



(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)



1-0026692

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/58; C21D 1/25; (13) B
C21D 6/00; C21D 7/13; C21D 9/00;
C21D 9/46; C21D 9/48; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/20;
C22C 38/22; C22C 38/24; C22C 38/26;
C22C 38/28; C22C 38/32; B21D 22/20;
C21D 1/18

(21) 1-2016-00982

(22) 12/09/2014

(86) PCT/JP2014/074184 12/09/2014

(87) WO 2015/041159 A1 26/03/2015

(30) 2013-193124 18/09/2013 JP

(45) 25/12/2020 393

(43) 27/06/2016 339A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

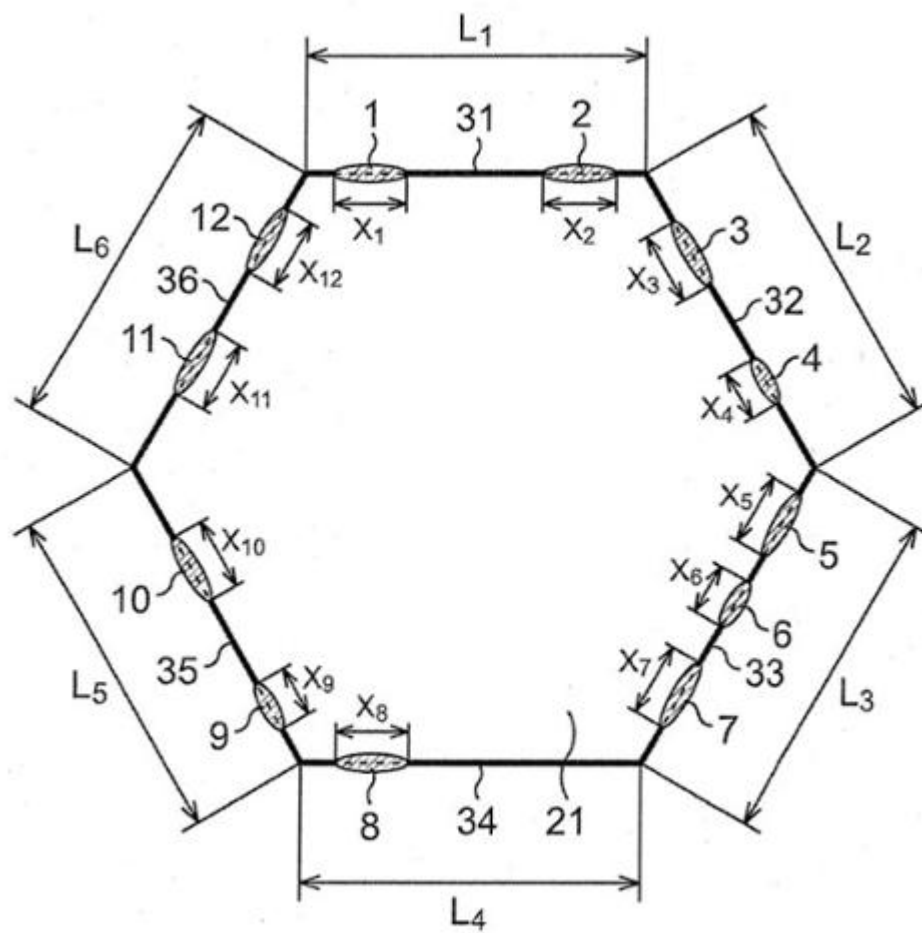
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) KAWASAKI, Kaoru (JP); AZUMA, Masafumi (JP); ABUKAWA, Genki (JP).

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

(54) BỘ PHẬN DẬP NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BỘ PHẬN DẬP NÓNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến bộ phận dập nóng bao gồm thành phần hóa học sau, tính theo % khối lượng: C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%; Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%; Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%; Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%; P: không lớn hơn 0,030%; S: không lớn hơn 0,0100%; O: không lớn hơn 0,0070%; N: không lớn hơn 0,0070%; Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%; Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%; V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%; Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%; Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%; Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%; Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%; và phần còn lại là: Fe và các tạp chất, và cấu trúc được biểu thị bằng: tỷ lệ diện tích của mactensit hoặc bainit, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng không nhỏ hơn 95%; hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt: không lớn hơn 80%; và tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết: không nhỏ hơn 45/ μm^2 .



