



(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)



1-0023449

(51)⁷ **C23C 2/02**; C25D 7/06; C21D 9/46; (13) **B**
C22C 38/00; C22C 38/02; C22C 38/04;
C22C 38/06; C22C 38/08; C22C 38/12;
C22C 38/14; C22C 38/16; C22C 38/24;
C22C 38/26; C22C 38/38; C23C 2/06;
C23C 2/28; C25D 3/22; C25D 5/36;
C21D 1/19; C21D 8/02

(21) 1-2014-00631

(22) 27/07/2012

(86) PCT/JP2012/069262 27/07/2012

(87) WO2013/018741A1 07/02/2013

(30) 2011-167689 29/07/2011 JP

(45) 27/04/2020 385

(43) 26/05/2014 314A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) MINAMI, Akinobu (JP); KAWATA, Hiroyuki (JP); MURASATO, Akinobu (JP);

YAMAGUCHI, Yuji (JP); SUGIURA, Natsuko (JP); KUWAYAMA, Takuya (JP);

MARUYAMA, Naoki (JP); SUZUKI, Takamasa (JP)

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

(54) TẤM THÉP, TẤM THÉP MẠ KẼM VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CÁC TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập tới tấm thép, tấm thép mạ kẽm và các phương pháp sản xuất các tấm thép này. Tấm thép có độ bền cao chứa C, Si, Mn, P, S, Al, N, và O với hàm lượng định trước, trong đó pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích được chứa, lượng C dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là từ 0,80 đến 1,00%, tính theo % khối lượng, W_{Si} là 1,10 lần hoặc lớn hơn W_{Si*} , W_{Mn} là 1,10 lần hoặc lớn hơn W_{Mn*} , và khi mức độ phân bố tần suất được đo đối với tổng của tỷ lệ giữa W_{Si} và W_{Si*} và tỷ lệ giữa W_{Al} và W_{Al*} , trị số kiểu của mức độ phân bố tần suất là từ 1,95 đến 2,05, và độ nhọn là 2,00 hoặc lớn hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, nhu cầu đối với việc tăng độ bền cao của các tấm thép được sử dụng cho ô tô và tương tự ngày càng gia tăng, và các tấm thép có độ bền cao có ứng suất kéo căng lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa cũng đang được sử dụng.

Các tấm thép có độ bền cao này được tạo ra với lượng lớn và giá rẻ nhờ gia công ép tương tự với các tấm thép mềm, và được cung cấp làm các chi tiết. Tuy nhiên, do tăng tốc nhanh việc tăng độ bền trong những năm gần đây, có vấn đề là trong tấm thép có độ bền cao có ứng suất kéo căng lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, gây ra sự bật lò xo ngay sau khi tạo hình bằng cách ép, và khó tạo thành hình dạng mong muốn.

Đối với kỹ thuật để nâng cao khả năng cố định hình dạng của tấm thép có độ bền cao thông thường, có thể kể đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tính dẻo cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt là tấm thép chứa, tính theo % khối lượng: C: 0,0001 đến 0,3%, Al: 0,001 đến 4%, Mn: 0,001 đến 3%, Mo: 0,001 đến 4%, P: 0,0001 đến 0,3%, và S: 0,01% hoặc nhỏ hơn, có lớp mạ chứa Al: 0,001 đến 0,5%, Mn: 0,001 đến 2%, Fe: nhỏ hơn 20%, và phần còn lại bao gồm Zn và các tạp chất không tránh được, chứa ferit hoặc ferit và bainit với lượng 50 đến 97%, tính theo tổng tỷ lệ theo tỷ lệ thể tích làm pha chính, chứa austenit với lượng 3 đến 50%, tính theo tổng tỷ lệ theo tỷ lệ thể tích làm pha thứ cấp, và có hệ số chảy dẻo nhỏ hơn hoặc bằng 0,7 (xem tài liệu sáng chế 1 chẳng hạn).

Ngoài ra, đối với kỹ thuật để nâng cao khả năng cố định hình dạng của

tấm thép thông thường có độ bền cao, có thể kể đến tấm thép có độ bền cao có khả năng gia công ưu việt và khả năng cố định hình dạng có cấu trúc mà chứa, tính theo % khối lượng, mỗi trong số C: 0,06 đến 0,6%, Si + Al: 0,5 đến 3%, Mn: 0,5 đến 3%, P: 0,15% hoặc nhỏ hơn (0% là không chứa), và S: 0,02% hoặc nhỏ hơn (bao gồm 0%), chứa mactensit được ram với lượng 15% hoặc lớn hơn tính theo tỷ lệ diện tích đối với toàn bộ cấu trúc, chứa ferit với tỷ lệ từ 5 đến 60% tính theo tỷ lệ diện tích đối với toàn bộ cấu trúc, chứa pha austenit dư với lượng 5% hoặc lớn hơn tính theo tỷ lệ thể tích đối với toàn bộ cấu trúc, và còn có thể chứa bainit và/hoặc mactensit, trong đó tỷ lệ của pha austenit dư, trong số pha austenit dư, mà chuyển hóa thành mactensit bằng cách tác dụng ứng suất 2% là 20 đến 50% (xem tài liệu sáng chế 2, chẳng hạn).

Ngoài ra, đối với kỹ thuật cải thiện khả năng cố định hình dạng của tấm thép có độ bền cao thông thường, có thể kể đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao có đặc tính chống va đập và khả năng cố định hình dạng ưu việt trong đó phôi tấm có thành phần gồm C: 0,08 đến 0,18% khối lượng, Si: 1,00 đến 2,0% khối lượng, Mn: 1,5 đến 3,0% khối lượng, P: 0,03% khối lượng hoặc nhỏ hơn, S: 0,005% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và T.Al: 0,01 đến 0,1% khối lượng, và có mức độ tách riêng của Mn đối với phôi tấm đúc bằng 1,05 đến 1,10 được cán nóng, tấm thu được lại được cán nguội, sau đó tấm này được nung nóng trong thời gian duy trì bằng 60 giây hoặc lớn hơn trong vùng hai pha hoặc vùng một pha ở 750 đến 870°C trong dây chuyền ủ liên tục, sau đó việc làm nguội được thực hiện ở khoảng nhiệt độ 720 đến 600°C ở tốc độ làm nguội trung bình 10°C/s hoặc nhỏ hơn, sau đó việc làm nguội được thực hiện cho đến khi nhiệt độ đạt 350 đến 460°C ở tốc độ làm nguội trung bình 10°C/s hoặc lớn hơn, việc duy trì được thực hiện trong thời gian từ 30 giây đến 20 phút, và sau đó việc làm nguội được thực hiện cho đến khi cho đến khi nhiệt độ đạt đến nhiệt độ trong phòng để thu được cấu trúc năm pha của ferit đa giác, ferit hình kim, bainit, pha austenit dư, và mactensit (xem tài liệu sáng chế 3, chẳng hạn).

Ngoài ra, đối với kỹ thuật để cải thiện khả năng cố định hình dạng của

tấm thép có độ bền cao thông thường, có thể kể đến tấm thép có độ bền cao có khả năng tạo hình và khả năng cố định hình dạng ưu việt, khác biệt ở chỗ, nó chủ yếu tạo bởi pha ferit với lượng 20 đến 97%, tính theo tỷ lệ thể tích và pha austenit dư với lượng 3% hoặc lớn hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, trong đó tỷ lệ của phần khác với pha ferit có tỷ lệ các cạnh của các hạt tinh thể bằng 2,5 hoặc nhỏ hơn là 50 đến 95%, và tấm thép tốt hơn là chứa C: 0,05 đến 0,30% khối lượng, Si: 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Mn: 0,8 đến 3,0% khối lượng, P: 0,003 đến 0,1% khối lượng, S: 0,01% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Al: 0,01 đến 2,50% khối lượng, và N: 0,007% khối lượng hoặc nhỏ hơn, trong đó Si và Al thỏa mãn mối tương quan $Si + Al \geq 0,50\%$ khối lượng (xem tài liệu sáng chế 4, chẳng hạn).

Ngoài ra, đơn này đề cập tới tấm thép có độ bền cao có tính dẻo và khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt, chứa các thành phần định trước, và có cấu trúc tấm thép tạo bởi, theo tỷ lệ thể tích, pha ferit với tỷ lệ từ 10 đến 50%, pha mactensit được ram với tỷ lệ từ 10 đến 50%, và pha cứng còn lại (xem tài liệu sáng chế 5, chẳng hạn).

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 2003-253386

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-218025

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-300452

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2007-154283

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn quốc tế số WO2012/036269A1

Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế 1, có vấn đề là chi phí sản xuất tăng lên, bởi vì cần bổ sung một lượng lớn Mo đắt tiền.

Ngoài ra, trong tài liệu sáng chế 2, các bước sản xuất trở nên phức tạp bởi

vì bước 2 sau bước cán nóng được thực hiện chia thành hai bước, và trong khi đó, khó đảm bảo một cách chắc chắn khả năng cố định hình dạng trong tấm thép có độ bền cao có độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa.

Ngoài ra, trong tài liệu sáng chế 3, cần phải thực hiện điều chỉnh các điều kiện đúc để làm giảm sự phân tách ở tâm của Mn trong phôi tấm khi sản xuất phôi tấm, và có khả năng làm giảm hiệu quả sản xuất.

Ngoài ra, trong tài liệu sáng chế 4, cấu trúc tấm thép và tỷ lệ các cạnh của các hạt tinh thể được xác định để cải thiện khả năng cố định hình dạng, nhưng, không đề cập tới việc đảm bảo tính dẻo và độ bền kéo, nên việc đảm bảo cho tấm thép có độ bền cao với độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa là không ổn định. Ngoài ra, khả năng cố định hình dạng trong vùng cường độ cao 900 MPa hoặc cao hơn như trên là không đủ, và do đó mong muốn cải thiện hơn nữa khả năng cố định hình dạng.

Ngoài ra, trong tài liệu sáng chế 5, về cơ bản cần phải có pha mactensit được ram với tỷ lệ từ 10 đến 50%, nên có lo ngại rằng khả năng gia công trở nên kém.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được thực hiện để giải quyết các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng và khả năng gia công ưu việt trong khi đảm bảo độ bền cao với độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, và các phương pháp sản xuất chúng.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu nghiêm túc để giải quyết vấn đề nêu trên. Nhờ đó, họ phát hiện ra rằng có thể thu được tấm thép có khả năng cố định hình dạng và khả năng gia công ưu việt với mức độ hóa cứng khi gia công lớn trong giai đoạn đầu tạo hình trong khi đảm bảo độ bền cao với độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, bằng cách tạo cho vi cấu trúc của tấm thép là vi cấu trúc có pha austenit dư, và bằng cách tập trung Si và Mn trong pha austenit dư.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, các đối tượng của sáng chế là như sau.

(1) Tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt, chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,075 đến 0,300%, Si: 0,30 đến 2,5%, Mn: 1,3 đến 3,50%, P: 0,001 đến 0,030%, S: 0,0001 đến 0,0100%, Al: 0,080 đến 1,500%, N: 0,0001 đến 0,0100, O: 0,0001 đến 0,0100, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó cấu trúc tấm thép chứa pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, lượng C dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là từ 0,80 đến 1,00%, tính theo % khối lượng, W_{Si} được xác định là lượng Si dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn, W_{Si*} được xác định là lượng trung bình của Si nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, W_{Mn} được xác định là lượng Mn dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là lớn hơn hoặc bằng 1,10 lần, W_{Mn*} được xác định là lượng trung bình của Mn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, và khi mức độ phân bố tần suất được đo, bằng cách thiết lập các vùng đo, mà mỗi vùng có đường kính 1 μ m hoặc nhỏ hơn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, đối với tổng của tỷ lệ giữa W_{Si} được xác định là giá trị đo được của lượng Si trong mỗi vùng trong số các vùng đo và W_{Si*} là lượng trung bình của Si và tỷ lệ giữa W_{Al} được xác định là giá trị đo được của lượng Al trong mỗi vùng trong số các vùng đo và W_{Al*} là lượng trung bình của Al, trị số kiểu của mức độ phân bố tần suất là từ 1,95 đến 2,05, và độ nhọn là 2,00 hoặc lớn hơn.

(2) Trong tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (1), cấu trúc tấm thép còn chứa pha ferit với tỷ lệ từ 10 đến 75%, tính theo tỷ lệ thể tích, và một hoặc cả hai pha ferit bainit và pha bainit với tỷ lệ từ 10 đến 50%, tính theo tổng tỷ lệ, pha mactensit được ram được giới hạn đến nhỏ hơn 10%, tính theo tỷ lệ thể tích, và pha mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích.

(3) Tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt còn

chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Ti: 0,005 đến 0,150%, Nb: 0,005 đến 0,150%, V: 0,005 đến 0,150%, và B: 0,0001 đến 0,0100%.

(4) Tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (1) còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Mo: 0,01 đến 1,00%, W: 0,01 đến 1,00%, Cr: 0,01 đến 2,00%, Ni: 0,01 đến 2,00%, và Cu: 0,01 đến 2,00%.

(5) Tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (1) còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM từ 0,0001 đến 0,5000%, tính theo tổng tỷ lệ.

(6) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt là tấm thép có độ bền cao theo mục (1) có lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt của nó.

(7) Trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (6), trong đó màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa phospho oxit và/hoặc phospho được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm.

(8) Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt bao gồm: bước cán nóng là bước nung nóng phôi tấm chứa, tính theo % khối lượng: C: 0,075 đến 0,300%, Si: 0,30 đến 2,5%, Mn: 1,3 đến 3,50%, P: 0,001 đến 0,030%, S: 0,0001 đến 0,0100%, Al: 0,080 đến 1,500%, N: 0,0001 đến 0,0100, O: 0,0001 đến 0,0100, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, đến nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn, thực hiện cán nóng trên phôi tấm ở khoảng nhiệt độ, mà trong đó nhiệt độ cao hơn giữa 850°C và nhiệt độ A_{r3} được thiết lập đến nhiệt độ giới hạn dưới, thực hiện bước làm nguội thứ nhất để thực hiện làm nguội trong khoảng từ khi hoàn thiện cán đến khi bắt đầu cuộn ở tốc độ 10°C/giây hoặc lớn hơn trên trung bình, thực hiện bước cuộn ở khoảng nhiệt độ cuộn từ 600 đến 750°C, và thực hiện bước làm nguội thứ hai để làm nguội tấm thép được cuộn ở khoảng từ nhiệt độ cuộn đến

(nhiệt độ cuộn – 100)°C ở tốc độ 15°C/giờ hoặc thấp hơn trên trung bình; và bước ủ liên tục để thực hiện ủ tấm thép ở nhiệt độ nung nóng lớn nhất ($A_{c1} + 40$)°C đến 1000°C sau bước làm nguội thứ hai, tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ ba ở tốc độ làm nguội trung bình là từ 1,0 đến 10,0°C/giây ở khoảng từ nhiệt độ nung nóng lớn nhất đến 700°C, tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ tư ở tốc độ làm nguội trung bình từ 5,0 đến 200,0°C/giây ở khoảng từ 700°C đến 500°C, và tiếp theo, thực hiện bước duy trì để duy trì tấm thép sau khi được trải qua bước làm nguội thứ tư trong thời gian từ 30 đến 1000 giây ở khoảng từ 350 đến 450°C.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (8) bao gồm bước cán nguội để thực hiện tẩy gỉ và sau đó thực hiện cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng 30 đến 75%, giữa bước cán nóng và bước ủ liên tục.

(10) Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (8) bao gồm bước cán tôi để thực hiện cán tấm thép với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nhỏ hơn 10%, sau bước ủ liên tục.

(11) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt bao gồm tạo ra, sau khi thực hiện bước duy trì khi sản xuất tấm thép có độ bền cao theo phương pháp sản xuất theo mục (8), lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép bằng cách tiến hành mạ kẽm bằng điện.

(12) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt bao gồm tạo ra, giữa bước làm nguội thứ tư và bước duy trì, hoặc sau bước duy trì khi sản xuất tấm thép có độ bền cao theo phương pháp sản xuất theo mục (8), lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép bằng cách nhúng tấm thép trong bể mạ kẽm.

(13) Theo phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (12), tấm thép sau khi được nhúng trong bể mạ kẽm được nung nóng lại đến nhiệt độ từ 460 đến 600°C, và được duy trì trong hai giây hoặc lớn hơn để tạo ra lớp mạ kẽm cần được hợp kim hóa.

(14) Theo phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (11), sau khi lớp mạ kẽm được tạo ra, màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa một hoặc cả hai phospho oxit và phospho được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm.

(15) Theo phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt theo mục (13), sau khi lớp mạ kẽm được hợp kim hóa, màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa một hoặc cả hai phospho oxit và phospho được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.

Hiệu quả của sáng chế

Mỗi trong số các tấm thép có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế chứa các thành phần hóa học định trước, và khi mức độ phân bố tần suất được đo, ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, đối với tổng của tỷ lệ giữa giá trị đo được của lượng Si và lượng Si trung bình và tỷ lệ giữa giá trị đo được của lượng Al và lượng Al trung bình, trị số kiểu của mức độ phân bố tần suất là từ 1,95 đến 2,05, và độ nhọn là 2,00 hoặc lớn hơn, sao cho có thể tạo thành trạng thái phân bố trong đó Si hoặc Al tồn tại với lượng bằng hoặc lớn hơn lượng trung bình trong toàn bộ diện tích của tấm thép. Do đó, sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt được ngăn ngừa, và C có thể được ngăn ngừa không cho hao mòn dưới dạng cacbua. Vì lý do này, có thể đảm bảo ổn định pha austenit dư, dẫn đến khả năng cố định hình dạng, tính dẻo và độ bền kéo có thể được cải thiện nhiều.

Ngoài ra, trong mỗi tấm thép có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, pha austenit dư chiếm từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích, lượng Si được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn lượng Si trung bình, lượng Mn được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn lượng Mn trung bình, và lượng C được chứa trong pha austenit dư là từ 0,80 đến 1,00%, tính theo % khối lượng, nên có thể thu được tấm thép có khả năng cố định hình dạng và khả năng gia công ưu việt trong khi đảm bảo độ bền cao lớn hơn hoặc bằng 900 MPa đối với độ bền kéo lớn nhất.

Ngoài ra, theo phương pháp sản xuất tấm thép của sáng chế, bước chế tạo phôi tấm chứa các thành phần hóa học định trước để thành cuộn cán nóng bao gồm bước làm nguội thứ nhất trong đó tốc độ làm nguội từ khi bước cán nóng được hoàn tất đến khi bước cuộn được tiến hành được thiết lập đến $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, bước cuộn để tạo thành tấm thép được cuộn ở từ 600 đến 700°C , và bước làm nguội thứ hai trong đó tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ cuộn đến $(\text{nhiệt độ cuộn} - 100)^{\circ}\text{C}$ được thiết lập đến $15^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$ hoặc thấp hơn, nên Si dạng dung dịch-rắn và Al dạng dung dịch-rắn ở bên trong của tấm thép có thể được phân bố theo cách đối xứng, tức là, lượng Al được giảm ở phần mà lượng Si là lớn, và phần mà Si ở dạng dung dịch-rắn được tập trung và phần mà Mn dạng dung dịch-rắn được tập trung có thể được thiết lập giống nhau.

