêu trên đến nhiệt độ trong phòng, nhúng tấm thép sau bước cán nguội nêu trên trong bể kẽm để mạ kẽm nhúng nóng tấm thép này.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt, khác biệt ở chỗ, bằng cách sản xuất tấm thép có độ bền cao bằng phương pháp theo điểm 6 sau bước ủ, trong đó thực hiện bước mạ nhúng nóng.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng tạo hình ưu việt theo điểm 8 hoặc điểm 9, khác biệt ở chỗ, thực hiện bước xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ từ 470 đến 650°C sau bước mạ kẽm nhúng nóng nêu trên.

Fig.1A

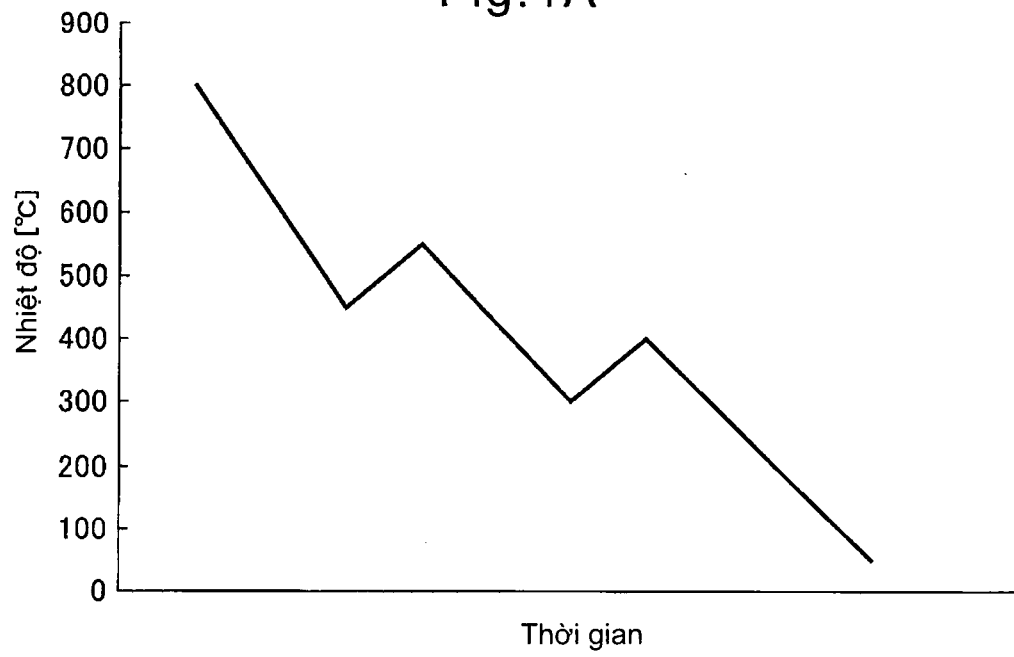


Fig.1B

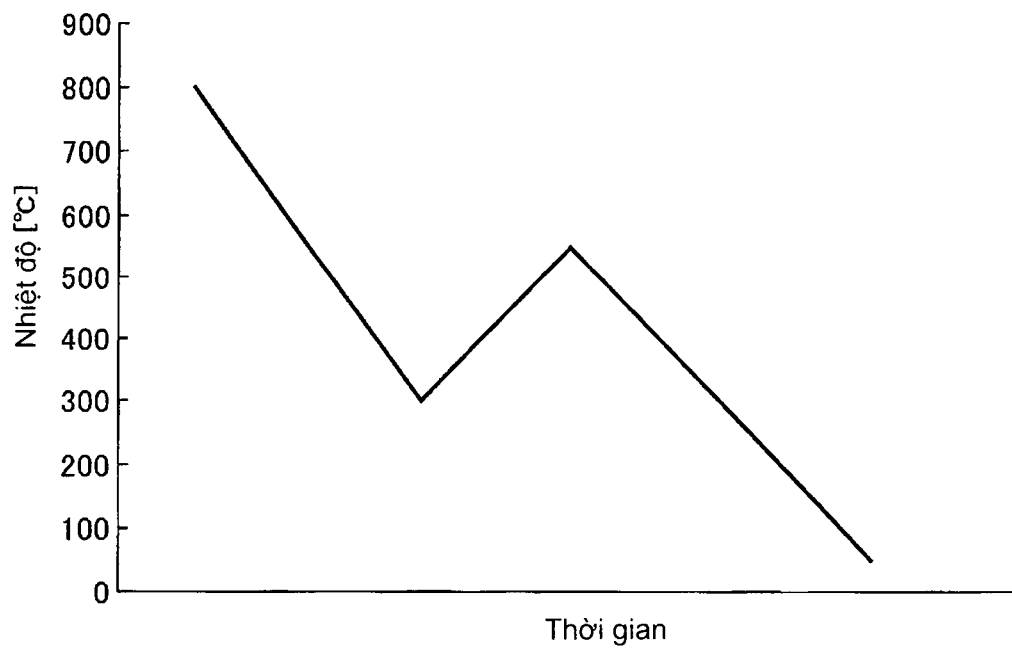


Fig.2

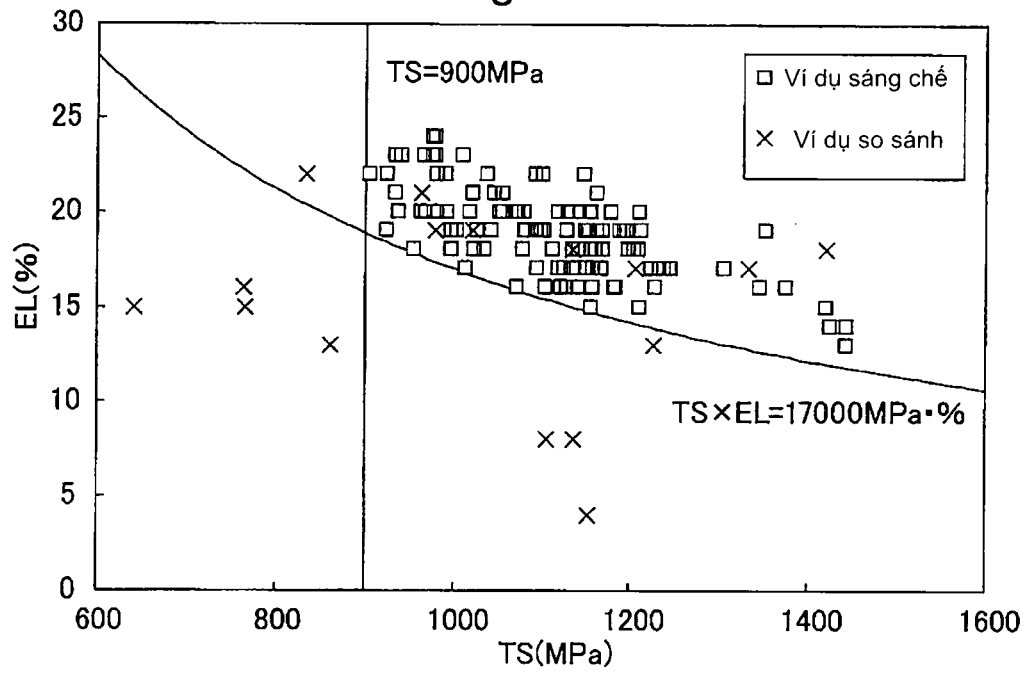


Fig.3