Ngoài ra, theo phương pháp sản xuất tấm thép của sáng chế, bước cho tấm thép đi qua dây chuyền ủ liên tục bao gồm bước thực hiện ủ ở nhiệt độ nung nóng lớn nhất $(A_{c1} + 40)^{\circ}\text{C}$ đến 1000°C , bước làm nguội thứ ba để làm nguội tấm thép từ nhiệt độ nung nóng lớn nhất đến 700°C ở $1,0$ đến $10,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trên trung bình, bước làm nguội thứ tư để làm nguội tấm thép sau khi được trải qua bước làm nguội thứ ba từ 700°C đến 500°C ở $5,0$ đến $200,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trên trung bình, và bước duy trì tấm thép sau khi được trải qua bước làm nguội thứ tư trong thời gian từ 30 đến 1000 giây ở khoảng từ 350 đến 450°C , sao cho vi cấu trúc của tấm thép chứa pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20% , và Si, Mn, và C có các nồng độ xác định có thể được hòa tan dưới dạng rắn trong pha austenit dư, dẫn đến tấm thép có độ bền cao hoặc tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng đảm bảo độ bền cao 900 MPa hoặc cao hơn đối với độ bền kéo lớn nhất và có khả năng cố định hình dạng và khả năng gia công ưu việt, có thể thu được.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, tấm thép có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có khả năng cố định hình dạng ưu việt, và các phương pháp sản xuất các tấm thép này theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Tấm thép có độ bền cao

Tấm thép có độ bền cao của sáng chế là tấm thép mà chứa, tính theo % khối lượng: mỗi trong số C: 0,075 đến 0,300%, Si: 0,30 đến 2,5%, Mn: 1,3 đến 3,50%, P: 0,001 đến 0,030%, S: 0,0001 đến 0,0100%, Al: 0,080 đến 1,500%, N: 0,0001 đến 0,0100, O: 0,0001 đến 0,0100, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó cấu trúc tấm thép chứa pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, lượng C dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là từ 0,80 đến 1,00%, tính theo % khối lượng, W_{Si} được xác định là lượng Si dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn, W_{Si*} được xác định là lượng trung bình của Si nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, W_{Mn} được xác định là lượng Mn dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn, W_{Mn*} được xác định là lượng trung bình của Mn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, và khi mức độ phân bố tần suất được đo, bằng cách thiết lập các vùng đo, mà mỗi vùng có đường kính 1 μ m hoặc nhỏ hơn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, đối với tổng của tỷ lệ giữa W_{Si} được xác định là giá trị đo được của lượng Si trong mỗi vùng trong số các vùng đo và W_{Si*} là lượng trung bình của Si và tỷ lệ giữa W_{Al} được xác định là giá trị đo được của lượng Al trong mỗi vùng trong số các vùng đo và W_{Al*} là lượng trung bình của Al, trị số kiểu của mức độ phân bố tần suất là từ 1,95 đến 2,05, và độ nhọn là 5,00 hoặc lớn hơn.

Sau đây, các lý do giới hạn cấu trúc tấm thép và các thành phần hóa học (thành phần) theo sáng chế sẽ được mô tả. Lưu ý rằng, ký hiệu % có nghĩa là phần thể tích khi xét đến cấu trúc, và có nghĩa là % khối lượng khi xét đến thành phần, trừ khi lưu ý theo cách khác.

Cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế chứa các thành phần hóa học định trước, trong đó, nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích được chứa, lượng của C dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là từ 0,80 đến 1,00%, tính theo % khối lượng, W_{Mn} / W_{Mn*} là tỷ lệ giữa W_{Mn} là

lượng của Mn dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư và W_{Mn*} là lượng trung bình của Mn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép là 1,10 hoặc lớn hơn, và $W_{Siγ} / W_{Si*}$ là tỷ lệ giữa lượng Si dạng dung dịch-rắn $W_{Siγ}$ trong pha austenit dư và W_{Si*} là lượng trung bình của Si nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép là 1,10 hoặc lớn hơn, nên tấm thép có khả năng cố định hình dạng và khả năng gia công ưu việt trong khi đảm bảo độ bền cao lớn hơn hoặc bằng 900 MPa đối với độ bền kéo thu được.

Lưu ý rằng, mong muốn rằng pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích được chứa trong toàn bộ cấu trúc tấm thép. Tuy nhiên, cấu trúc kim loại nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 độ dày tấm của tấm thép là tâm thể hiện cấu trúc của toàn bộ tấm thép. Do đó, nếu austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích được chứa nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, có thể coi là austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích về cơ bản được chứa trong toàn bộ cấu trúc của tấm thép. Vì lý do này, theo sáng chế, khoảng phần thể tích của austenit dư nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nên được xác định.

Xét đến phần thể tích của pha austenit dư, phép phân tích tia X được tiến hành bằng cách thiết lập một bề mặt song song với và ở 1/4 độ dày từ bề mặt tấm của tấm thép dùng làm bề mặt quan sát để tính toán phần diện tích, và kết quả tính toán có thể được coi là phần thể tích.

Lưu ý rằng, vì cấu trúc nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày có tính đồng đều cao, và nếu phép đo được thực hiện ở phạm vi đủ lớn, ngay cả khi phép đo được thực hiện ở vị trí bất kỳ nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày, sự nứt của vi cấu trúc thể hiện trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày có thể thu được.

Thử nghiệm nhiễu xạ tia-X được thực hiện trên bề mặt tùy ý song song với và ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày từ bề mặt tấm của tấm thép để tính toán phần diện tích của pha austenit dư, và kết quả tính toán có thể được coi là phần

thể tích nằm trong khoảng từ $1/8$ chiều dày đến $3/8$ chiều dày. Cụ thể, tốt hơn là thực hiện thử nghiệm nhiễu xạ tia-X trên một bề mặt song song với và ở $1/4$ độ dày từ bề mặt tấm của tấm thép ở phạm vi 250000 μm vuông hoặc lớn hơn.

Sau đây, các nguyên tố dạng dung dịch-rắn và lượng của các nguyên tố dạng dung dịch-rắn được hòa tan dạng rắn trong pha austenit dư sẽ được mô tả chi tiết.

Pha austenit dư

Lượng của các nguyên tố được hòa tan dạng rắn trong pha austenit dư xác định độ ổn định của pha austenit dư, và sự thay đổi lượng ứng suất cần thiết khi pha austenit dư được chuyển hóa thành mactensit cứng. Vì lý do này, có thể điều chỉnh thuộc tính hóa cứng khi gia công bằng cách thiết lập lượng của các nguyên tố dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư, dẫn đến khả năng cố định hình dạng, tính dẻo và độ bền kéo có thể được cải thiện nhiều.

C dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là nguyên tố mà làm tăng độ ổn định của pha austenit dư, và làm tăng độ bền của mactensit được chuyển hóa. Nếu lượng của C dạng dung dịch-rắn nhỏ hơn 0,80%, không thể đạt được đầy đủ hiệu quả cải thiện tính dẻo thu được bởi austenit dư, nên theo phương án này, giới hạn dưới của lượng của C dạng dung dịch-rắn được thiết lập đến 0,80%. Lưu ý rằng, để làm tăng đầy đủ tính dẻo, lượng của C dạng dung dịch-rắn tốt hơn là 0,85% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,90% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu lượng của C dạng dung dịch-rắn vượt quá 1,00%, độ bền của mactensit được chuyển hóa được tăng lên quá mức, và mactensit đóng vai trò như điểm bắt đầu phá hủy khi gia công trong đó ứng suất lớn được tác dụng cục bộ như biến dạng cuộn mép khi kéo căng, mà chỉ bị suy giảm khả năng tạo hình, nên giới hạn trên của lượng của C dạng dung dịch-rắn được thiết lập đến 1,00% hoặc nhỏ hơn. Xét về đó, lượng của C dạng dung dịch-rắn tốt hơn là 0,98% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,96% hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng, lượng của C dạng dung dịch-rắn (C_γ) trong pha austenit dư có thể được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây bằng cách tiến hành thử nghiệm

nhiều xạ tia-X trong cùng các điều kiện mà phép đo phần diện tích của pha austenit dư để xác định hằng số mạng tinh thể của pha austenit dư.

Phương trình toán học 1

$$C_{\gamma} = \frac{(a - 0,3556)}{0,00095} \times \frac{12,01}{55,84} \quad (1)$$

Mn dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là nguyên tố mà làm tăng độ ổn định của pha austenit dư. Nếu lượng Mn dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư được thiết lập đến $W_{Mn\gamma}$, và lượng Mn trung bình nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép được thiết lập đến W_{Mn*} , giới hạn dưới của $W_{Mn\gamma} / W_{Mn*}$ là tỷ lệ của cả hai lượng được thiết lập đến 1,1 hoặc lớn hơn theo phương án này. Lưu ý rằng, để làm tăng độ ổn định của pha austenit dư, $W_{Mn\gamma} / W_{Mn*}$ tốt hơn là bằng 1,15 hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1,20 hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là nguyên tố mà làm mất ổn định vừa phải pha austenit dư, làm tăng đặc tính hóa cứng khi gia công, và làm tăng khả năng cố định hình dạng ở vùng ứng suất thấp. Cụ thể là, bằng cách tập trung Si trong pha austenit dư, có thể tạo ra sự mất ổn định vừa phải trong pha austenit dư, nên có thể làm cho dễ dàng biến dạng khi tác dụng ứng suất, và làm cho đủ hóa cứng khi gia công ở giai đoạn đầu của thời gian gia công. Mặt khác, Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là nguyên tố mà làm tăng độ ổn định của pha austenit dư và góp phần vào tính dẻo cục bộ ở vùng ứng suất cao.

Theo phương án này, bằng cách thiết lập $W_{Si\gamma} / W_{Si*}$ là tỷ lệ giữa $W_{Si\gamma}$ được xác định là lượng Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư và W_{Si*} được xác định là lượng trung bình của Si nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép đến 1,10 hoặc lớn hơn, ảnh hưởng của Si dạng dung dịch-rắn nêu trên thu được. Lưu ý rằng, tốt hơn nếu $W_{Si\gamma} / W_{Si*}$ bằng 1,15 hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1,20 hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, lượng của Mn dạng dung dịch-rắn và lượng của Si dạng dung

dịch-rắn trong pha austenit dư thu được bằng cách trước hết lấy mẫu bằng cách thiết lập mặt cắt ngang theo hướng chiều dày song song với hướng cán của tấm thép dùng làm bề mặt quan sát, nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép. Tiếp theo, phân tích EPMA được thực hiện trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 độ dày là tâm để đo lượng Mn và Si. Phép đo được thực hiện trong khi đường kính cực được thiết lập từ 0,2 đến 1,0 μm , và thời gian đo đối với một điểm được thiết lập đến 10 ms hoặc lớn hơn, và lượng Mn và Si được đo ở 2500 điểm hoặc lớn hơn trên cơ sở phân tích diện tích, nhờ vậy tạo thành bản đồ nồng độ Si và Mn.

Ở đây, trong các kết quả của phép đo được mô tả như nêu trên, điểm tại đó nồng độ Mn vượt quá ba lần nồng độ Mn được bổ sung có thể được coi như điểm tại đó hạt lẫn như Mn sulfua được đo. Ngoài ra, điểm tại đó nồng độ Mn nhỏ hơn 1/3 lần nồng độ Mn được bổ sung có thể được coi như điểm tại đó hạt lẫn như Al oxit được đo. Bởi vì nồng độ Mn trong các hạt lẫn này hầu như không ảnh hưởng đến đặc tính chuyển hóa pha trong thép nền, các kết quả đo được thiết lập để loại trừ ra khỏi các kết quả đo nêu trên. Lưu ý rằng, các kết quả đo của Si cũng được xử lý theo cách tương tự, và các kết quả đo các hạt lẫn được thiết lập để được loại trừ ra khỏi các kết quả đo nêu trên.

Ngoài ra, vùng này được phân tích hoặc trước khi hoặc sau khi phân tích EPMA nêu trên được quan sát nhờ phương pháp phân tích EBSD, sự phân bố của sắt FCC (pha austenit dư) và sắt BCC (ferit) được lập bản đồ, bản đồ thu được được chồng lên bản đồ nồng độ Si và Mn, và lượng Si và Mn ở vùng chồng lên vùng sắt FCC, tức là, austenit dư được đọc. Do đó, lượng của Si dạng dung dịch-rắn và lượng của Mn dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư có thể được xác định.

Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là nguyên tố mà làm mất cân bằng vừa phải pha austenit dư, làm gia tăng đặc tính hóa cứng khi gia công, và gia tăng khả năng cố định hình dạng ở vùng ứng suất thấp, và là nguyên tố làm gia tăng độ ổn định của pha austenit dư và góp phần vào tính dẻo cục bộ ở vùng

ứng suất cao như mô tả trên đây, và ngoài ra, nó cũng là nguyên tố ngăn ngừa sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt.

Thông thường, khi Si chỉ tập trung trong pha austenit dư, cacbua trên cơ sở sắt được tạo ra ở phần mà Si không được tập trung, và C là nguyên tố làm ổn định austenit bị tiêu hao dưới dạng cacbua, dẫn đến pha austenit dư không được đảm bảo đầy đủ và khả năng cố định hình dạng bị suy giảm, đó là vấn đề.

Do đó, theo phương án này, Al là nguyên tố ngăn ngừa sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt, tương tự với Si, được bổ sung với lượng thích hợp, và việc xử lý được thực hiện trên cơ sở quá trình nhiệt xác định trong bước cán nóng, dẫn đến Si có thể được tập trung đầy đủ trong austenit dư. Ngoài ra, ở thời điểm này, Al thể hiện sự phân bố nồng độ đối lập với sự phân bố nồng độ của Si, nên vùng có nồng độ Si thấp sẽ có lượng Al cao hơn. Vì lý do này, trong austenit dư, có thể ngăn ngừa sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt bởi Si ở vùng có nồng độ Si cao, và ở vùng có nồng độ Si thấp, sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt có thể được ngăn ngừa bởi Al, thay vì Si. Do đó, có thể ngăn ngừa không cho C bị tiêu hao dưới dạng cacbua trong pha austenit dư, dẫn đến pha austenit dư có thể thu được đầy đủ. Ngoài ra, sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt thô mà trở nên điểm bắt đầu phá hủy ở thời điểm xử lý có thể được ngăn ngừa, mà góp phần vào sự cải thiện khả năng cố định hình dạng, tính dẻo và độ bền kéo.

Si là nguyên tố làm mất ổn định austenit, và nói chung, Mn được tập trung trong pha austenit dư, và Si được tập trung trong ferit. Tuy nhiên, theo sáng chế, Al được bổ sung, và qua các điều kiện sản xuất định trước, Al được tập trung trong ferit, và Si được tập trung trong pha austenit dư.

Ngoài ra, khi, ở mặt cắt ngang theo hướng chiều dày song song với hướng cán của tấm thép theo phương án này, mức độ phân bố tần suất (biểu đồ) của $F(W_{Si}, W_{Al}) = W_{Si} / W_{Si*} + W_{Al} / W_{Al*}$ là tổng của tỷ lệ giữa W_{Si} được xác định là giá trị đo được của lượng Si trong mỗi vùng đo ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 độ dày là tâm và W_{Si*} được xác định là lượng trung bình của Si ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày, và tỷ lệ giữa W_{Al} được xác định là giá trị đo được

của lượng Al trong mỗi vùng đo ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 độ dày là tâm và W_{Al}^* được xác định là lượng trung bình của Al ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày được tạo ra, trị số kiểu được thiết lập nằm trong khoảng từ 1,95 đến 2,05, và độ nhọn K của biểu đồ được xác định bởi phương trình (2) dưới đây được thiết lập đến 2,00 hoặc lớn hơn. Lưu ý rằng, vùng đo được thiết lập để có đường kính 1 μ m hoặc nhỏ hơn, và các vùng đo này được đặt để đo lượng Si và lượng Al.

Bằng cách tạo thành trạng thái phân bố như mô tả trên đây trong đó hoặc Si hoặc Al tồn tại ở các lượng bằng hoặc lớn hơn lượng trung bình trong toàn bộ diện tích của tấm thép, sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt được ngăn ngừa, nên có thể đảm bảo ổn định pha austenit dư, dẫn đến khả năng cố định hình dạng, tính dẻo và độ bền kéo có thể được cải thiện nhiều.

Trong trường hợp mà trị số kiểu trở nên nhỏ hơn 1,95, trường hợp mà trị số kiểu vượt quá 2,05, và trường hợp mà độ nhọn K trở nên nhỏ hơn 2,00, tồn tại một vùng có đặc tính ngăn ngừa sự tạo thành cacbua trên cơ sở sắt là nhỏ trong khoảng đo, và có khả năng là không thể đạt được đủ khả năng cố định hình dạng, khả năng tạo hình và/hoặc độ bền. Xét về đó, độ nhọn K tốt hơn là 2,50 hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 3,00 hoặc lớn hơn.

Ở đây, độ nhọn K là số được xác định từ phương trình (2) dưới đây từ các số liệu, và là giá trị số học được đánh giá bằng cách so sánh mức độ phân bố tần suất của số liệu với phân bố chuẩn. Khi độ nhọn là số âm, điều này thể hiện rằng đường cong mức độ phân bố tần suất của số liệu là tương đối phẳng, và điều này có nghĩa là giá trị tuyệt đối càng lớn, mức độ phân bố tần suất càng trệch nhiều khỏi phân bố chuẩn.

Lưu ý rằng, F_i trong phương trình (2) dưới đây chỉ giá trị của $F(W_{Si}, W_{Al})$ ở điểm đo thứ i , F^* chỉ giá trị trung bình của $F(W_{Si}, W_{Al})$, s^* chỉ độ lệch chuẩn $F(W_{Si}, W_{Al})$, và N chỉ số điểm đo trong biểu đồ thu được.

Phương trình toán học 2

$$K = \left\{ \frac{N(N+1)}{(N-1)(N-2)(N-3)} \right\} \cdot \sum_{i=1}^N \left(\frac{F_i - F_*}{s_*} \right)^4 - \frac{3(N-1)^2}{(N-2)(N-3)} \quad (2)$$

Lưu ý rằng, phương pháp đo lường C, Mn, Si và Al dạng dung dịch-rắn không bị giới hạn ở phương pháp nêu trên. Ví dụ, phương pháp EMA hoặc quan sát trực tiếp nhờ sử dụng máy dò nguyên tử ba chiều (3D-AP) có thể được thực hiện để đo nồng độ của các nguyên tố khác nhau.

Vi cấu trúc

Tốt hơn là cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế chứa, ngoài pha austenit dư nêu trên, pha ferit với tỷ lệ từ 10 đến 75%, tính theo tỷ lệ thể tích, và một hoặc cả hai pha ferit bainit và pha bainit với tỷ lệ từ 10 đến 50%, tính theo tổng tỷ lệ theo tỷ lệ thể tích, pha mactensit được ram được giới hạn đến nhỏ hơn 10%, tính theo tỷ lệ thể tích, và pha mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích. Khi tấm thép có độ bền cao của sáng chế có cấu trúc tấm thép như mô tả trên đây, nó trở thành tấm thép có khả năng cố định hình dạng và khả năng tạo hình ưu việt hơn.

“Pha ferit”

Pha ferit là cấu trúc hữu hiệu để nâng cao tính dẻo, được ưu tiên là được chứa trong cấu trúc tấm thép với tỷ lệ từ 10 đến 75%, tính theo tỷ lệ thể tích. Phần thể tích của pha ferit được chứa trong cấu trúc tấm thép tốt hơn nữa là 15% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 20% hoặc lớn hơn xét về tính dẻo. Ngoài ra, để làm tăng đầy đủ độ bền kéo của tấm thép, phần thể tích của pha ferit được chứa trong cấu trúc tấm thép tốt hơn nữa là được đặt đến 65% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là được đặt đến 50% hoặc nhỏ hơn. Khi phần thể tích của pha ferit nhỏ hơn 10%, có thay đổi là không đạt được đầy đủ tính dẻo. Mặt khác, pha ferit là cấu trúc mềm, nên khi phần thể tích của nó vượt quá 75%, không thể thu được đủ độ bền.

“Pha ferit bainit và/hoặc pha bainit”

Ferit bainitic và/hoặc bainit là (các) cấu trúc cần thiết để thu được một cách hữu hiệu pha austenit dư, và tốt hơn là được chứa trong cấu trúc tấm thép

với tỷ lệ từ 10 đến 50%, tính theo tổng tỷ lệ theo tỷ lệ thể tích. Ngoài ra, pha ferit bainit và/hoặc pha bainit là (các) vi cấu trúc có độ bền ở trung gian giữa độ bền của pha ferit mềm và pha mactensit cứng, pha mactensit được ram và pha austenit dư, và pha ferit bainit và/hoặc pha bainit /tốt hơn nữa là được chứa với lượng 15% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là được chứa với lượng 20% hoặc lớn hơn, xét về về khả năng cuộn mép khi kéo căng. Mặt khác, không được ưu tiên là phần thể tích của pha ferit bainit và/hoặc pha bainit vượt quá 50%, bởi vì có e ngại rằng ứng suất chảy dẻo tăng quá mức và khả năng cố định hình dạng bị suy giảm.

“Pha mactensit được ram”

Pha mactensit được ram là cấu trúc cải thiện độ bền kéo. Tuy nhiên, mactensit được tạo ra bởi sự tiêu hao được ưu tiên của austenit không được chuyển hóa với hàm lượng Si lớn, nên có xu hướng là tấm thép chứa một lượng lớn của mactensit được ram có lượng nhỏ của austenit dư với hàm lượng Si lớn. Ngoài ra, không được ưu tiên là lượng mactensit được ram là 10% hoặc lớn hơn, bởi vì có e ngại rằng ứng suất chảy dẻo tăng lên quá mức, và khả năng cố định hình dạng bị suy giảm. Vì lý do này, theo sáng chế, mactensit được ram được giới hạn đến nhỏ hơn 10%, tính theo tỷ lệ thể tích. Pha mactensit được ram tốt hơn là 8% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 6% hoặc nhỏ hơn.

“Pha mactensit mới”

Pha mactensit mới cải thiện nhiều độ bền kéo, nhưng, mặt khác, nó trở thành điểm bắt đầu phá hủy làm suy giảm khả năng cuộn mép khi kéo căng. Ngoài ra, mactensit được tạo ra bởi sự tiêu hao được ưu tiên của austenit không được chuyển hóa với hàm lượng Si lớn, nên có xu hướng là tấm thép chứa một lượng lớn của mactensit mới có một lượng nhỏ của austenit dư với hàm lượng Si lớn. Xét về về khả năng cuộn mép khi kéo căng và khả năng cố định hình dạng, pha mactensit mới trong cấu trúc tấm thép tốt hơn là được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích. Để làm tăng hơn nữa khả năng cuộn mép khi kéo căng, phần thể tích của mactensit mới tốt hơn nữa là được thiết lập đến

10% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là được thiết lập đến 5% hoặc nhỏ hơn.

“Các vi cấu trúc khác”

Cũng có thể là cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế chứa cấu trúc khác với các cấu trúc như nêu trên, như peclit và/hoặc xementit thô. Tuy nhiên, khi lượng của peclit và/hoặc xementit thô được tăng lên trong cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao, tính dẻo bị suy giảm. Vì lý do này, phần thể tích của peclit và/hoặc xementit thô được chứa trong cấu trúc tấm thép tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn tính theo tổng số, và tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn tính theo tổng số.

Phần thể tích của mỗi cấu trúc được chứa trong cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế có thể được đo bởi phương pháp được mô tả dưới đây, chẳng hạn.

Xét đến các phần thể tích của ferit, ferit bainitic, bainit, mactensit được ram và mactensit mới được chứa trong cấu trúc tấm thép của tấm thép có độ bền cao của sáng chế, mẫu thử được lấy trong khi mặt cắt ngang theo hướng chiều dày vuông góc với hướng cán của tấm thép được đặt dùng làm bề mặt quan sát, bề mặt quan sát được đánh bóng và được cho khắc ăn mòn bằng nital, và phạm vi $1/8$ chiều dày đến $3/8$ chiều dày với $1/4$ độ dày tấm là tâm được quan sát bằng an FE-SEM (kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường) để đo các phần diện tích, và các kết quả đo có thể được coi là phần thể tích.

Như mô tả trên đây, các phần của vi cấu trúc ngoại trừ pha austenit dư có thể được đo bằng cách thực hiện quan sát bằng kính hiển vi điện tử ở vị trí tùy ý trong khoảng từ $1/8$ chiều dày đến $3/8$ chiều dày. Cụ thể, việc quan sát bằng kính hiển vi điện tử được thực hiện trong ba hoặc nhiều thị trường được đặt, trên một bề mặt mà vuông góc với bề mặt tấm của tấm thép nền và song song với hướng cán, trong khi tạo ra khoảng cách 1 mm hoặc lớn hơn giữa chúng trong khoảng từ $1/8$ chiều dày đến $3/8$ chiều dày để tính toán phần diện tích của mỗi cấu trúc trong vùng quan sát là 5000 μm vuông hoặc lớn hơn tính theo tổng số, và kết quả tính toán có thể được coi là phần thể tích nằm trong khoảng từ $1/8$

chiều dày đến 3/8 chiều dày.

Ferit là một khối của các hạt tinh thể, và là vùng trong đó không có cacbua trên cơ sở sắt có trục chính bằng 100 nm hoặc lớn hơn tồn tại bên trong nó. Lưu ý rằng, phần thể tích của ferit là tổng của phần thể tích của ferit còn lại ở nhiệt độ nung nóng lớn nhất và phần thể tích của ferit mới được tạo ra ở vùng nhiệt độ chuyển hóa ferit.

Ferit bainitic là khối kết tập của các hạt tinh thể hình thanh, và không chứa, ở bên trong của thanh, cacbua trên cơ sở sắt có trục chính bằng 20 nm hoặc lớn hơn.

Bainit là khối kết tập của các hạt tinh thể hình thanh, chứa, ở bên trong của thanh, các cacbua gốc-sắt có trục chính bằng 20 nm hoặc lớn hơn, và các cacbua này thuộc biến thể đơn, tức là, nhóm cacbua trên cơ sở sắt kéo căng theo cùng hướng. Ở đây, nhóm cacbua trên cơ sở sắt kéo căng theo cùng hướng có nghĩa là chúng có độ chênh lệch bằng 5° hoặc nhỏ hơn theo hướng kéo căng của nhóm cacbua trên cơ sở sắt.

Mactensit được ram là khối kết tập của các hạt tinh thể hình thanh, chứa, ở bên trong của thanh, các cacbua gốc-sắt có trục chính bằng 20 nm hoặc lớn hơn, và các cacbua này thuộc nhiều biến thể, tức là, nhiều nhóm cacbua trên cơ sở sắt kéo căng theo các hướng khác nhau.

Lưu ý rằng, bainit và mactensit được ram có thể được phân biệt dễ dàng bằng cách quan sát cacbua trên cơ sở sắt bên trong hạt tinh thể hình thanh nhờ sử dụng FE-SEM và kiểm tra hướng kéo căng của nó.

Ngoài ra, mactensit mới và austenit dư không bị ăn mòn đủ bằng cách khắc ăn mòn nital. Do đó, mactensit mới và austenit dư được phân biệt dễ dàng với các cấu trúc khác (ferit, ferit bainitic, bainit, mactensit được ram) trong khi quan sát bằng FE-SEM.

Do đó, phần thể tích của mactensit mới thu được dưới dạng độ chênh lệch giữa phần diện tích của vùng không được ăn mòn được quan sát bằng FE-SEM, và phần diện tích của austenit dư được đo bằng tia X.

Các thành phần hóa học

Tiếp theo, các thành phần hóa học (thành phần) của tấm thép có độ bền cao của sáng chế sẽ được mô tả. Lưu ý rằng, trong phần mô tả dưới đây, [%] chỉ [% khối lượng].

“C: 0,075 đến 0,300%”

C được chứa để làm tăng độ bền của tấm thép có độ bền cao. Tuy nhiên, nếu hàm lượng C vượt quá 0,300%, khả năng hàn trở nên không đủ. Xét về về khả năng hàn, hàm lượng C tốt hơn là 0,250% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,220% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng C nhỏ hơn 0,075%, độ bền bị giảm, và không thể đảm bảo độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa. Để làm tăng độ bền, hàm lượng C tốt hơn là 0,090% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,100% hoặc lớn hơn.

“Si: 0,30 đến 2,50%”

Si là nguyên tố cần thiết để ngăn ngừa sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt trong bước ủ để thu được lượng định trước của austenit dư. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Si vượt quá 2,50%, tấm thép trở nên giòn, và tính dẻo bị suy giảm. Xét về về tính dẻo, hàm lượng Si tốt hơn là 2,20% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Si nhỏ hơn 0,30%, một lượng lớn của các cacbua góc-sắt được tạo ra trong bước ủ, dẫn đến lượng đủ của pha austenit dư không thể thu được, và không thể đạt được cả độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa và khả năng cố định hình dạng. Để làm tăng khả năng cố định hình dạng, giá trị giới hạn dưới của Si tốt hơn là 0,50% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,70% hoặc lớn hơn.

“Mn: 1,30 đến 3,50%”

Mn được bổ sung vào tấm thép của sáng chế để làm tăng độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mn vượt quá 3,50%, phần tập trung Mn thô được tạo ra ở phần giữa trong độ dày tấm của tấm thép, sự hóa giòn xảy ra dễ dàng, và sự cố như nứt phôi tấm đúc xảy ra dễ dàng. Ngoài ra, nếu hàm lượng Mn vượt quá 3,50%, khả năng hàn cũng bị suy giảm. Do đó, cần phải điều chỉnh

hàm lượng Mn đến 3,50% hoặc nhỏ hơn. Xét về khả năng hàn, hàm lượng Mn tốt hơn là 3,20% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 3,00% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Mn nhỏ hơn 1,30%, một lượng lớn của các cấu trúc mềm được tạo ra trong khi làm nguội sau khi ủ, điều này làm cho khó đảm bảo độ bền kéo lớn nhất lớn hơn hoặc bằng 900 MPa, nên cần phải điều chỉnh hàm lượng Mn đến 1,30% hoặc lớn hơn. Để làm tăng độ bền, hàm lượng Mn tốt hơn là 1,50% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1,70% hoặc lớn hơn.

“P: 0,001 đến 0,030%”

P có xu hướng tách riêng ở phần giữa trong độ dày tấm của tấm thép, và làm hóa giòn vùng mối hàn. Nếu hàm lượng P vượt quá 0,030%, xảy ra sự hóa giòn đáng kể của vùng hàn, nên hàm lượng P được giới hạn đến 0,030% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng P, 0,001% được đặt là giá trị giới hạn dưới bởi vì chi phí sản xuất tăng mạnh khi hàm lượng P được thiết lập đến nhỏ hơn 0,001%.

“S: 0,0001 đến 0,0100%”

S gây ra ảnh hưởng bất lợi đối với khả năng hàn và khả năng sản xuất trong khi đúc và cán nóng. Vì lý do này, giá trị giới hạn trên của hàm lượng S được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, S liên kết với Mn để tạo thành MnS thô và làm hạ thấp tính dẻo và khả năng cuộn mép khi kéo căng, nên hàm lượng S tốt hơn là được thiết lập đến 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,0025% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng S, 0,0001% được đặt là giá trị giới hạn dưới bởi vì chi phí sản xuất tăng mạnh khi hàm lượng S được thiết lập đến nhỏ hơn 0,0001%.

“Al: 0,080% đến 1,500%”

Al là nguyên tố mà cản trở sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt làm cho dễ dàng thu được pha austenit dư. Ngoài ra, bằng cách bổ sung một lượng thích hợp của Al, có thể làm tăng lượng Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư để làm tăng khả năng cố định hình dạng. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Al vượt quá

1,500%, khả năng hàn kém đi, nên giới hạn trên của hàm lượng Al được thiết lập đến 1,500%. Xét về đó, hàm lượng Al tốt hơn là được thiết lập đến 1,200% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,900% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Al nhỏ hơn 0,080%, hiệu quả làm tăng lượng của Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là không đủ, và không thể đảm bảo đủ khả năng cố định hình dạng. Khi Al tăng lên, Si dễ dàng tập trung trong pha austenit dư, nên hàm lượng Al tốt hơn là 0,100% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,150% hoặc lớn hơn.

“N: 0,0001 đến 0,0100%”

N tạo thành nitrua thô và làm suy giảm tính dẻo và khả năng cuốn mép khi kéo căng, nên lượng được bổ sung của nó cần phải hạn chế. Nếu hàm lượng N vượt quá 0,0100%, xu hướng này trở nên rõ ràng, nên khoảng của hàm lượng N được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, bởi vì N làm tạo thành rỗ khí trong khi hàn, hàm lượng N tốt hơn là nhỏ. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng N, 0,0001% được đặt là giá trị giới hạn dưới bởi vì chi phí sản xuất tăng mạnh khi hàm lượng N được thiết lập đến nhỏ hơn 0,0001%.

“O: 0,0001 đến 0,0100%”

O tạo thành oxit và bị suy giảm tính dẻo và khả năng cuốn mép khi kéo căng, nên lượng được bổ sung của nó cần được hạn chế. Nếu hàm lượng O vượt quá 0,0100%, sự suy giảm của khả năng cuốn mép khi kéo căng trở nên đáng kể, nên giới hạn trên của hàm lượng O được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng O tốt hơn là 0,0080% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,0060% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng O, 0,0001% được đặt đối với giới hạn dưới bởi vì chi phí sản xuất tăng mạnh khi hàm lượng O được thiết lập đến nhỏ hơn 0,0001%.

Tấm thép có độ bền cao của sáng chế còn có thể chứa các nguyên tố dưới đây khi cần.

“Ti: 0,005 đến 0,150%”

Ti là nguyên tố mà góp phần vào việc làm 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. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ti vượt quá 0,150%, sự kết tủa của carbonitrua tăng lên, và khả năng tạo hình bị suy giảm, nên hàm lượng Ti tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn. Xét về về khả năng tạo hình, hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,070% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Ti, để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền được tạo ra bởi Ti, hàm lượng Ti tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn. Để làm tăng độ bền của tấm thép, hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,010% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,015% hoặc lớn hơn.

“Nb: 0,005 đến 0,150%”

Nb là nguyên tố mà góp phần vào việc làm 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. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Nb vượt quá 0,150%, sự kết tủa của carbonitrua tăng lên, và khả năng tạo hình bị suy giảm, nên hàm lượng Nb tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn. Xét về về khả năng tạo hình, hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,060% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Nb, để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền được tạo ra bởi Nb, hàm lượng Nb tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn. Để làm tăng độ bền của tấm thép, hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,010% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,015% hoặc lớn hơn.

“V: 0,005 đến 0,150%”

V là nguyên tố mà góp phần vào việc làm 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.

Tuy nhiên, nếu hàm lượng V vượt quá 0,150%, sự kết tủa của carbonitrua tăng lên, và khả năng tạo hình bị suy giảm, nên hàm lượng V tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng V, để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền được tạo ra bởi V, hàm lượng V tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn.

“B: 0,0001 đến 0,0100%”

B là nguyên tố 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%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và năng suất bị giảm, nên hàm lượng B tốt hơn là 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Xét về năng suất, hàm lượng B tốt hơn nữa là 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng B, để làm tăng đầy đủ độ bền nhờ sử dụng B, hàm lượng B tốt hơn là được thiết lập đến 0,0001% hoặc lớn hơn. Để làm tăng độ bền, hàm lượng B tốt hơn nữa là 0,0003% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc lớn hơn.

“Mo: 0,01 đến 1,00%”

Mo là nguyên tố 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%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và năng suất bị giảm, nên hàm lượng Mo tốt hơn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Mo, để làm tăng đầy đủ độ bền nhờ sử dụng Mo, hàm lượng Mo tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

“W: 0,01 đến 1,00%”

W là nguyên tố 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%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và năng suất bị giảm, nên hàm lượng W tốt hơn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng W, để làm tăng đầy

đủ độ bền nhờ sử dụng W, hàm lượng W tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

“Cr: 0,01 đến 2,00%”

Cr là nguyên tố 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%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và năng suất bị giảm, nên hàm lượng Cr tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Cr, để làm tăng đầy đủ độ bền nhờ sử dụng Cr, hàm lượng Cr tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

“Ni: 0,01 đến 2,00%”

Ni là nguyên tố 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%, khả năng hàn bị suy yếu, nên hàm lượng Ni tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Ni, để làm tăng đầy đủ độ bền nhờ sử dụng Ni, hàm lượng Ni tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

“Cu: 0,01 đến 2,00%”

Cu là nguyên tố mà tồn tại trong thép dưới dạng các hạt mịn làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế một phần của C và/hoặc Mn. Nếu hàm lượng Cu vượt quá 2,00%, khả năng hàn bị suy yếu, nên hàm lượng Cu tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Cu, để làm tăng đầy đủ độ bền nhờ sử dụng Cu, hàm lượng Cu tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

“Một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM với lượng 0,0001 đến 0,5000%, tính theo tổng tỷ lệ”

Ca, Ce, Mg, và REM là các nguyên tố hữu hiệu để nâng cao khả năng tạo hình, và một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số chúng có thể được bổ sung. Tuy nhiên, nếu tổng hàm lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg và REM vượt quá 0,5000%, tính dẻo có thể bị ảnh hưởng, ngược lại, nên tổng hàm lượng của các nguyên tố tương ứng tốt hơn là 0,5000% hoặc nhỏ

hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Ca, Ce, Mg và REM, để đạt được đầy đủ hiệu quả cải thiện khả năng tạo hình của tấm thép, tổng hàm lượng của các nguyên tố tương ứng tốt hơn là 0,0001% hoặc lớn hơn. Xét về về khả năng tạo hình, tổng hàm lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Ca, Ce, Mg và REM tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,0010% hoặc lớn hơn.

Lưu ý rằng, REM ký hiệu cho kim loại đất hiếm, và thể hiện nguyên tố thuộc dãy lantanit. Theo sáng chế, REM và Ce thường được bổ sung vào kim loại misch, và có trường hợp trong đó các nguyên tố trong dãy lantanit được chứa ở dạng phức, ngoài La và Ce. Mặc dù các nguyên tố trong dãy lantanit khác với La và Ce được chứa dưới dạng các tạp chất không tránh được, hiệu quả của sáng chế vẫn được thể hiện. Ngoài ra, hiệu quả của sáng chế được thể hiện mặc dù La và Ce kim loại được bổ sung.

Ngoài ra, tấm thép có độ bền cao của sáng chế có thể được tạo ra dưới dạng tấm thép mạ kẽm có độ bền cao bằng cách tạo thành lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa trên một bề mặt của nó. Bằng cách tạo thành lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép có độ bền cao, tấm thép có độ bền cao trở nên có độ bền chống ăn mòn ưu việt. Ngoài ra, bằng cách tạo thành lớp mạ kẽm được hợp kim hóa trên bề mặt của tấm thép có độ bền cao, tấm thép có độ bền cao trở nên có độ bền chống ăn mòn ưu việt và độ bám dính lớp phủ ưu việt. Ngoài ra, lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa có thể chứa Al dưới dạng tạp chất.

Lớp mạ kẽm được hợp kim hóa có thể chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Pb, Sb, Si, Sn, Mg, Mn, Ni, Cr, Co, Ca, Cu, Li, Ti, Be, Bi, Sr, I, Cs, và REM, hoặc một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố này có thể được trộn trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa. Mặc dù lớp mạ kẽm được hợp kim hóa chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố nêu trên, hoặc một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên

tổ này được trộn trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa, hiệu quả của sáng chế không bị ảnh hưởng, và đôi khi có trường hợp ưu tiên trong đó độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công được cải thiện tùy theo hàm lượng của nguyên tố.

Trọng lượng phủ của lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa không bị giới hạn cụ thể, nhưng mong muốn là 20 g/m^2 hoặc lớn hơn xét về độ bền chống ăn mòn, và mong muốn là 150 g/m^2 hoặc nhỏ hơn xét về hiệu quả kinh tế. Ngoài ra, độ dày trung bình của lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được thiết lập đến không ít hơn $1,0 \text{ }\mu\text{m}$ cũng không nhiều hơn $50 \text{ }\mu\text{m}$. Nếu độ dày trung bình nhỏ hơn $1,0 \text{ }\mu\text{m}$, không thể đạt được đủ độ bền chống ăn mòn. Độ dày trung bình tốt hơn là được thiết lập đến $2,0 \text{ }\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi điều chỉnh độ dày trung bình đến lớn hơn $50,0 \text{ }\mu\text{m}$ là không kinh tế, và ảnh hưởng đến độ bền của tấm thép, và do đó không được ưu tiên. Xét về chi phí nguyên liệu, độ dày của lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa càng mỏng, càng được ưu tiên, và do đó tốt hơn là độ dày bằng $30,0 \text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Xét đến độ dày trung bình của lớp mạ, mặt cắt ngang theo hướng chiều dày song song với hướng cán của tấm thép được hoàn thiện thành bề mặt gương và được quan sát bằng FE-SEM, độ dày của lớp mạ được đo ở năm điểm ở mặt trước và năm điểm ở mặt sau, tức là, 10 điểm tính theo tổng số của tấm thép, và giá trị trung bình của độ dày được đặt là độ dày của lớp mạ.

Lưu ý rằng, khi thực hiện xử lý hợp kim hóa, hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được thiết lập đến $8,0\%$ hoặc lớn hơn, được ưu tiên là $9,0\%$ hoặc lớn hơn để đảm bảo độ bền chống tróc bề mặt tốt. Ngoài ra, hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được thiết lập đến $12,0\%$ hoặc nhỏ hơn, được ưu tiên là $11,0\%$ hoặc nhỏ hơn để đảm bảo độ bền chống tạo bột tốt.

Ngoài ra, trong tấm thép có độ bền cao của sáng chế, màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa phospho oxit và/hoặc phospho có thể được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm. Do đó, màng phủ có thể đóng vai trò chất bôi trơn khi thực hiện gia công trên tấm thép, dẫn đến lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt của

tấm thép có thể được bảo vệ.

Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao của sáng chế sẽ được mô tả.

Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao của sáng chế bao gồm: bước cán nóng là bước nung nóng phôi tấm chứa các thành phần hóa học nêu trên, đến nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn, thực hiện cán nóng trên phôi tấm ở khoảng nhiệt độ, mà trong đó nhiệt độ cao hơn giữa 850°C và nhiệt độ A_{r3} được thiết lập đến nhiệt độ giới hạn dưới, thực hiện bước làm nguội thứ nhất để thực hiện làm nguội trong khoảng từ khi hoàn thiện cán đến khi bắt đầu cuộn ở tốc độ $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn trên trung bình, thực hiện bước cuộn ở khoảng nhiệt độ cuộn từ 600 đến 750°C , và thực hiện bước làm nguội thứ hai để làm nguội tấm thép được cuộn ở khoảng từ nhiệt độ cuộn đến $(\text{nhiệt độ cuộn} - 100)^{\circ}\text{C}$ ở tốc độ $15^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$ hoặc thấp hơn trên trung bình; và bước ủ liên tục để thực hiện ủ tấm thép ở nhiệt độ nung nóng lớn nhất $(A_{c1} + 40)^{\circ}\text{C}$ đến 1000°C sau bước làm nguội thứ hai, tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ ba ở tốc độ làm nguội trung bình là từ $1,0$ đến $10,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ ở khoảng từ nhiệt độ nung nóng lớn nhất đến 700°C , tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ tư ở tốc độ làm nguội trung bình từ $5,0$ đến $200,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ ở khoảng từ 700°C đến 500°C , và tiếp theo, thực hiện bước duy trì để duy trì tấm thép sau khi được trải qua bước làm nguội thứ tư trong thời gian từ 30 đến 1000 giây ở khoảng từ 350 đến 450°C .

Sau đây, lý do giới hạn các điều kiện sản xuất nêu trên sẽ được mô tả.

Để sản xuất tấm thép có độ bền cao của sáng chế, phôi tấm chứa các thành phần hóa học (thành phần) nêu trên trước hết được đúc.

Đối với phôi tấm được cho cán nóng, có thể sử dụng phôi tấm đúc liên tục hoặc phôi tấm được sản xuất bằng thiết bị đúc phôi tấm mỏng hoặc tương tự. Phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao của sáng chế là sánh được với phương pháp như cán trực tiếp-đúc liên tục (CC-DR) trong đó bước cán nóng được thực hiện ngay sau khi đúc.

Bước cán nóng

Trong bước cán nóng, nhiệt độ nung nóng phôi tấm cần được đặt, đến nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn. Nếu nhiệt độ nung nóng phôi tấm quá thấp, nhiệt độ cán hoàn thiện là nhiệt độ Ar_3 dưới đây, bước cán hai pha của ferit và austenit được thực hiện, cấu trúc tấm cán nóng trở nên cấu trúc hạt kép dị thể, và cấu trúc dị thể vẫn ở lại sau khi được trải qua bước cán nguội và bước ủ, dẫn đến tính dẻo và khả năng uốn cong bị suy giảm. Ngoài ra, việc hạ thấp nhiệt độ hoàn thiện cán làm tăng quá mức tải trọng cán, và có e ngại rằng có thể khó thực hiện cán hoặc hình dạng của tấm thép cán có thể có khuyết tật, nên nhiệt độ nung nóng phôi tấm cần được thiết lập, đến nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng phôi tấm, mong muốn là điều chỉnh giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng phôi tấm đến 1350°C hoặc thấp hơn bởi vì không ưu tiên về mặt kinh tế khi điều chỉnh nhiệt độ nung nóng đến nhiệt độ cực kỳ cao.

Lưu ý rằng, nhiệt độ Ar_3 được tính trên cơ sở phương trình sau.

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

Trong phương trình nêu trên, C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu, Mo, và Al thể hiện hàm lượng [% khối lượng] của các nguyên tố tương ứng. Nguyên tố không được chứa được tính là 0.

Giới hạn dưới của nhiệt độ hoàn thiện cán tối thiểu nhiệt độ hoàn thiện của bước cán nóng được thiết lập đến nhiệt độ cao hơn giữa 850°C và nhiệt độ Ar_3 . Nếu nhiệt độ hoàn thiện cán nhỏ hơn 850°C, tải trọng cán trong khi cán hoàn thiện tăng lên, và có e ngại rằng bước cán nóng có thể trở nên khó thực hiện hoặc hình dạng của tấm thép cán nóng thu được sau bước cán nóng có thể có khuyết tật. Ngoài ra, nếu nhiệt độ hoàn thiện cán nhỏ hơn nhiệt độ Ar_3 , bước cán nóng trở thành cán hai pha của ferit và austenit, và cấu trúc của tấm thép cán nóng đôi khi trở nên cấu trúc hạt kép dị thể.

Mặt khác, mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định

cụ thể giới hạn trên của nhiệt độ hoàn thiện cán, khi nhiệt độ hoàn thiện cán được thiết lập đến nhiệt độ cực kỳ cao, cần phải điều chỉnh nhiệt độ nung nóng phơi tẩm đến nhiệt độ cực kỳ cao để đảm bảo nhiệt độ hoàn thiện cán. Vì lý do này, mong muốn là điều chỉnh nhiệt độ giới hạn trên của nhiệt độ hoàn thiện cán đến 1000°C hoặc thấp hơn.

Tiếp theo, bước làm nguội thứ nhất để thực hiện làm nguội trong khoảng từ khi hoàn thiện cán đến khi bắt đầu cuộn ở tốc độ 10°C/giây hoặc lớn hơn trên trung bình được tiến hành, và bước cuộn được thực hiện ở khoảng nhiệt độ cuộn từ 600 đến 750°C. Ngoài ra, bước làm nguội thứ hai để làm nguội tấm thép được cuộn ở khoảng từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100)°C ở tốc độ 15°C/giờ hoặc thấp hơn trên trung bình được tiến hành.

Lý do tại sao điều kiện cuộn sau bước cán nóng và các điều kiện làm nguội trước khi và sau khi cuộn được xác định ở trên sẽ được mô tả chi tiết.

Theo phương án này, bước cuộn sau bước cán nóng các bước làm nguội thứ nhất và thứ hai trước và sau bước cuộn là các bước rất quan trọng để phân bố Si, Mn và Al.

Theo phương án này, để điều chỉnh sự phân bố nồng độ của Si, Mn, và Al trong sắt nền ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, yêu cầu rằng phần thể tích của austenit là 50% hoặc lớn hơn ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày sau khi tấm thép được cuộn. Nếu phần thể tích của austenit ở 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày nhỏ hơn 50%, austenit biến mất ngay sau khi cuộn do xảy ra sự chuyển hóa pha, nên sự phân bố của Si và Mn không xảy ra đủ, dẫn đến sự phân bố nồng độ của các nguyên tố ở dạng dung dịch rắn của tấm thép theo phương án này như mô tả trên đây không thể thu được. Để tạo điều kiện thuận lợi cho sự phân bố của Mn, phần thể tích của austenit tốt hơn là 70% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 80% hoặc lớn hơn. Mặt khác, mặc dù phần thể tích của austenit là 100%, sự chuyển hóa pha xảy ra sau khi cuộn, ferit được tạo ra, và sự phân bố của Mn được bắt đầu, nên giới hạn trên của phần thể tích của austenit không được đưa ra cụ thể.

Như mô tả trên đây, để làm tăng phần austenit khi cuộn tấm thép, cần điều chỉnh tốc độ làm nguội trong bước làm nguội thứ nhất trong khoảng nhiệt độ từ khi hoàn thành bước cán nóng đến khi cuộn đến $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn trên trung bình. Nếu tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ nhất nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sự chuyển hóa ferit xảy ra trong khi làm nguội, và có khả năng là phần thể tích của austenit trong khi cuộn trở nên nhỏ hơn 50%. Để làm tăng phần thể tích của austenit, tốc độ làm nguội tốt hơn là $13^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là $15^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn trên của tốc độ làm nguội, tốc độ làm nguội tốt hơn là được thiết lập đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn, bởi vì cần có thiết bị đặc biệt để đạt được tốc độ làm nguội lớn hơn $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và chi phí sản xuất tăng lên đáng kể.

Nếu tấm thép được cuộn ở nhiệt độ vượt quá 800°C sau bước làm nguội thứ nhất, độ dày của oxit được tạo ra trên bề mặt của tấm thép tăng lên quá mức, và khả năng tẩy gỉ bị suy giảm, nên nhiệt độ cuộn được thiết lập đến 750°C hoặc thấp hơn. Để làm tăng khả năng tẩy gỉ, nhiệt độ cuộn tốt hơn là 720°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 700°C hoặc thấp hơn. Mặt khác, nếu nhiệt độ cuộn nhỏ hơn 600°C , sự phân bố của nguyên tố hợp kim hóa là không đủ, nên nhiệt độ cuộn được thiết lập đến 600°C hoặc cao hơn. Ngoài ra, Để làm tăng phần austenit sau khi cuộn, nhiệt độ cuộn tốt hơn là được thiết lập đến 615°C hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập đến 630°C hoặc cao hơn.

Lưu ý rằng, bởi vì khó có thể đo trực tiếp phần thể tích của austenit trong khi sản xuất, để xác định phần thể tích của austenit ở thời điểm cuộn theo sáng chế, một miếng nhỏ được cắt ra từ phôi tấm trước bước cán nóng, miếng nhỏ này được cuộn hoặc nén ở nhiệt độ và mức độ giảm tiết diện giống như khi cán hoàn thiện (rãnh cán cuối cùng) của bước cán nóng, sản phẩm được làm nguội bằng nước ngay sau khi được làm nguội ở tốc độ làm nguội giống như trong khoảng thời gian từ khi hoàn thành bước cán nóng đến khi hoàn thành cuộn, sau đó các phân tỷ lệ pha của miếng nhỏ này được đo, và tổng của các phần thể tích của mactensit được tôi, mactensit được ram và pha austenit dư được đặt làm

phần thể tích của austenit trong khi cuộn.

Bước làm nguội thứ hai là bước làm nguội dùng cho tấm thép được cuộn là bước quan trọng để điều chỉnh sự phân bố của các nguyên tố Si, Mn và Al.

Theo phương án này, các điều kiện của bước cán nguội thứ nhất nêu trên được thiết lập để đặt phần austenit trong khi cuộn đến 50% hoặc lớn hơn, và sau đó việc làm nguội chậm được tiến hành ở khoảng từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100)°C ở tốc độ 15°C/giờ hoặc thấp hơn. Bằng cách tiến hành làm nguội chậm sau khi cuộn như mô tả trên đây, cấu trúc tấm thép có thể được thiết lập để có cấu trúc hai pha của ferit và austenit, và ngoài ra, có thể thu được sự phân bố của Si, Mn và Al theo sáng chế.

Bởi vì sự phân bố của Mn sau khi cuộn có khả năng xảy ra nhiều hơn khi nhiệt độ trở nên cao hơn, cần phải điều chỉnh tốc độ làm nguội của tấm thép đến 15°C/giờ hoặc thấp hơn cụ thể là ở khoảng từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100°C).

Ngoài ra, để làm cho sự phân bố của Mn từ ferit sang austenit xảy ra để thu được sự phân bố Mn như mô tả trên đây, cần phải tạo thành trạng thái trong đó hai pha của ferit và austenit cùng tồn tại, và duy trì trạng thái này trong khoảng thời gian dài. Nếu tốc độ làm nguội từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100)°C vượt quá 15°C/giờ, sự chuyển hóa pha xảy ra quá mức, và austenit trong tấm thép có thể biến mất, nên tốc độ làm nguội từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100)°C được thiết lập đến 15°C/giờ hoặc thấp hơn. Để làm cho sự phân bố của Mn từ ferit sang austenit xảy ra, tốc độ làm nguội từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100)°C tốt hơn là được thiết lập đến 14°C/giờ hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập đến 13°C/giờ hoặc thấp hơn. Mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn dưới của tốc độ làm nguội, tốt hơn là đặt giới hạn dưới đến 1°C/giờ hoặc lớn hơn, bởi vì cần phải thực hiện giữ nhiệt trong khoảng thời gian dài để đặt tốc độ làm nguội đến nhỏ hơn 1°C/giờ, và chi phí sản xuất tăng lên đáng kể.

Ngoài ra, không có vấn đề khi tấm thép được nung nóng lại sau khi cuộn

trong khoảng thỏa mãn tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội thứ hai. Bước tẩy gỉ được thực hiện trên tấm thép cán nóng được sản xuất như trên. Oxit trên bề mặt của tấm thép có thể được loại bỏ bằng cách tẩy gỉ, nên bước tẩy gỉ là quan trọng để cải thiện đặc tính biến đổi của tấm thép cán nguội có độ bền cao dùng làm sản phẩm cuối và khả năng mạ nhúng nóng của tấm thép cán nguội đối với tấm thép mạ kẽm nhúng nóng hoặc tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa. Ngoài ra, bước tẩy gỉ có thể được thực hiện một lần hoặc nhiều lần riêng biệt.

Cũng có thể thực hiện bước cán nguội trên tấm thép cán nóng sau khi được trải qua bước tẩy gỉ, nhằm mục đích điều chỉnh độ dày tấm và hiệu chỉnh hình dạng. Khi thực hiện bước cán nguội, mức độ giảm tiết diện được thiết lập nằm trong khoảng từ 30 đến 75%. Nếu tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nhỏ hơn 30%, khó có thể duy trì hình dạng phẳng, và tính dẻo của sản phẩm cuối trở nên rất kém, nên tỷ lệ giảm tiết diện khi cán được thiết lập đến 30% hoặc lớn hơn. Để làm tăng đồng thời độ bền và tính dẻo, hữu hiệu để tái kết tinh ferit trong khi tăng nhiệt độ, và làm giảm đường kính hạt. Xét về đó, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán tốt hơn là 40% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 45% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, trong bước cán nguội trong đó tỷ lệ giảm tiết diện khi cán vượt quá 75%, tải trọng cán nguội tăng lên quá nhiều, dẫn đến trở nên khó thực hiện bước cán nguội. Vì lý do này, giới hạn trên của tỷ lệ giảm tiết diện khi cán được thiết lập đến 75%. Xét về tải trọng cán nguội, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán tốt hơn là 70% hoặc nhỏ hơn.

Bước ủ liên tục

Tiếp theo, tấm thép được trải qua dây chuyền ủ liên tục để thực hiện bước ủ liên tục, nhờ vậy sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao.

Trước hết, bước ủ được thực hiện bằng cách thiết lập sao cho nhiệt độ nung nóng lớn nhất nằm trong khoảng từ $(Ac_1 + 40)^\circ\text{C}$ đến 1000°C . Khoảng nhiệt độ như vậy là khoảng trong đó hai pha của ferit và austenit cùng tồn tại và có thể cải thiện hơn nữa sự phân bố của Si, Mn, và Al như mô tả trên đây.

Nếu nhiệt độ nung nóng lớn nhất nhỏ hơn $(Ac_1 + 40)^\circ\text{C}$, một lượng lớn của các cacbua gốc-sắt thô còn lại trong tấm thép ở trạng thái không hòa tan, và khả năng tạo hình bị giảm đáng kể, nên nhiệt độ nung nóng lớn nhất được thiết lập đến $(Ac_1 + 40)^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn. Xét về khả năng tạo hình, nhiệt độ nung nóng lớn nhất tốt hơn là được thiết lập đến $(Ac_1 + 50)^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập đến $(Ac_1 + 60)^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn. Mặt khác, nếu nhiệt độ nung nóng lớn nhất vượt quá 1000°C , sự khuếch tán của nguyên tử được tạo điều kiện thuận lợi, và sự phân bố của Si, Mn, và Al bị giảm, nên nhiệt độ nung nóng lớn nhất được thiết lập đến 1000°C hoặc thấp hơn. Để điều chỉnh lượng của Si, Mn, và Al trong pha austenit dư, nhiệt độ nung nóng lớn nhất tốt hơn là nhiệt độ Ac_3 hoặc thấp hơn.

Tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ ba để làm nguội tấm thép từ nhiệt độ nung nóng lớn nhất nêu trên đến 700°C . Trong bước làm nguội thứ ba, nếu tốc độ làm nguội trung bình vượt quá $10,0^\circ\text{C}/\text{giây}$, phần ferit trong tấm thép trở nên dễ dàng không đồng đều, và khả năng tạo hình bị suy giảm, nên giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình được thiết lập đến $10,0^\circ\text{C}/\text{giây}$. Mặt khác, nếu tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn $1,0^\circ\text{C}/\text{giây}$, một lượng lớn của ferit và peclit được tạo ra, và không thể thu được pha austenit dư, nên giới hạn dưới của tốc độ làm nguội trung bình được thiết lập đến $1,0^\circ\text{C}/\text{giây}$. Để thu được pha austenit dư, tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là được thiết lập đến $2,0^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập đến $3,0^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn.

Sau bước làm nguội thứ ba, thực hiện tiếp bước làm nguội thứ tư để làm nguội tấm thép từ 700°C đến 500°C . Trong bước làm nguội thứ tư, nếu tốc độ làm nguội trung bình trở nên nhỏ hơn $5,0^\circ\text{C}/\text{giây}$, một lượng lớn là peclit và/hoặc cacbua trên cơ sở sắt được tạo ra, và pha austenit dư không được duy trì, nên giới hạn dưới của tốc độ làm nguội trung bình được thiết lập đến $5,0^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Xét về đó, tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là $7,0^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là $8,0^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Mặt khác, mặc dù hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định cụ thể giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình, giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình được thiết

lập đến 200,0°C/giây xét về về chi phí, bởi vì cần có thiết bị đặc biệt để thu được tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn 200°C/giây.

Lưu ý rằng, nhiệt độ dừng làm nguội trong bước làm nguội thứ tư tốt hơn là được thiết lập đến $(M_s - 20)^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn. Đó là bởi vì, nếu nhiệt độ dừng làm nguội thấp hơn điểm M_s nhiều, austenit chưa được chuyển hóa được chuyển hóa thành mactensit, và không thể thu được đầy đủ austenit dư trong đó Si được tập trung. Xét về đó, nhiệt độ dừng làm nguội tốt hơn nữa là được thiết lập đến điểm M_s hoặc lớn hơn.

Điểm M_s được tính trên cơ sở phương trình sau.

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

Trong phương trình nêu trên, VF thể hiện phần thể tích của ferit, và C, Si, Mn, Cr, Ni, và Al thể hiện các lượng bổ sung [% khối lượng] của các nguyên tố tương ứng. Lưu ý rằng, bởi vì khó có thể đo trực tiếp phần thể tích của ferit trong khi sản xuất, để xác định điểm M_s theo sáng chế, một miếng nhỏ của tấm thép cán nguội trước khi tấm thép được cho đi qua dây chuyền ủ liên tục được cắt ra và được ủ trên cơ sở biểu đồ nhiệt độ giống như khi miếng nhỏ được cho đi qua dây chuyền ủ liên tục, sự thay đổi thể tích của ferit trong miếng nhỏ được đo, và giá trị số học được tính toán nhờ sử dụng kết quả đo này được đặt là phần thể tích VF của ferit.

Ngoài ra, để làm cho sự chuyển hóa bainit xảy ra để thu được pha austenit dư, thực hiện bước duy trì trong tấm thép này được duy trì ở khoảng từ 350 đến 450°C trong thời gian từ 30 đến 1000 giây sau bước làm nguội thứ tư. Nếu thời gian duy trì là ngắn, sự chuyển hóa bainit không xảy ra, dẫn đến nồng độ của C trong pha austenit dư trở nên không đủ, và lượng đủ của austenit dư không thể ở lại. Xét về đó, giới hạn dưới của thời gian duy trì được thiết lập đến 30 giây. Thời gian duy trì tốt hơn là 40 giây hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 60 giây hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu thời gian duy trì quá dài, cacbua trên cơ sở sắt được tạo ra, C bị tiêu hao dưới dạng cacbua trên cơ sở sắt, và lượng đủ của pha austenit

đư không thể thu được, nên thời gian duy trì được thiết lập đến 1000 giây hoặc nhỏ hơn. Xét về đó, thời gian duy trì tốt hơn là 800 giây hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 600 giây hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, để điều chỉnh mactensit được ram đến nhỏ hơn 10%, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ tư tốt hơn là được thiết lập đến 10 đến 190°C/s đối với phương pháp sản xuất. Ngoài ra, trong bước duy trì sau bước làm nguội thứ tư, thời gian duy trì tốt hơn là được thiết lập đến 50 đến 600 giây.

Lưu ý rằng, bằng cách thực hiện làm nguội mà không tiến hành nung nóng lại đến trên 600°C như theo sáng chế, nồng độ của Si tập trung trong pha austenit dư có thể được giữ nguyên như vậy. Nếu nhiệt độ vượt quá 600°C, tốc độ khuếch tán của nguyên tố hợp kim hóa trở nên rất nhanh, và sự tái phân bố của Si xảy ra giữa austenit dư và vi cấu trúc ở phần chu vi của austenit dư, dẫn đến nồng độ Si trong austenit bị giảm.

Ngoài ra, theo sáng chế, cũng có thể tạo thành tấm thép mạ kẽm có độ bền cao bằng cách thực hiện mạ kẽm bằng điện, sau bước duy trì nêu trên, trên tấm thép có độ bền cao thu được bằng cách cho tấm thép đi qua dây chuyền ủ liên tục nhờ phương pháp nêu trên.

Ngoài ra, theo sáng chế, cũng có thể sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao nhờ phương pháp nêu trên nhờ sử dụng tấm thép có độ bền cao thu được bởi phương pháp nêu trên.

Cụ thể là, tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có thể được sản xuất theo cách tương tự với trường hợp trong đó tấm thép cán-nóng hoặc tấm thép cán nguội nêu trên được cho đi qua dây chuyền ủ liên tục chỉ khác là tấm thép có độ bền cao thu được được nhúng trong bể mạ kẽm giữa bước làm nguội thứ tư và bước duy trì hoặc sau bước duy trì.

Do đó, có thể thu được tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt của nó, và có tính dẻo cao và khả năng cuộn mép khi kéo căng cao.

Ngoài ra, cũng có thể thực hiện xử lý hợp kim hóa trong tấm thép này sau khi được nhúng trong bể mạ kẽm được nung nóng lại đến nhiệt độ từ 460°C đến 600°C và được duy trì trong hai giây hoặc lớn hơn, nhờ vậy tạo thành lớp mạ trên bề mặt cần được hợp kim hóa.

Bằng cách thực hiện bước xử lý hợp kim hóa như vậy, hợp kim Zn-Fe được tạo ra bằng cách hợp kim hóa lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt, dẫn đến tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có lớp mạ kẽm được hợp kim hóa trên một bề mặt của nó thu được.

Bể mạ kẽm không bị giới hạn cụ thể, và thậm chí nếu một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số: Pb, Sb, Si, Sn, Mg, Mn, Ni, Cr, Co, Ca, Cu, Li, Ti, Be, Bi, Sr, I, Cs, và REM, được trộn lẫn trong bể mạ kẽm, hiệu quả của sáng chế không bị ảnh hưởng, và đôi khi có trường hợp được ưu tiên trong đó độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công được cải thiện tùy theo hàm lượng của nguyên tố đó. Ngoài ra, Al cũng có thể được chứa trong bể mạ kẽm. Trong trường hợp này, được ưu tiên là điều chỉnh nồng độ Al trong bể mạ đến không ít hơn 0,05% cũng không nhiều hơn 0,15%.

Ngoài ra, nhiệt độ trong bước xử lý hợp kim hóa tốt hơn là 480 đến 560°C, và thời gian duy trì trong bước xử lý hợp kim hóa tốt hơn là 15 đến 60 giây.

Ngoài ra, không có vấn đề gì nếu màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa phospho oxit và/hoặc phospho được tạo ra trên lớp bề mặt của mỗi trong số các tấm thép mạ kẽm.

Lưu ý rằng, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ nêu trên.

Ví dụ, theo phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, cũng có thể thực hiện mạ bằng một hoặc nhiều loại được chọn từ Ni, Cu, Co, và Fe, trên tấm thép trước khi được trải qua ủ, để cải thiện độ bám dính lớp mạ.

Ngoài ra, theo phương án này, không có vấn đề gì nếu việc cán nguội được thực hiện trên tấm thép sau khi được trải qua ủ, nhằm mục đích hiệu chỉnh hình

dạng. Tuy nhiên, khi mức độ giảm tiết diện sau khi bước ủ vượt quá 10%, sự hóa cứng khi gia công của phần ferit mềm xảy ra và tính dẻo bị suy giảm mạnh, nên tỷ lệ giảm tiết diện khi cán tốt hơn là được thiết lập đến nhỏ hơn 10%.

Nhờ sử dụng tấm thép có độ bền cao theo sáng chế như mô tả trên đây, bởi vì Mn được tập trung trong pha austenit dư, có thể làm ổn định pha austenit dư, và làm tăng độ bền kéo.

Ngoài ra, trong tấm thép có độ bền cao theo sáng chế, bởi vì Si cũng tập trung trong pha austenit dư, tương tự với Mn, có thể làm mất ổn định vừa phải pha austenit dư, dễ dàng gây ra sự chuyển hóa khi tác dụng ứng suất, và làm cho sự hóa cứng khi gia công đủ ở giai đoạn đầu ở thời điểm xử lý ở vùng ứng suất thấp. Kết quả là, có thể đạt được khả năng cố định hình dạng ưu việt. Mặt khác, ở vùng ứng suất cao, có thể làm tăng độ ổn định của pha austenit dư, và để tạo ra Si góp phần vào tính dẻo cục bộ.

Ngoài ra, trong tấm thép có độ bền cao theo sáng chế, Al là nguyên tố ngăn ngừa sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt được bổ sung với lượng thích hợp, và việc xử lý được thực hiện trên cơ sở biểu đồ nhiệt định trước trong bước cán nóng, dẫn đến Si có thể được tập trung một cách hữu hiệu trong austenit dư. Ngoài ra, ở thời điểm này, Al thể hiện sự phân bố nồng độ đối lập với sự phân bố nồng độ của Si, nên có thể tạo thành trạng thái phân bố trong đó hoặc Si hoặc Al tồn tại với lượng bằng hoặc lớn hơn lượng trung bình trong toàn bộ diện tích của tấm thép. Do đó, sự tạo thành của cacbua trên cơ sở sắt được ngăn ngừa và C có thể được ngăn ngừa không cho bị tiêu hao dưới dạng cacbua, nên có thể đảm bảo chắc chắn pha austenit dư, dẫn đến khả năng cố định hình dạng, tính dẻo và độ bền kéo có thể được cải thiện nhiều.

Ngoài ra, theo phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao theo sáng chế, bằng cách thiết lập bước cuộn sau bước cán nóng và bước làm nguội thứ nhất và thứ hai trước và sau bước cuộn, có thể đảm bảo đủ pha austenit dư, và làm phân bố Si, Mn và Al trong tấm thép.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, hiệu quả của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các ví dụ, nhưng, sáng chế không bị giới hạn ở các điều kiện được sử dụng trong các ví dụ này.

Các phôi tấm chứa các thành phần hóa học (thành phần) từ A đến AD được thể hiện trong các bảng 1 và 2 được đúc, bước cán nóng được thực hiện trong các điều kiện (nhiệt độ nung nóng phôi tấm, nhiệt độ hoàn thiện cán nóng) được thể hiện trong các bảng 3 đến 5 ngay sau khi đúc, bước làm nguội được thực hiện trong các điều kiện về tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ nhất từ khi hoàn thành bước cán nóng đến khi bắt đầu cuộn được thể hiện trong các bảng 3 đến 5, bước cuộn được thực hiện ở các nhiệt độ cuộn được thể hiện trong các bảng 3 đến 5, bước làm nguội được thực hiện trong các điều kiện về tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ hai sau khi cuộn được thể hiện trong bảng 2, và sau đó bước tẩy gỉ được thực hiện. Lưu ý rằng, các ví dụ thử nghiệm 6, 49, và 87 được đề nguyên như vậy sau khi tẩy gỉ, và các ví dụ thử nghiệm khác được trải qua bước cán nguội ở các tỷ lệ giảm tiết diện khi cán được mô tả trong các bảng 3 đến 5, và được cho ủ trong các điều kiện được thể hiện trong các bảng 6 đến 8, nhờ vậy thu được các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 93.

Ngoài ra, sau khi làm nguội các tấm thép sau khi được trải qua bước ủ đến nhiệt độ trong phòng, bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng 0,15% được thực hiện trong các ví dụ thử nghiệm 9 đến 28, và bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng 0,55% được thực hiện trong các ví dụ thử nghiệm 47 đến 67.

Sau đó, trong mỗi trong số các ví dụ thử nghiệm 15 và 85, màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa P được phủ lên lớp bề mặt của tấm thép mạ kẽm.

Lưu ý rằng, Ac_1 , và Ac_3 trong các bảng 6 đến 8 được tính trên cơ sở các phương trình thực nghiệm dưới đây.

$$Ac_1 [^{\circ}C] = 723 - 10,7Mn + 19,1Si + 29,1Al - 16,9Ni + 16,9Cr$$

$$Ac_3 [^{\circ}C] = 910 - 203\sqrt{C} + 44,7Si - 30Mn + 200Al - 20Ni - 10Cr$$

Các điều kiện ủ được thể hiện trong các bảng 6 đến 8 bao gồm nhiệt độ nung nóng lớn nhất trong bước nung nóng, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ ba trong đó bước làm nguội được thực hiện từ nhiệt độ nung nóng lớn nhất đến 700°C, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ tư trong đó bước làm nguội được thực hiện từ 700°C đến 500°C, và thời gian duy trì trong bước duy trì ở khoảng từ 350°C đến 450°C để làm cho sự chuyển hóa bainit xảy ra.

Ngoài ra, loại thép CR được thể hiện trong các bảng 6 đến 8 chỉ tấm thép cán nguội thu được bằng cách thực hiện bước cán nguội sau khi tẩy gỉ, loại thép HR chỉ tấm thép cán nóng là tấm thép mà để nguyên như vậy sau khi tẩy gỉ, loại thép GI chỉ tấm thép mạ kẽm nhúng nóng thu được bằng cách thực hiện bước mạ kẽm nhúng-nóng trên bề mặt của tấm thép, loại thép GA chỉ tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa thu được bằng cách thực hiện xử lý hợp kim hóa sau khi thực hiện bước mạ kẽm nhúng-nóng, và loại thép EG chỉ tấm thép mạ kẽm bằng điện thu được bằng cách thực hiện mạ kẽm bằng điện trên bề mặt của tấm thép. Lưu ý rằng, nhiệt độ hợp kim hóa khi thực hiện xử lý hợp kim hóa được thiết lập đến nhiệt độ được thể hiện trong bảng 3, và thời gian duy trì trong bước hợp kim hóa được thiết lập đến 25 giây.

Ngoài ra, khi sản xuất tấm thép được mạ kẽm bằng điện (EG), việc tẩy béo bằng kiềm, rửa bằng nước, tẩy gỉ, và rửa bằng nước được tiến hành theo trình tự để xử lý sơ bộ cho mạ điện, trên tấm thép sau khi được trải qua bước ủ. Sau đó, việc xử lý điện phân được thực hiện trên tấm thép sau khi được trải qua xử lý sơ bộ nhờ sử dụng thiết bị mạ điện dạng tuần hoàn chất lỏng với bể mạ chứa kẽm sulfat, natri sulfat, và axit sulfuric ở mật độ dòng điện 100 A/dm² cho đến khi thu được độ dày mạ định trước, và việc mạ kẽm được thực hiện.

Bảng 1

Ví dụ về thành phần	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	0,198	1,22	2,45	0,003	0,0010	0,101	0,0100	0,0013
B	0,220	1,45	1,84	0,008	0,0043	0,094	0,0052	0,0022
C	0,183	1,22	2,00	0,004	0,0020	0,122	0,0030	0,0017
D	0,282	0,61	2,49	0,005	0,0003	0,802	0,0021	0,0012
E	0,150	0,85	2,84	0,009	0,0031	0,902	0,0012	0,0011
F	0,121	1,87	2,28	0,011	0,0022	0,153	0,0026	0,0017
G	0,080	1,98	2,89	0,008	0,0013	0,203	0,0043	0,0029
H	0,168	1,11	2,33	0,009	0,0025	0,302	0,0044	0,0007
I	0,200	1,62	1,47	0,013	0,0019	0,401	0,0080	0,0041
J	0,120	1,64	1,35	0,017	0,0022	0,605	0,0047	0,0028
K	0,210	0,94	2,82	0,014	0,0007	1,403	0,0076	0,0015
L	0,187	1,49	1,61	0,018	0,0020	0,903	0,0027	0,0013
M	0,197	1,29	1,46	0,021	0,0025	0,550	0,0067	0,0052
N	0,201	0,41	2,61	0,008	0,0030	0,221	0,0039	0,0071
O	0,131	1,76	2,47	0,022	0,0013	0,133	0,0048	0,0027
P	0,151	1,97	2,33	0,014	0,0033	0,141	0,0031	0,0015
Q	0,176	1,78	2,93	0,010	0,0005	0,451	0,0013	0,0028
R	0,156	1,65	2,83	0,018	0,0037	0,105	0,0022	0,0009
S	0,142	2,08	1,95	0,013	0,0042	0,203	0,0101	0,0008
T	0,093	2,42	2,14	0,016	0,0007	0,155	0,0017	0,0006
U	0,211	2,30	2,48	0,030	0,0016	0,173	0,0044	0,0015
V	0,201	1,86	1,83	0,016	0,0011	0,128	0,0028	0,0015
W	0,242	2,02	1,98	0,010	0,0044	0,304	0,0026	0,0012
X	0,198	1,73	1,51	0,011	0,0020	0,142	0,0041	0,0030
Y	0,135	1,61	3,37	0,010	0,0023	0,152	0,0022	0,0020
Z	0,210	2,15	2,65	0,019	0,0017	0,118	0,0040	0,0017
AA	0,003	0,98	2,29	0,007	0,0017	0,254	0,0028	0,0008
AB	0,172	0,08	2,23	0,006	0,0018	0,251	0,0027	0,0009
AC	0,170	0,90	0,54	0,005	0,0017	0,251	0,0028	0,0009
AD	0,173	0,94	2,21	0,005	0,0017	0,003	0,0027	0,0008

Bảng 2

Ví dụ thành phần	Ti	Nb	B	Cr	Ni	Cu	Mo	V	W	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	% khối lượng	Ví dụ của sáng chế
A																Ví dụ của sáng chế
B																Ví dụ của sáng chế
C										0,0020						Ví dụ của sáng chế
D											0,0021					Ví dụ của sáng chế
E												0,0017				Ví dụ của sáng chế
F															0,0021	Ví dụ của sáng chế
G				1,73												Ví dụ của sáng chế
H																Ví dụ của sáng chế
I															0,0005	Ví dụ của sáng chế
J				0,71						0,0015						Ví dụ của sáng chế
K							0,20				0,0014					Ví dụ của sáng chế
L	0,068															Ví dụ của sáng chế
M	0,042		0,0013									0,0013				Ví dụ của sáng chế
N	0,016		0,0034							0,0012						Ví dụ của sáng chế
O	0,050	0,070	0,0038													Ví dụ của sáng chế
P		0,029														Ví dụ của sáng chế
Q					0,44	0,47								0,0012		Ví dụ của sáng chế
R				0,55									0,0014			Ví dụ của sáng chế
S								0,057								Ví dụ của sáng chế
T			0,0073						0,15		0,0009					Ví dụ của sáng chế
U					1,22	0,83										Ví dụ của sáng chế
V	0,143	0,050														Ví dụ của sáng chế
W																Ví dụ của sáng chế
X							0,04					0,0017				Ví dụ của sáng chế
Y																Ví dụ của sáng chế
Z								0,144								Ví dụ của sáng chế
AA																<u>Ví dụ so sánh</u>
AB																<u>Ví dụ so sánh</u>
AC																<u>Ví dụ so sánh</u>
AD																<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 3

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cân nóng hoàn thiện	Tốc độ làm nguội trung bình cho đến khi bắt đầu cuộn	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ làm nguội trung bình sau khi cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cân nguội	
		°C	°C	°C	°C/giây	°C	°C/giờ	%	
1	A	1152	662	882	34	643	15	48	Ví dụ của sáng chế
2	A	1172	662	893	38	658	6	47	Ví dụ của sáng chế
3	A	1201	662	896	17	623	10	55	Ví dụ của sáng chế
4	A	1152	662	702	33	630	8	48	<i>Ví dụ so sánh</i>
5	B	1189	715	891	27	674	11	52	Ví dụ của sáng chế
6	B	1169	715	913	27	696	7	0	Ví dụ của sáng chế
7	B	1155	715	916	37	670	13	60	Ví dụ của sáng chế
8	B	1203	715	883	31	452	15	52	<i>Ví dụ so sánh</i>
9	C	1203	704	912	23	689	12	61	Ví dụ của sáng chế
10	C	1204	704	925	24	713	15	60	Ví dụ của sáng chế
11	C	1214	704	944	25	692	9	45	Ví dụ của sáng chế
12	C	1194	704	878	21	656	42	61	<i>Ví dụ so sánh</i>
13	D	1238	651	923	25	635	12	69	Ví dụ của sáng chế
14	D	1219	651	934	24	657	12	42	Ví dụ của sáng chế
15	D	1227	651	935	19	645	7	43	Ví dụ của sáng chế
16	D	1211	651	954	24	671	5	69	<i>Ví dụ so sánh</i>
17	E	1297	668	954	24	648	12	58	Ví dụ của sáng chế
18	E	1270	668	964	18	671	8	54	Ví dụ của sáng chế
19	E	1298	668	962	18	637	12	46	Ví dụ của sáng chế
20	E	1287	668	964	17	646	7	58	<i>Ví dụ so sánh</i>
21	F	1182	727	874	18	673	13	62	Ví dụ của sáng chế
22	F	1190	727	885	18	686	9	59	Ví dụ của sáng chế
23	F	1175	727	873	20	659	7	43	Ví dụ của sáng chế
24	F	1192	727	860	27	685	7	62	<i>Ví dụ so sánh</i>
25	G	1192	612	867	54	659	8	46	Ví dụ của sáng chế
26	G	1201	612	891	57	682	10	41	Ví dụ của sáng chế
27	G	1197	612	874	55	640	7	52	Ví dụ của sáng chế
28	G	1243	612	866	56	710	12	46	<i>Ví dụ so sánh</i>
29	H	1242	688	892	68	661	12	53	Ví dụ của sáng chế
30	H	1210	688	908	46	686	9	58	Ví dụ của sáng chế

Bảng 4

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cân nóng hoàn thiện	Tốc độ làm nguội trung bình cho đến khi bắt đầu cuộn	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ làm nguội trung bình sau khi cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cân nguội	
		°C	°C	°C	°C/giây	°C	°C/giờ	%	
31	H	1212	688	925	66	673	14	44	Ví dụ của sáng chế
32	H	1232	688	921	48	637	11	53	<i>Ví dụ so sánh</i>
33	I	1263	776	888	49	693	10	69	Ví dụ của sáng chế
34	I	1240	776	907	49	713	10	45	Ví dụ của sáng chế
35	I	1254	776	918	42	684	14	40	Ví dụ của sáng chế
36	I	1242	776	913	41	674	7	69	<i>Ví dụ so sánh</i>
37	J	1172	794	919	66	647	9	47	Ví dụ của sáng chế
38	J	1194	794	936	52	668	6	59	Ví dụ của sáng chế
39	J	1205	794	947	62	634	8	58	Ví dụ của sáng chế
40	J	1182	794	958	60	682	15	47	<i>Ví dụ so sánh</i>
41	K	1182	668	934	25	697	11	59	Ví dụ của sáng chế
42	K	1194	668	958	21	720	15	54	Ví dụ của sáng chế
43	K	1178	668	971	28	712	11	43	Ví dụ của sáng chế
44	L	1163	787	952	23	659	10	62	Ví dụ của sáng chế
45	L	1174	787	966	24	675	6	52	Ví dụ của sáng chế
46	L	1196	787	976	23	655	10	52	Ví dụ của sáng chế
47	M	1172	777	974	24	663	9	55	Ví dụ của sáng chế
48	M	1192	777	997	21	674	13	60	Ví dụ của sáng chế
49	M	1181	777	850	26	645	5	0	Ví dụ của sáng chế
50	N	1211	626	928	23	682	9	60	Ví dụ của sáng chế
51	N	1205	626	947	24	700	13	48	Ví dụ của sáng chế
52	N	1215	626	929	24	689	14	55	Ví dụ của sáng chế
53	O	1209	701	918	21	691	8	58	Ví dụ của sáng chế
54	O	1229	701	942	23	712	10	49	Ví dụ của sáng chế
55	O	1246	701	956	25	698	6	51	Ví dụ của sáng chế
56	P	1211	711	922	17	673	11	52	Ví dụ của sáng chế
57	P	1232	711	937	21	629	10	59	Ví dụ của sáng chế
58	P	1216	711	937	17	664	7	49	Ví dụ của sáng chế
59	Q	1293	620	892	17	666	12	47	Ví dụ của sáng chế
60	Q	1273	620	913	28	678	8	44	Ví dụ của sáng chế

Bảng 5

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cân nóng hoàn thiện	Tốc độ làm nguội trung bình cho đến khi bắt đầu cuộn	Nhiệt độ cuộn	Tốc độ làm nguội trung bình sau khi cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cân nguội	
		°C	°C	°C	°C/giây	°C	°C/giờ	%	
61	Q	1249	620	902	24	673	9	50	Ví dụ của sáng chế
62	R	1173	630	948	23	654	13	59	Ví dụ của sáng chế
63	R	1193	630	972	20	673	14	59	Ví dụ của sáng chế
64	R	1184	630	988	17	641	13	45	Ví dụ của sáng chế
65	S	1164	757	873	26	682	7	49	Ví dụ của sáng chế
66	S	1172	757	883	17	705	10	58	Ví dụ của sáng chế
67	S	1195	757	890	25	687	5	60	Ví dụ của sáng chế
68	T	1183	766	883	37	688	7	62	Ví dụ của sáng chế
69	T	1153	766	905	27	701	9	46	Ví dụ của sáng chế
70	T	1135	766	901	34	685	13	59	Ví dụ của sáng chế
71	U	1177	605	897	20	691	8	58	Ví dụ của sáng chế
72	U	1182	605	922	25	630	12	44	Ví dụ của sáng chế
73	U	1186	605	939	23	693	10	54	Ví dụ của sáng chế
74	V	1257	736	874	28	686	9	61	Ví dụ của sáng chế
75	V	1237	736	888	23	701	15	53	Ví dụ của sáng chế
76	V	1251	736	889	24	677	10	59	Ví dụ của sáng chế
77	W	1283	730	921	34	672	13	45	Ví dụ của sáng chế
78	W	1253	730	942	31	610	6	50	Ví dụ của sáng chế
79	W	1281	730	932	27	668	12	51	Ví dụ của sáng chế
80	X	1184	762	947	38	661	8	44	Ví dụ của sáng chế
81	X	1192	762	971	28	679	10	57	Ví dụ của sáng chế
82	X	1168	762	957	28	675	13	55	Ví dụ của sáng chế
83	Y	1173	610	878	18	659	8	47	Ví dụ của sáng chế
84	Y	1153	610	888	23	680	11	42	Ví dụ của sáng chế
85	Y	1171	610	904	17	651	10	43	Ví dụ của sáng chế
86	Z	1223	669	869	17	682	15	62	Ví dụ của sáng chế
87	Z	1204	669	886	28	614	6	0	Ví dụ của sáng chế
88	Z	1218	669	905	17	686	12	55	Ví dụ của sáng chế
89	AA	1224	735	919	32	693	12	58	<i>Ví dụ so sánh</i>
90	AB	1253	656	922	37	694	7	54	<i>Ví dụ so sánh</i>
91	AC	1155	839	883	35	673	8	57	<i>Ví dụ so sánh</i>
92	AD	1196	673	887	30	664	15	62	<i>Ví dụ so sánh</i>
93	D	1207	651	903	23	625	13	50	<i>Ví dụ so sánh</i>
94	D	1189	651	915	1	683	12	50	<i>Ví dụ so sánh</i>

Bảng 6

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	AC ₁	AC ₁ + 40	AC ₃	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Bước làm nguội thứ ba	Bước làm nguội thứ tư	Quy trình duy trì	Xử lý hợp kim hóa	
							Tốc độ làm nguội trung bình	Tốc độ làm nguội trung bình	Thời gian lưu	Nhiệt độ hợp kim hóa	
			°C	°C	°C		°C/giây	°C/giây	giây	°C	
1	A	CR	723	763	822	815	5	113	420	—	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	723	763	910	820	5	103	420	—	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	723	763	880	776	5	86	364	516	Ví dụ của sáng chế
4	A	CR	723	763	822	821	5	108	299	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
5	B	CR	733	773	842	805	3	113	421	—	Ví dụ của sáng chế
6	B	HR	733	773	842	808	3	95	421	—	Ví dụ của sáng chế
7	B	GI	733	773	842	811	3	60	133	—	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	733	773	842	815	3	75	431	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
9	C	CR	728	768	917	826	5	34	201	—	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	728	768	917	836	9	58	201	—	Ví dụ của sáng chế
11	C	EG	728	768	917	901	9	62	61	—	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	728	768	917	858	5	57	56	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
13	D	CR	732	772	963	815	8	69	91	—	Ví dụ của sáng chế
14	D	CR	732	772	963	893	3	30	91	—	Ví dụ của sáng chế
15	D	GA	732	772	963	824	3	45	185	482	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	732	772	963	1052	8	45	268	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
17	E	CR	735	775	884	861	10	68	276	—	Ví dụ của sáng chế
18	E	CR	735	775	884	819	7	119	276	—	Ví dụ của sáng chế
19	E	GI	735	775	884	852	9	43	346	—	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	735	775	884	654	10	95	461	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
21	F	CR	738	778	877	827	9	191	297	—	Ví dụ của sáng chế
22	F	CR	738	778	877	801	10	73	297	—	Ví dụ của sáng chế
23	F	EG	738	778	877	840	1	91	222	—	Ví dụ của sáng chế
24	F	CR	738	778	877	824	0,1	22	89	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
26	G	CR	764	804	868	844	6	65	94	—	Ví dụ của sáng chế
26	G	CR	764	804	868	831	2	25	94	—	Ví dụ của sáng chế
27	G	GA	764	804	868	856	1	34	371	481	Ví dụ của sáng chế
28	G	CR	764	804	868	862	20	13	205	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
29	H	CR	728	768	927	787	8	85	332	—	Ví dụ của sáng chế
30	H	CR	728	768	927	909	5	75	332	—	Ví dụ của sáng chế

Bảng 7

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	AC ₁	AC ₁ + 40	AC ₃	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Bước làm nguội thứ ba	Bước làm nguội thứ tư	Quy trình duy trì	Xử lý hợp kim hóa	
							Tốc độ làm nguội trung bình	Tốc độ làm nguội trung bình	Thời gian lưu	Nhiệt độ hợp kim hóa	
			°C	°C	°C	°C	°C/giây	°C/giây	giây	°C	
31	H	GI	728	768	927	780	5	84	73	—	Ví dụ của sáng chế
32	H	CR	728	768	927	872	8	2	211	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
33	I	CR	750	790	985	858	7	21	576	—	Ví dụ của sáng chế
34	I	CR	750	790	985	835	6	102	576	—	Ví dụ của sáng chế
35	I	EG	750	790	985	848	8	14	235	—	Ví dụ của sáng chế
36	I	CR	750	790	985	849	7	88	12	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
37	J	CR	769	809	1053	878	4	72	382	—	Ví dụ của sáng chế
38	J	CR	769	809	1053	882	5	22	382	—	Ví dụ của sáng chế
39	J	GA	769	809	1053	969	1	23	228	546	Ví dụ của sáng chế
40	J	CR	769	809	1053	937	4	29	3072	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
41	K	CR	751	791	1017	938	5	113	191	—	Ví dụ của sáng chế
42	K	CR	751	791	1017	878	4	68	191	—	Ví dụ của sáng chế
43	K	GI	751	791	1017	898	7	70	363	—	Ví dụ của sáng chế
44	L	CR	759	799	942	853	2	48	261	—	Ví dụ của sáng chế
45	L	CR	759	799	942	865	1	185	261	—	Ví dụ của sáng chế
46	L	EG	759	799	942	845	9	12	594	—	Ví dụ của sáng chế
47	M	CR	747	787	805	803	7	53	161	—	Ví dụ của sáng chế
48	M	CR	747	787	805	800	2	49	161	—	Ví dụ của sáng chế
49	M	HR-GA	747	787	805	797	5	68	167	529	Ví dụ của sáng chế
50	N	CR	710	750	867	804	5	48	82	—	Ví dụ của sáng chế
51	N	CR	710	750	867	808	8	84	82	—	Ví dụ của sáng chế
52	N	GI	710	750	867	803	3	109	521	—	Ví dụ của sáng chế
53	O	CR	734	774	875	792	8	24	66	—	Ví dụ của sáng chế
54	O	CR	734	774	875	793	10	59	66	—	Ví dụ của sáng chế
55	O	EG	734	774	875	871	10	55	500	—	Ví dụ của sáng chế
56	P	CR	739	779	896	818	4	86	518	—	Ví dụ của sáng chế
57	P	CR	739	779	896	890	2	14	518	—	Ví dụ của sáng chế
58	P	GA	739	779	896	825	3	34	67	472	Ví dụ của sáng chế
59	Q	CR	731	771	835	834	3	185	303	—	Ví dụ của sáng chế
60	Q	CR	731	771	835	781	1	165	303	—	Ví dụ của sáng chế

Bảng 8

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	AC ₁	AC ₁ + 40	AC ₃	Nhiệt độ nung nóng tối đa	Bước làm nguội thứ ba	Bước làm nguội thứ tư	Quy trình duy trì	Xử lý hợp kim hóa	
			°C	°C	°C		Tốc độ làm nguội trung bình °C/giây	Tốc độ làm nguội trung bình °C/giây	Thời gian lưu giây	Nhiệt độ hợp kim hóa °C	
61	Q	GI	731	771	835	814	8	94	310	—	Ví dụ của sáng chế
62	R	CR	736	776	906	809	9	80	432	—	Ví dụ của sáng chế
63	R	CR	736	776	906	861	7	39	432	—	Ví dụ của sáng chế
64	R	EG	736	776	906	894	6	65	73	—	Ví dụ của sáng chế
65	S	CR	747	787	923	829	8	61	130	—	Ví dụ của sáng chế
66	S	CR	747	787	923	865	8	69	130	—	Ví dụ của sáng chế
67	S	GA	747	787	923	876	7	56	82	508	Ví dụ của sáng chế
68	T	CR	751	791	858	833	6	27	361	—	Ví dụ của sáng chế
69	T	CR	751	791	858	810	3	63	361	—	Ví dụ của sáng chế
70	T	GI	751	791	858	806	1	78	277	—	Ví dụ của sáng chế
71	U	CR	726	766	871	799	5	57	366	—	Ví dụ của sáng chế
72	U	CR	726	766	871	782	6	14	366	—	Ví dụ của sáng chế
73	U	EG	726	766	871	829	4	78	213	—	Ví dụ của sáng chế
74	V	CR	742	782	903	881	7	174	528	—	Ví dụ của sáng chế
75	V	CR	742	782	903	860	10	54	528	—	Ví dụ của sáng chế
76	V	GA	742	782	903	884	2	48	343	522	Ví dụ của sáng chế
77	W	CR	750	790	879	848	10	67	287	—	Ví dụ của sáng chế
78	W	CR	750	790	879	806	4	75	287	—	Ví dụ của sáng chế
79	W	GI	750	790	879	870	6	34	444	—	Ví dụ của sáng chế
80	X	CR	743	783	836	818	4	94	71	—	Ví dụ của sáng chế
81	X	CR	743	783	836	808	3	86	71	—	Ví dụ của sáng chế
82	X	EG	743	783	836	804	5	107	92	—	Ví dụ của sáng chế
83	Y	CR	722	762	856	845	3	38	175	—	Ví dụ của sáng chế
84	Y	CR	722	762	856	817	3	116	175	—	Ví dụ của sáng chế
85	Y	GA	722	762	856	850	7	56	286	493	Ví dụ của sáng chế
86	Z	CR	739	779	925	883	8	26	365	—	Ví dụ của sáng chế
87	Z	HR	739	779	925	854	4	47	365	—	Ví dụ của sáng chế
88	Z	GI	739	779	925	856	7	115	274	—	Ví dụ của sáng chế
89	AA	CR	725	765	853	776	6	120	455	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
90	AB	CR	708	748	901	869	5	119	456	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
91	AC	CR	742	782	802	794	4	108	81	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
92	AD	CR	717	757	910	775	8	59	576	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
93	D	CR	732	772	963	1030	25	82	409	—	<i>Ví dụ so sánh</i>
94	D	CR	732	772	963	846	4	53	352	—	<i>Ví dụ so sánh</i>

Các bảng từ 9 đến 11 thể hiện các kết quả phân tích của vi cấu trúc. Các kết quả thu được bằng cách đo, trong mỗi trong số các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 93, các phần của vi cấu trúc ở bề mặt song song với và ở 1/4 độ dày từ bề mặt tấm của tấm thép được thiết lập dùng làm bề mặt quan sát. Trong số các phần của vi cấu trúc, lượng pha austenit dư (γ còn lại) được đo trên cơ sở phân tích tia X, và các phần của ferit (F), bainit (B), ferit bainitic (BF), mactensit được ram (TM) và mactensit mới (M) là các vi cấu trúc khác mà thu được bằng cách cắt mặt cắt ngang theo hướng chiều dày song song với hướng cán, thực hiện khắc ăn mòn bằng nital trên mặt cắt ngang đã được đánh bóng thành mặt gương, và quan sát mặt cắt ngang này nhờ sử dụng FE-SEM (kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường).

Bảng 9

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả quan sát vi cấu trúc							
			Phân thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ còn lại	Loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
1	A	CR	42	3	38	1	4	10	2	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	40	5	37	2	3	13	0	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	32	3	44	4	1	13	3	Ví dụ của sáng chế
4	A	CR	47	3	36	0	0	12	2	<i>Ví dụ so sánh</i>
5	B	CR	50	4	31	6	0	8	1	Ví dụ của sáng chế
6	B	HR	41	6	39	5	0	6	3	Ví dụ của sáng chế
7	B	GI	36	4	44	5	2	7	2	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	42	10	38	0	0	9	1	<i>Ví dụ so sánh</i>
9	C	CR	36	4	35	0	3	19	2	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	42	9	32	0	3	14	0	Ví dụ của sáng chế
11	C	EG	44	4	36	0	3	11	2	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	36	3	45	2	1	10	3	<i>Ví dụ so sánh</i>
13	D	CR	31	7	41	4	3	12	2	Ví dụ của sáng chế
14	D	CR	34	7	39	5	2	13	0	Ví dụ của sáng chế
15	D	GA	39	0	46	0	4	10	1	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	0	4	56	23	5	11	1	<i>Ví dụ so sánh</i>
17	E	CR	43	0	46	0	1	8	2	Ví dụ của sáng chế
18	E	CR	41	5	40	0	1	9	4	Ví dụ của sáng chế
19	E	GI	39	9	39	0	3	9	1	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	79	0	0	0	0	0	21	<i>Ví dụ so sánh</i>
21	F	CR	49	2	35	0	2	9	3	Ví dụ của sáng chế
22	F	CR	48	8	33	0	2	8	1	Ví dụ của sáng chế
23	F	EG	47	5	39	0	1	8	0	Ví dụ của sáng chế
24	F	CR	78	0	0	0	4	0	18	<i>Ví dụ so sánh</i>
25	G	CR	20	2	45	15	2	14	2	Ví dụ của sáng chế
26	G	CR	28	4	46	10	2	10	0	Ví dụ của sáng chế
27	G	GA	33	2	54	0	0	10	1	Ví dụ của sáng chế
28	G	CR	5	1	63	10	5	13	3	<i>Ví dụ so sánh</i>
29	H	CR	35	10	36	4	3	11	1	Ví dụ của sáng chế
30	H	CR	40	6	37	2	3	11	1	Ví dụ của sáng chế

Bảng 10

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả quan sát vi cấu trúc							
			Phân thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ còn lại	Loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
31	H	GI	47	5	37	1	0	9	1	Ví dụ của sáng chế
32	H	CR	65	8	6	0	3	6	12	<i>Ví dụ so sánh</i>
33	I	CR	33	0	49	0	2	14	2	Ví dụ của sáng chế
34	I	CR	37	7	41	0	2	13	0	Ví dụ của sáng chế
35	I	EG	35	5	47	0	2	6	5	Ví dụ của sáng chế
36	I	CR	35	5	22	8	24	4	2	<i>Ví dụ so sánh</i>
37	J	CR	38	1	48	0	2	9	2	Ví dụ của sáng chế
38	J	CR	32	11	43	0	2	8	4	Ví dụ của sáng chế
39	J	GA	37	2	46	0	3	10	2	Ví dụ của sáng chế
40	J	CR	42	39	14	0	0	2	3	<i>Ví dụ so sánh</i>
41	K	CR	21	7	38	18	1	13	2	Ví dụ của sáng chế
42	K	CR	29	8	42	11	1	9	0	Ví dụ của sáng chế
43	K	GI	31	9	32	16	2	8	2	Ví dụ của sáng chế
44	L	CR	34	3	44	5	4	8	2	Ví dụ của sáng chế
45	L	CR	32	7	42	4	4	10	1	Ví dụ của sáng chế
46	L	EG	27	2	38	25	1	7	0	Ví dụ của sáng chế
47	M	CR	34	2	42	0	2	19	1	Ví dụ của sáng chế
48	M	CR	38	8	39	0	2	12	1	Ví dụ của sáng chế
49	M	HR-GA	37	10	40	0	0	11	2	Ví dụ của sáng chế
50	N	CR	44	16	25	0	3	10	2	Ví dụ của sáng chế
51	N	CR	48	12	26	0	3	11	0	Ví dụ của sáng chế
52	N	GI	53	14	16	0	2	12	3	Ví dụ của sáng chế
53	O	CR	41	4	40	0	3	11	1	Ví dụ của sáng chế
54	O	CR	47	5	36	0	3	9	0	Ví dụ của sáng chế
55	O	EG	46	1	42	0	0	9	2	Ví dụ của sáng chế
56	P	CR	29	8	47	0	0	16	0	Ví dụ của sáng chế
57	P	CR	34	8	48	0	0	10	0	Ví dụ của sáng chế
58	P	GA	32	11	48	0	1	8	0	Ví dụ của sáng chế
59	Q	CR	35	9	38	0	1	15	2	Ví dụ của sáng chế
60	Q	CR	38	8	37	0	1	15	1	Ví dụ của sáng chế

Bảng 11

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả quan sát vi cấu trúc							
			Phần thể tích							
			F	B	BF	TM	M	γ còn lại	Loại khác	
			%	%	%	%	%	%	%	
61	Q	GI	35	4	45	0	3	10	3	Ví dụ của sáng chế
62	R	CR	28	4	53	0	4	9	2	Ví dụ của sáng chế
63	R	CR	32	8	43	0	4	13	0	Ví dụ của sáng chế
64	R	EG	36	10	41	0	0	13	0	Ví dụ của sáng chế
65	S	CR	27	10	44	0	2	16	1	Ví dụ của sáng chế
66	S	CR	25	2	63	0	2	6	2	Ví dụ của sáng chế
67	S	GA	23	6	58	0	1	10	2	Ví dụ của sáng chế
68	T	CR	22	8	60	0	3	6	1	Ví dụ của sáng chế
69	T	CR	29	8	52	0	3	8	0	Ví dụ của sáng chế
70	T	GI	24	11	52	0	0	9	4	Ví dụ của sáng chế
71	U	CR	42	2	14	32	0	9	1	Ví dụ của sáng chế
72	U	CR	43	1	18	27	0	9	2	Ví dụ của sáng chế
73	U	EG	41	0	22	25	1	11	0	Ví dụ của sáng chế
74	V	CR	25	12	48	0	1	12	2	Ví dụ của sáng chế
75	V	CR	37	5	49	0	1	7	1	Ví dụ của sáng chế
76	V	GA	41	2	46	0	1	8	2	Ví dụ của sáng chế
77	W	CR	29	2	62	0	1	5	1	Ví dụ của sáng chế
78	W	CR	35	7	49	0	1	8	0	Ví dụ của sáng chế
79	W	GI	31	12	45	0	3	9	0	Ví dụ của sáng chế
80	X	CR	41	6	44	0	2	7	0	Ví dụ của sáng chế
81	X	CR	45	6	38	0	2	9	0	Ví dụ của sáng chế
82	X	EG	45	1	38	0	4	10	2	Ví dụ của sáng chế
83	Y	CR	48	3	38	0	1	9	1	Ví dụ của sáng chế
84	Y	CR	45	7	35	0	3	10	0	Ví dụ của sáng chế
85	Y	GA	42	4	43	0	0	8	3	Ví dụ của sáng chế
86	Z	CR	32	9	38	0	4	17	0	Ví dụ của sáng chế
87	Z	HR	46	6	34	0	4	9	1	Ví dụ của sáng chế
88	Z	GI	41	3	41	0	1	11	3	Ví dụ của sáng chế
89	AA	CR	98	0	0	0	0	0	2	<i>Ví dụ so sánh</i>
90	AB	CR	62	17	5	0	16	0	0	<i>Ví dụ so sánh</i>
91	AC	CR	84	1	10	0	0	5	0	<i>Ví dụ so sánh</i>
92	AD	CR	63	1	22	0	0	14	0	<i>Ví dụ so sánh</i>
93	D	CR	12	6	41	12	2	27	0	<i>Ví dụ so sánh</i>
94	D	CR	36	12	24	18	0	10	0	<i>Ví dụ so sánh</i>

Các bảng từ 12 đến 14 thể hiện các kết quả phân tích các thành phần trong các tấm thép thu được. Trong số các kết quả phân tích thành phần, lượng C dạng dung dịch-rắnacbon (C_γ) trong pha austenit dư được xác định trên cơ sở phân tích tia X.

Lượng Mn dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư được xác định theo cách dưới đây.

Trước hết, mặt cắt ngang theo hướng chiều dày song song với hướng cán được cắt ra từ mỗi tấm thép thu được ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, phân tích EPMA được thực hiện trên mặt cắt ngang đã được đánh bóng thành mặt gương để tạo thành bản đồ nồng độ Mn, và lượng Mn trung bình (W_{Mn*}) được xác định. Ngoài ra, trong phạm vi này, sự phân bố của pha austenit dư được lập bản đồ nhờ sử dụng thiết bị phân tích EBSD được bố trí cùng với FE-SEM, kết quả thu được được đặt chồng lên bản đồ tập trung Mn, và chỉ có kết quả phân tích thành phần trong pha austenit dư được lấy, nhờ vậy xác định lượng của Mn dạng dung dịch-rắn ($W_{Mn\gamma}$) trong pha austenit dư.

Lượng Si dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư cũng được xác định theo cách tương tự với lượng của Mn dạng dung dịch rắn.

Trước hết, phân tích EPMA và nghiên cứu phân tích được tiến hành để xác định bản đồ nồng độ Si, lượng Si trung bình (W_{Si*}), và lượng Si dạng dung dịch-rắn ($W_{Si\gamma}$) trong austenit dư.

Lượng Al dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư cũng được xác định theo cách tương tự với lượng của Mn dạng dung dịch rắn.

Trước hết, phân tích EPMA được tiến hành để xác định bản đồ nồng độ Al, và lượng Al trung bình (W_{Al*}).

Lưu ý rằng, “-” thể hiện lượng của C dạng dung dịch-rắn, lượng của Mn dạng dung dịch rắn, và lượng của Si dạng dung dịch-rắn trong các ví dụ thử nghiệm 89 và 90 chỉ rằng phép đo không thể thực hiện được. Đó là bởi vì phần thể tích của pha austenit dư bằng 0% trong cả hai ví dụ thử nghiệm 89 và 90 như được thể hiện trong các bảng từ 9 đến 11, và do đó, không thể đo lượng nguyên

tổ bất kỳ trong dung dịch rắn.

Tiếp theo, từ các kết quả của phân tích EPMA, tổng (F) của lượng Si chuẩn hóa (W_{Si} / W_{Si*}) và lượng Al chuẩn hóa (W_{Al} / W_{Al*}) ở mỗi điểm đo được xác định, biểu đồ của nó được tạo ra, và trị số kiểu và độ nhọn K được xác định.

Các kết quả của chúng được thể hiện trong các bảng từ 12 đến 14.

Bảng 12

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả phân tích thành phần					
			C γ	$W_{Mn\gamma}/W_{Mn}^*$	$W_{Si\gamma}/W_{Si}^*$	Trị số kiểu	Độ nhọn K	
			% khối lượng					
1	A	CR	0,92	1,25	1,48	1,96	3,91	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	0,96	1,12	1,36	1,97	4,04	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	0,96	1,46	1,41	1,97	4,17	Ví dụ của sáng chế
4	A	CR	0,95	1,31	1,24	2,04	5,21	<i>Ví dụ so sánh</i>
5	B	CR	0,94	1,35	1,43	2,02	4,70	Ví dụ của sáng chế
6	B	HR	0,95	1,40	1,48	1,96	3,24	Ví dụ của sáng chế
7	B	GI	0,96	1,33	1,31	2,05	5,78	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	0,95	1,06	0,97	1,93	1,95	<i>Ví dụ so sánh</i>
9	C	CR	0,94	1,45	1,21	1,96	4,74	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	0,95	1,37	1,39	1,97	3,00	Ví dụ của sáng chế
11	C	EG	0,96	1,49	1,45	1,96	5,76	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	0,93	1,07	0,88	1,9	1,90	<i>Ví dụ so sánh</i>
13	D	CR	0,95	1,30	1,45	2,03	3,11	Ví dụ của sáng chế
14	D	CR	0,95	1,42	1,37	1,97	3,29	Ví dụ của sáng chế
15	D	GA	0,93	1,20	1,46	2,00	3,45	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	0,94	1,06	1,07	1,97	4,93	<i>Ví dụ so sánh</i>
17	E	CR	0,91	1,29	1,33	2,00	3,22	Ví dụ của sáng chế
18	E	CR	0,93	1,21	1,40	1,96	4,46	Ví dụ của sáng chế
19	E	GI	0,96	1,50	1,19	1,95	5,97	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	0,93	1,38	1,46	2,03	3,94	<i>ví dụ so sánh</i>
21	F	CR	0,9	1,48	1,13	2,01	3,80	Ví dụ của sáng chế
22	F	CR	0,93	1,49	1,20	1,99	3,15	Ví dụ của sáng chế
23	F	EG	0,95	1,40	1,24	1,95	4,71	Ví dụ của sáng chế
24	F	CR	0,96	1,50	1,26	2,05	3,33	<i>Ví dụ so sánh</i>
25	G	CR	0,93	1,42	1,51	1,98	3,62	Ví dụ của sáng chế
26	G	CR	0,92	1,46	1,38	2,02	2,38	Ví dụ của sáng chế
27	G	GA	0,95	1,41	1,36	1,99	5,66	Ví dụ của sáng chế
28	G	CR	0,94	1,25	1,37	2,00	5,6	<i>Ví dụ so sánh</i>
29	H	CR	0,95	1,33	1,49	1,99	5,55	Ví dụ của sáng chế
30	H	CR	0,96	1,47	1,34	2,03	3,71	Ví dụ của sáng chế

Bảng 13

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả phân tích thành phần					
			C γ	$W_{Mn\gamma}/W_{Mn}^*$	$W_{Si\gamma}/W_{Si}^*$	Trị số kiểu	Độ nhon K	
			% khối lượng					
31	H	GI	0,93	1,48	1,37	2,03	5,62	Ví dụ của sáng chế
32	H	CR	0,93	1,40	1,43	2,02	3,62	<i>Ví dụ so sánh</i>
33	I	CR	0,88	1,49	1,38	2,05	4,41	Ví dụ của sáng chế
34	I	CR	0,95	1,30	1,29	1,97	5,89	Ví dụ của sáng chế
35	I	EG	0,92	1,31	1,20	2,00	5,28	Ví dụ của sáng chế
36	I	CR	0,65	1,35	1,28	1,98	3,51	<i>Ví dụ so sánh</i>
37	J	CR	0,91	1,23	1,45	2,00	3,18	Ví dụ của sáng chế
38	J	CR	0,93	1,32	1,39	1,99	3,09	Ví dụ của sáng chế
39	J	GA	0,93	1,50	1,27	1,97	4,81	Ví dụ của sáng chế
40	J	CR	0,95	1,30	1,47	2,02	3,32	<i>Ví dụ so sánh</i>
41	K	CR	0,94	1,31	1,39	2,04	4,22	Ví dụ của sáng chế
42	K	CR	0,94	1,24	1,33	1,98	3,15	Ví dụ của sáng chế
43	K	GI	0,96	1,45	1,40	1,97	4,17	Ví dụ của sáng chế
44	L	CR	0,95	1,46	1,39	1,98	4,08	Ví dụ của sáng chế
45	L	CR	0,95	1,20	1,12	2,04	5,46	Ví dụ của sáng chế
46	L	EG	0,86	1,34	1,22	1,98	5,62	Ví dụ của sáng chế
47	M	CR	0,96	1,31	1,24	2,01	2,51	Ví dụ của sáng chế
48	M	CR	0,96	1,45	1,45	2,04	3,88	Ví dụ của sáng chế
49	M	HR-GA	0,92	1,20	1,36	1,95	4,25	Ví dụ của sáng chế
50	N	CR	0,93	1,20	1,23	1,99	3,56	Ví dụ của sáng chế
51	N	CR	0,96	1,35	1,30	1,95	3,99	Ví dụ của sáng chế
52	N	GI	0,94	1,17	1,41	2,05	5,57	Ví dụ của sáng chế
53	O	CR	0,92	1,35	1,30	2,03	5,15	Ví dụ của sáng chế
54	O	CR	0,95	1,30	1,21	2,04	4,74	Ví dụ của sáng chế
55	O	EG	0,93	1,45	1,42	1,99	3,92	Ví dụ của sáng chế
56	P	CR	0,85	1,44	1,36	1,97	4,44	Ví dụ của sáng chế
57	P	CR	0,92	1,31	1,21	1,96	4,13	Ví dụ của sáng chế
58	P	GA	0,96	1,27	1,22	1,96	3,31	Ví dụ của sáng chế
59	Q	CR	0,93	1,43	1,49	1,96	5,57	Ví dụ của sáng chế
60	Q	CR	0,95	1,25	1,25	2,03	3,22	Ví dụ của sáng chế

Bảng 14

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả phân tích thành phần					
			C _γ	W _{Mnγ} /W _{Mn} *	W _{Siγ} /W _{Si} *	Trị số kiểu	Độ nhon K	
			% khối lượng					
61	Q	GI	0,83	1,41	1,24	1,96	4,79	Ví dụ của sáng chế
62	R	CR	0,91	1,29	1,37	2,04	3,37	Ví dụ của sáng chế
63	R	CR	0,94	1,46	1,40	1,99	4,05	Ví dụ của sáng chế
64	R	EG	0,95	1,49	1,44	1,99	4,75	Ví dụ của sáng chế
65	S	CR	0,91	1,34	1,35	1,97	4,14	Ví dụ của sáng chế
66	S	CR	0,87	1,46	1,35	1,96	2,73	Ví dụ của sáng chế
67	S	GA	0,94	1,45	1,27	2,00	3,61	Ví dụ của sáng chế
68	T	CR	0,95	1,40	1,49	2,02	5,15	Ví dụ của sáng chế
69	T	CR	0,96	1,37	1,22	1,95	3,70	Ví dụ của sáng chế
70	T	GI	0,95	1,31	1,50	1,99	5,14	Ví dụ của sáng chế
71	U	CR	0,92	1,38	1,40	1,96	4,06	Ví dụ của sáng chế
72	U	CR	0,94	1,15	1,50	2,04	4,01	Ví dụ của sáng chế
73	U	EG	0,96	1,34	1,38	1,96	5,71	Ví dụ của sáng chế
74	V	CR	0,94	1,36	1,30	2,00	3,33	Ví dụ của sáng chế
75	V	CR	0,92	1,34	1,33	2,04	4,49	Ví dụ của sáng chế
76	V	GA	0,93	1,21	1,38	1,99	5,55	Ví dụ của sáng chế
77	W	CR	0,95	1,45	1,34	1,98	5,03	Ví dụ của sáng chế
78	W	CR	0,92	1,33	1,20	2,03	3,21	Ví dụ của sáng chế
79	W	GI	0,92	1,33	1,37	2,00	3,18	Ví dụ của sáng chế
80	X	CR	0,88	1,36	1,37	1,96	5,66	Ví dụ của sáng chế
81	X	CR	0,87	1,40	1,25	1,98	4,64	Ví dụ của sáng chế
82	X	EG	0,84	1,20	1,48	1,95	4,76	Ví dụ của sáng chế
83	Y	CR	0,94	1,28	1,46	2,01	3,86	Ví dụ của sáng chế
84	Y	CR	0,92	1,45	1,42	1,99	3,60	Ví dụ của sáng chế
85	Y	GA	0,96	1,31	1,34	1,99	3,38	Ví dụ của sáng chế
86	Z	CR	0,93	1,42	1,28	1,99	3,56	Ví dụ của sáng chế
87	Z	HR	0,94	1,43	1,26	1,98	3,45	Ví dụ của sáng chế
88	Z	GI	0,94	1,47	1,21	2,01	3,89	Ví dụ của sáng chế
89	AA	CR	—	—	—	2,11	1,45	<u>Ví dụ so sánh</u>
90	AB	CR	—	—	—	2,14	1,76	<u>Ví dụ so sánh</u>
91	AC	CR	0,91	1,05	1,24	2,01	1,84	<u>Ví dụ so sánh</u>
92	AD	CR	0,95	1,23	0,95	2,09	1,70	<u>Ví dụ so sánh</u>
93	D	CR	0,91	1,27	1,23	2,03	4,01	<u>Ví dụ so sánh</u>
94	D	CR	0,97	1,04	1,06	2,1	1,85	<u>Ví dụ so sánh</u>

Tiếp theo, các kết quả đánh giá đặc tính của các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 93 được thể hiện trong các bảng 15 đến 17.

Các mẫu thử nghiệm kéo căng trên cơ sở JIS Z 2201 được lấy từ các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 93, và thử nghiệm kéo căng được tiến hành trên cơ sở JIS Z 2241 để đo độ bền chảy dẻo (YS), độ bền kéo (TS), và tổng độ

giãn dài (EL).

Ngoài ra, thử nghiệm giãn rộng lỗ để đánh giá khả năng cuốn mép khi kéo căng được tiến hành trên cơ sở JFST1001 để xác định giá trị giới hạn giãn rộng lỗ (λ) là chỉ số về khả năng cuốn mép khi kéo căng.

Ngoài ra, để đánh giá khả năng cố định hình dạng, thử nghiệm uốn cong chữ V 90-độ được tiến hành. Mẫu thử cỡ 35 mm × 100 mm được cắt ra từ mỗi trong số các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 92, bề mặt cắt ra được đánh bóng cơ học, và thử nghiệm uốn cong được tiến hành trong khi bán kính uốn cong được thiết lập bằng hai lần độ dày tấm của mỗi tấm thép, trong đó góc được tạo ra bởi mẫu thử sau khi tạo thành được đo, và góc quay trở lại từ 90° được đo.

Lưu ý rằng, mẫu thử có “X” trong các kết quả thử nghiệm trong các bảng 15 đến 17 có các điều kiện trong đó quan sát thấy nứt và/hoặc thắt trên đường mép của mẫu thử, và không thể tạo thành được.

Lưu ý rằng, đối với phương pháp đánh giá các đặc tính, ví dụ có độ bền kéo thấp hơn 900 MPa, ví dụ có tổng độ giãn dài thấp hơn 10%, ví dụ có giá trị giới hạn giãn rộng lỗ thấp hơn 20%, và ví dụ có khả năng cố định hình dạng cao hơn 3,0 độ, bị đánh giá là hỏng.

Lưu ý rằng, giá trị số được gạch chân và ký hiệu trong các bảng 1 đến 17 chỉ vượt ra khỏi khoảng của sáng chế.

Bảng 15

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả đo vật liệu					
			YS	TS	EL	λ	Khả năng cố định hình dạng	
			MPa	MPa	%	%	Độ	
1	A	CR	686	1082	22	35	0,4	Ví dụ của sáng chế
2	A	CR	655	1003	25	45	2,7	Ví dụ của sáng chế
3	A	GA	619	1109	21	32	0,5	Ví dụ của sáng chế
4	A	CR	700	1088	7	20	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
5	B	CR	539	1051	25	45	1,7	Ví dụ của sáng chế
6	B	HR	570	1056	24	55	0,4	Ví dụ của sáng chế
7	B	GI	667	1074	26	42	0,6	Ví dụ của sáng chế
8	B	CR	555	1049	26	44	4,5	<i>Ví dụ so sánh</i>
9	C	CR	487	1022	22	42	2,3	Ví dụ của sáng chế
10	C	CR	514	1038	20	49	0,8	Ví dụ của sáng chế
11	C	EG	581	1041	23	31	0,8	Ví dụ của sáng chế
12	C	CR	531	1032	19	49	5,2	<i>Ví dụ so sánh</i>
13	D	CR	623	1048	19	43	2,7	Ví dụ của sáng chế
14	D	CR	537	1029	18	41	1,6	Ví dụ của sáng chế
15	D	GA	538	1030	21	42	2,7	Ví dụ của sáng chế
16	D	CR	1058	1202	9	15	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
17	E	CR	510	994	24	52	1	Ví dụ của sáng chế
18	E	CR	649	1045	22	62	1,7	Ví dụ của sáng chế
19	E	GI	572	1059	25	33	1,1	Ví dụ của sáng chế
20	E	CR	485	558	14	17	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
21	F	CR	469	984	26	46	2,1	Ví dụ của sáng chế
22	F	CR	593	998	23	49	2,4	Ví dụ của sáng chế
23	F	EG	601	1012	26	53	0,1	Ví dụ của sáng chế
24	F	CR	496	705	23	27	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
25	G	CR	622	1018	18	35	2	Ví dụ của sáng chế
26	G	CR	673	1049	14	37	0,6	Ví dụ của sáng chế
27	G	GA	573	1062	15	40	2,9	Ví dụ của sáng chế
28	G	CR	1086	1199	8	22	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
29	H	CR	614	1034	21	60	0,3	Ví dụ của sáng chế
30	H	CR	571	1024	17	53	1,1	Ví dụ của sáng chế

Bảng 16

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả đo vật liệu					
			YS	TS	EL	λ	Khả năng cố định hình dạng	
			MPa	MPa	%	%	Độ	
31	H	GI	540	1035	20	40	1,6	Ví dụ của sáng chế
32	H	CR	479	862	19	23	2,7	<i>Ví dụ so sánh</i>
33	I	CR	665	1102	22	56	0,1	Ví dụ của sáng chế
34	I	CR	595	1120	19	57	0,4	Ví dụ của sáng chế
35	I	EG	561	1133	22	65	1,9	Ví dụ của sáng chế
36	I	CR	500	1516	5	3	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
37	J	CR	555	1121	20	53	2,8	Ví dụ của sáng chế
38	J	CR	564	1140	19	50	1,7	Ví dụ của sáng chế
39	J	GA	585	1160	20	52	1,6	Ví dụ của sáng chế
40	J	CR	866	1054	13	42	6,2	<i>Ví dụ so sánh</i>
41	K	CR	799	1252	21	65	2,8	Ví dụ của sáng chế
42	K	CR	827	1320	17	70	1,2	Ví dụ của sáng chế
43	K	GI	840	1326	18	39	0	Ví dụ của sáng chế
44	L	CR	711	1316	17	47	1,9	Ví dụ của sáng chế
45	L	CR	715	1203	15	48	0,3	Ví dụ của sáng chế
46	L	EG	605	1222	18	49	1,3	Ví dụ của sáng chế
47	M	CR	619	1206	28	33	0,5	Ví dụ của sáng chế
48	M	CR	716	1205	24	53	2,4	Ví dụ của sáng chế
49	M	HR-GA	672	1104	30	66	2,8	Ví dụ của sáng chế
50	N	CR	650	1084	27	53	2,8	Ví dụ của sáng chế
51	N	CR	772	1143	23	47	2,2	Ví dụ của sáng chế
52	N	GI	759	1158	26	46	0,5	Ví dụ của sáng chế
53	O	CR	646	1196	24	46	0,6	Ví dụ của sáng chế
54	O	CR	790	1254	23	39	0,8	Ví dụ của sáng chế
55	O	EG	784	1245	24	70	0,3	Ví dụ của sáng chế
56	P	CR	691	1324	21	37	0,4	Ví dụ của sáng chế
57	P	CR	666	1345	17	32	1,4	Ví dụ của sáng chế
58	P	GA	745	1357	19	48	0	Ví dụ của sáng chế
59	Q	CR	600	1234	21	40	0,5	Ví dụ của sáng chế
60	Q	CR	676	1214	17	32	2,5	Ví dụ của sáng chế

Bảng 17

Ví dụ thử nghiệm	Ví dụ về thành phần	Loại thép	Kết quả đo vật liệu					
			YS	TS	EL	λ	Khả năng cố định hình dạng	
			MPa	MPa	%	%	Độ	
61	Q	GI	700	1255	20	49	0,1	Ví dụ của sáng chế
62	R	CR	705	1327	17	43	0,8	Ví dụ của sáng chế
63	R	CR	731	1269	16	35	2,7	Ví dụ của sáng chế
64	R	EG	792	1276	19	41	2,1	Ví dụ của sáng chế
65	S	CR	745	1314	21	31	1,6	Ví dụ của sáng chế
66	S	CR	856	1258	19	34	1,8	Ví dụ của sáng chế
67	S	GA	813	1368	16	42	2,4	Ví dụ của sáng chế
68	T	CR	781	1295	16	42	1,5	Ví dụ của sáng chế
69	T	CR	690	1393	12	46	1,9	Ví dụ của sáng chế
70	T	GI	770	1402	13	32	0,6	Ví dụ của sáng chế
71	U	CR	686	1183	21	52	2,6	Ví dụ của sáng chế
72	U	CR	801	1256	19	58	0,5	Ví dụ của sáng chế
73	U	EG	774	1248	22	40	1,5	Ví dụ của sáng chế
74	V	CR	686	1212	18	53	1,4	Ví dụ của sáng chế
75	V	CR	841	1283	15	53	1,4	Ví dụ của sáng chế
76	V	GA	915	1274	18	28	0,7	Ví dụ của sáng chế
77	W	CR	682	1286	19	39	1,2	Ví dụ của sáng chế
78	W	CR	845	1214	18	29	2,5	Ví dụ của sáng chế
79	W	GI	875	1296	19	40	0,9	Ví dụ của sáng chế
80	X	CR	820	1294	20	51	2,7	Ví dụ của sáng chế
81	X	CR	870	1234	19	49	2	Ví dụ của sáng chế
82	X	EG	974	1246	20	38	2,7	Ví dụ của sáng chế
83	Y	CR	658	1279	22	46	2,6	Ví dụ của sáng chế
84	Y	CR	895	1284	20	55	0,3	Ví dụ của sáng chế
85	Y	GA	912	1269	22	53	1,8	Ví dụ của sáng chế
86	Z	CR	706	1409	21	35	0,4	Ví dụ của sáng chế
87	Z	HR	882	1432	19	29	2,9	Ví dụ của sáng chế
88	Z	GI	956	1417	15	41	0,6	Ví dụ của sáng chế
89	AA	CR	284	383	33	56	0,2	<i>Ví dụ so sánh</i>
90	AB	CR	351	930	12	7	x	<i>Ví dụ so sánh</i>
91	AC	CR	423	712	27	32	3,8	<i>Ví dụ so sánh</i>
92	AD	CR	592	958	19	42	4,2	<i>Ví dụ so sánh</i>
93	D	CR	618	1339	28	9	2,3	<i>Ví dụ so sánh</i>
94	D	CR	735	1029	21	39	3,6	<i>Ví dụ so sánh</i>

Các ví dụ thử nghiệm 6 và 87 là các ví dụ của sáng chế trong đó bước cán nóng và cuộn được tiến hành trên cơ sở các điều kiện theo sáng chế và bước ủ được thực hiện. Ngoài ra, ví dụ thử nghiệm 49 là ví dụ của sáng chế trong đó bước cán nóng và bước cuộn được tiến hành trên cơ sở các điều kiện theo sáng chế, tấm thép được nhúng trong bể mạ kẽm trong khi làm nguội trong bước ủ, và bước xử lý hợp kim hóa lớp mạ được tiến hành tiếp. Ví dụ thử nghiệm thỏa mãn các điều kiện sản xuất của sáng chế, và thể hiện khả năng cố định hình dạng, tính dẻo, và khả năng tạo hình ưu việt.

Ngoài ra, các ví dụ thử nghiệm 11, 23, 35, 46, 55, 64, 73, và 82 là các ví dụ của sáng chế trong đó các bước cán nóng, bước cuộn, bước cán nguội và bước ủ được tiến hành trên cơ sở các điều kiện theo sáng chế, và sau đó bước mạ điện được tiến hành để thu được các tấm thép mạ kẽm có độ bền cao. Các ví dụ thử nghiệm này thỏa mãn các điều kiện sản xuất của sáng chế, và thể hiện khả năng cố định hình dạng, tính dẻo, và khả năng tạo hình ưu việt.

Ngoài ra, các ví dụ thử nghiệm 7, 19, 31, 43, 52, 61, 70, 79, và 88 là các ví dụ của sáng chế trong đó bước cán nóng, cuộn và bước cán nguội được tiến hành trên cơ sở các điều kiện theo sáng chế, và các tấm thép sau đó được nhúng trong bể mạ kẽm ở giữa quá trình làm nguội trong bước ủ, nhờ vậy thu được các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao. Các ví dụ thử nghiệm này thỏa mãn các điều kiện sản xuất của sáng chế, và thể hiện khả năng cố định hình dạng, tính dẻo, và khả năng tạo hình ưu việt.

Ngoài ra, các ví dụ thử nghiệm 3, 15, 27, 39, 58, 67, 76, và 85 là các ví dụ của sáng chế trong đó bước cán nóng, cuộn và bước cán nguội được tiến hành trên cơ sở các điều kiện theo sáng chế, các tấm thép sau đó được nhúng trong bể mạ kẽm ở giữa quá trình làm nguội trong bước ủ, và bước xử lý hợp kim hóa lớp mạ được tiến hành tiếp, nhờ vậy thu được các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao. Các ví dụ thử nghiệm này thỏa mãn các điều kiện sản xuất của sáng chế, và thể hiện khả năng cố định hình dạng, tính dẻo, và khả năng tạo hình ưu việt.

Ngoài ra, các ví dụ thử nghiệm 15 và 85 là các ví dụ trong đó màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa P được phủ lên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa, và thu được các đặc tính tốt.

Các ví dụ của sáng chế khác với các ví dụ trên là các ví dụ trong đó bước cán nóng và cuộn được tiến hành trên cơ sở các điều kiện theo sáng chế, các tấm thép được làm nguội đến 100°C hoặc thấp hơn, các bề mặt được cho tẩy gỉ, bước cán nguội được tiến hành ở các tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nêu trên, và sau đó bước ủ được tiến hành. Mỗi ví dụ của sáng chế đều thể hiện khả năng cố định hình dạng, tính dẻo, và khả năng tạo hình ưu việt.

Trong ví dụ thử nghiệm 89, lượng được bổ sung của C là nhỏ, và không thể thu được bainit, ferit bainitic, mactensit được ram và mactensit mới là các vi cấu trúc cứng, nên độ bền là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 90, lượng được bổ sung của Si là nhỏ, và pha austenit dư không thể thu được, nên khả năng cố định hình dạng là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 91, bainit, ferit bainitic, mactensit được ram và mactensit mới là các vi cấu trúc cứng không thể thu được đầy đủ bởi vì lượng được bổ sung của Mn là nhỏ, và bởi vì lượng của Mn dạng dung dịch-rắn trong pha austenit dư là nhỏ, độ bền và khả năng cố định hình dạng là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 92, lượng được bổ sung của Al là nhỏ, nên Si không thể được tập trung đầy đủ trong pha austenit dư, và sự phân bố của nồng độ Si và Al không phải là các phân bố định trước, dẫn đến khả năng cố định hình dạng là kém.

Ví dụ thử nghiệm 4 là ví dụ trong đó nhiệt độ hoàn thiện bước cán nóng là thấp, và bởi vì vi cấu trúc trở thành cấu trúc dị thể trong đó cấu trúc kéo căng theo một hướng, tính dẻo và khả năng cố định hình dạng là kém.

Ví dụ thử nghiệm 8 là ví dụ trong đó nhiệt độ khi tấm thép được cuộn thành cuộn sau bước cán nóng là thấp, và bởi vì Mn và Si không được tập trung đầy đủ trong pha austenit dư, khả năng cố định hình dạng là kém.

Ví dụ thử nghiệm 12 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội sau bước cán

nóng và sau khi cuộn là thấp, và bởi vì Mn và Si không được tập trung đầy đủ trong pha austenit dư, khả năng cố định hình dạng là kém.

Ví dụ thử nghiệm 16 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng lớn nhất trong bước ủ là cao, và bởi vì phần thể tích của ferit mềm là nhỏ, tính dẻo, khả năng cuộn mép khi kéo căng và khả năng cố định hình dạng là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 20 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng lớn nhất trong bước ủ là thấp, và bởi vì một lượng lớn của cacbua trên cơ sở sắt thô là điểm bắt đầu phá hủy vẫn còn lại ở trạng thái không tan, bainit, ferit bainitic, mactensit được ram và mactensit mới là vi cấu trúc cứng và austenit dư không thể thu được đầy đủ, dẫn đến tính dẻo, khả năng cuộn mép khi kéo căng và khả năng cố định hình dạng là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 24, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ ba lên đến 700°C là thấp, một lượng lớn của cacbua trên cơ sở sắt thô và ferit được tạo ra, và bainit, ferit bainitic, mactensit được ram và mactensit mới là các vi cấu trúc cứng không thể thu được đầy đủ, dẫn đến độ bền là kém.

Mặt khác, trong ví dụ thử nghiệm 28, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ ba lên đến 700°C là cao, và phần thể tích của ferit mềm là nhỏ, nên tính dẻo và khả năng cố định hình dạng là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 32, tốc độ làm nguội trong bước làm nguội thứ tư từ 700°C đến 500°C là thấp, một lượng lớn của cacbua trên cơ sở sắt thô được tạo ra, và bainit, ferit bainitic, mactensit được ram và mactensit mới là các vi cấu trúc cứng không thể thu được đầy đủ, dẫn đến độ bền là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 36, bởi vì thời gian duy trì từ 450°C đến 350°C là ngắn, C tập trung không đủ trong pha austenit dư, và pha austenit dư không thể còn lại đủ, và bởi vì một lượng lớn của mactensit là điểm bắt đầu phá hủy được chứa, tính dẻo, khả năng cuộn mép khi kéo căng và khả năng cố định hình dạng là kém.

Mặt khác, trong ví dụ thử nghiệm 40, bởi vì thời gian duy trì từ 450°C đến 350°C là dài, cacbua trên cơ sở sắt được tạo ra trong khi bước duy trì, và phần

thể tích của pha austenit dư là nhỏ, nên tính dẻo và khả năng cố định hình dạng là kém.

Ví dụ thử nghiệm 93 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng lớn nhất trong bước ủ là cao, và tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ ba sau khi bước ủ là cao, và bởi vì phần thể tích của ferit mềm là nhỏ, khả năng cuộn mép khi kéo căng là kém.

Ví dụ thử nghiệm 94 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội thứ nhất từ khi hoàn thành bước cán nóng đến khi bắt đầu cuộn là thấp, và bởi vì sự chuyển hóa ferit xảy ra quá mức, sự phân bố của Mn, Si, và Al không thể xảy ra sau khi cuộn, và lượng Mn, Si, và Al trong pha austenit dư thu được trong bước ủ nằm ngoài khoảng của sáng chế, nên khả năng cố định hình dạng là kém.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép bao gồm, tính theo % khối lượng:

C: 0,075 đến 0,300%;

Si: 0,30 đến 2,5%;

Mn: 1,3 đến 3,50%;

P: 0,001 đến 0,030%;

S: 0,0001 đến 0,0100%;

Al: 0,080 đến 1,500%;

N: 0,0001 đến 0,0100%;

O: 0,0001 đến 0,0100%; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó:

cấu trúc tấm thép chứa pha austenit dư với tỷ lệ từ 5 đến 20%, tính theo tỷ lệ thể tích ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép;

lượng C dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là từ 0,80 đến 1,00%, tính theo % khối lượng;

W_{Si} được xác định là lượng Si dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn, W_{Si*} được xác định là lượng trung bình của Si nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép;

W_{Mn} được xác định là lượng Mn dạng dung dịch-rắn được chứa trong pha austenit dư là 1,10 lần hoặc lớn hơn, W_{Mn*} được xác định là lượng trung bình của Mn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép; và

khi mức độ phân bố tần suất được đo, bằng cách thiết lập các vùng đo, mà mỗi vùng có đường kính 1 μ m hoặc nhỏ hơn nằm trong khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép, đối với tổng của tỷ lệ giữa W_{Si} được xác định là giá trị đo được của lượng Si trong mỗi vùng trong số các vùng đo và W_{Si*} là lượng trung bình của Si và tỷ lệ giữa W_{Al} được xác định là giá trị đo được của lượng Al trong mỗi vùng trong số các vùng đo và W_{Al*} được xác định là lượng trung bình của Al, trị số kiểu của mức độ phân bố tần suất là từ 1,95 đến 2,05, và

độ nhọn là 2,00 hoặc cao hơn.

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó:

cấu trúc tấm thép còn chứa pha ferit với tỷ lệ từ 10 đến 75%, tính theo tỷ lệ thể tích, và một hoặc cả hai pha ferit bainit và pha bainit với tỷ lệ từ 10 đến 50%, tính theo tổng tỷ lệ; và

pha mactensit được ram được giới hạn đến nhỏ hơn 10%, tính theo tỷ lệ thể tích, và pha mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích.

3. Tấm thép theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn bao gồm, tính theo % khối lượng:

một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số:

Ti: 0,005 đến 0,150%,

Nb: 0,005 đến 0,150%,

V: 0,005 đến 0,150%,

B: 0,0001 đến 0,0100%.

Mo: 0,01 đến 1,00%,

W: 0,01 đến 1,00%,

Cr: 0,01 đến 2,00%,

Ni: 0,01 đến 2,00%, và

Cu: 0,01 đến 2,00%, và/hoặc

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

4. Tấm thép mạ kẽm bao gồm:

tấm thép theo điểm 1 có lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt của nó.

5. Tấm thép mạ kẽm theo điểm 4, trong đó:

màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa phospho oxit và/hoặc phospho được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép bao gồm:

bước cán nóng là bước nung nóng phôi tấm chứa, tính theo % khối lượng:

C: 0,075 đến 0,300%;

Si: 0,30 đến 2,5%;

Mn: 1,3 đến 3,50%;

P: 0,001 đến 0,030%;

S: 0,0001 đến 0,0100%;

Al: 0,080 đến 1,500%;

N: 0,0001 đến 0,0100;

O: 0,0001 đến 0,0100; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, đến nhiệt độ 1100°C hoặc cao hơn,

thực hiện cán nóng trên phôi tấm ở khoảng nhiệt độ, mà trong đó nhiệt độ cao hơn giữa 850°C và nhiệt độ A_{r3} được thiết lập đến nhiệt độ giới hạn dưới,

thực hiện bước làm nguội thứ nhất để thực hiện làm nguội trong khoảng từ khi hoàn thiện cán đến khi bắt đầu cuộn ở tốc độ 10°C/giây hoặc lớn hơn giá trị trung bình,

thực hiện cuộn ở khoảng nhiệt độ cuộn từ 600 đến 750°C, và

thực hiện bước làm nguội thứ hai để làm nguội tấm thép được cuộn ở khoảng từ nhiệt độ cuộn đến (nhiệt độ cuộn – 100)°C ở tốc độ 15°C/giờ hoặc thấp hơn giá trị trung bình; và

ủ liên tục để thực hiện ủ tấm thép ở nhiệt độ nung nóng lớn nhất ($A_{c1} + 40$)°C đến 1000°C sau bước làm nguội thứ hai,

tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ ba ở tốc độ làm nguội trung bình là từ 1,0 đến 10,0°C/giây ở khoảng từ nhiệt độ nung nóng lớn nhất đến 700°C,

tiếp theo, thực hiện bước làm nguội thứ tư ở tốc độ làm nguội trung bình từ 5,0 đến 200,0°C/giây ở khoảng từ 700°C đến 500°C, và

tiếp theo, thực hiện bước duy trì để duy trì tấm thép sau khi được trải qua

bước làm nguội thứ tư trong thời gian từ 30 đến 1000 giây ở khoảng nhiệt độ từ 350 đến 450°C.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép theo điểm 6, trong đó phôi chứa theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số:

Ti: 0,005 đến 0,150%,

Nb: 0,005 đến 0,150%,

V: 0,005 đến 0,150%, và

B: 0,0001 đến 0,0100%,

Mo: 0,01 đến 1,00%,

W: 0,01 đến 1,00%,

Cr: 0,01 đến 2,00%,

Ni: 0,01 đến 2,00%, và

Cu: 0,01 đến 2,00%, và/hoặc

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

8. Phương pháp sản xuất tấm thép theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

cán nguội để thực hiện tẩy gỉ và sau đó thực hiện cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng 30 đến 75%, giữa bước cán nóng và bước ủ liên tục.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

cán tối để thực hiện cán tấm thép với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nhỏ hơn 10%, sau bước ủ liên tục.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm bao gồm các bước:

tạo ra, sau khi thực hiện bước duy trì khi sản xuất tấm thép theo phương pháp sản xuất theo điểm 6, lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép bằng cách tiến hành mạ kẽm bằng điện.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 10, trong đó:

sau khi lớp mạ kẽm được tạo ra, màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa một hoặc cả hai phospho oxit và phospho được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm.

12. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm bao gồm các bước:

tạo ra, giữa bước làm nguội thứ tư và bước duy trì, hoặc sau bước duy trì khi sản xuất tấm thép theo phương pháp sản xuất theo điểm 6, lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép bằng cách nhúng tấm thép trong bể mạ kẽm.

13. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 12, trong đó:

tấm thép sau khi được nhúng trong bể mạ kẽm được nung nóng lại đến nhiệt độ từ 460 đến 600°C, và được duy trì trong hai giây hoặc lớn hơn để tạo ra lớp mạ kẽm cần được hợp kim hóa.

14. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm theo điểm 13, trong đó:

sau khi lớp mạ kẽm được hợp kim hóa, màng phủ được làm từ oxit phức hợp chứa một hoặc cả hai phospho oxit và phospho được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.