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bộ phận dập nóng, được sử dụng cho thân xe ô tô hoặc các bộ phận khác và phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, việc làm giảm trọng lượng thân xe ô tô là một vấn đề quan trọng xét về việc bảo vệ môi trường toàn cầu, và các nghiên cứu về việc ứng dụng tấm thép có độ bền cao cho bộ phận thân xe đã được thực hiện một cách tích cực. Khi độ bền của tấm thép được sử dụng vẫn đang gia tăng, việc xem xét về khả năng gia công và khả năng cố định hình dạng của nó đã trở nên quan trọng. Hơn nữa, vì tải trọng tạo hình trong quy trình tạo hình ép tăng khi độ bền của tấm thép tăng, nên tăng khả năng ép cũng là vấn đề lớn.

Việc tạo hình dập nóng (sau đây còn được gọi là “dập nóng”) là kỹ thuật mà trong đó tấm thép được nung nóng tới nhiệt độ cao trong khoảng austenit và được tạo hình ép trong khi ở nhiệt độ cao. Vì tấm thép mềm được tạo ra trong quá trình tạo hình dập nóng, nên có thể thực hiện việc gia công phức tạp hơn. Hơn nữa, trong quá trình tạo hình dập nóng, vì bước làm nguội nhanh (tôi) được thực hiện ở thời điểm tạo hình ép để khiến cho kết cấu của tấm thép chịu biến đổi mactensit, nên có thể đạt được độ ổn định về độ bền và hình dạng theo lượng cacbon của tấm thép ở cùng thời điểm. Hơn nữa, vì tấm thép mềm được tạo hình trong quá trình tạo hình dập nóng, nên có thể làm giảm đáng kể tải trọng tạo hình so với việc tạo hình ép thông thường, mà được thực hiện ở nhiệt độ trong phòng.

Bộ phận dập nóng, mà được sản xuất thông qua việc tạo hình

dập nóng, đặc biệt là bộ phận dập nóng được dùng cho thân xe ô tô cần có độ bền tốt ở nhiệt độ thấp. Đôi khi bộ phận dập nóng được gọi là bộ phận tấm thép. Các kỹ thuật liên quan đến việc làm tăng độ bền và độ dẻo được mô tả trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5. Tuy nhiên, các kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5 không thể có đủ độ bền ở nhiệt độ thấp. Mặc dù các tài liệu sáng chế từ 6 đến 10 cũng bộ lộ các kỹ thuật liên quan đến việc tạo hình ép nóng hoặc tương tự, nhưng chúng cũng không thể có đủ độ bền ở nhiệt độ thấp.

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 2006-152427

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-180594

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-275612

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-184758

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2008-264836

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-161481

Tài liệu sáng chế 7: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 07-18322

Tài liệu sáng chế 8: Công bố đơn quốc tế số WO 2012/169640

Tài liệu sáng chế 9: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2013-14842

Tài liệu sáng chế 10: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-205477

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất bộ phận dập nóng mà có thể đạt được độ bền kéo và độ bền ở nhiệt độ thấp tuyệt vời, và phương pháp sản xuất bộ phận này.

Phương tiện để giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chuyên sâu về nguyên nhân khó đạt được đủ độ bền ở nhiệt độ thấp đối với bộ phận dập nóng thông thường. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng các cacbua nền sắt kết tủa hầu như trên tất cả biên hạt austenit đứng trước và nhờ đó nhiều khả năng xảy ra nứt gãy giữa các hạt. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng tốc độ làm nguội trong quá trình tạo hình dập nóng là yếu tố quan trọng để ức chế sự kết tủa của các cacbua nền sắt ở biên hạt austenit đã biết.

Theo đó, dựa vào những phát hiện này, các tác giả sáng chế đã hiểu được các khía cạnh khác nhau của sáng chế được mô tả dưới đây.

(1) bộ phận dập nóng chứa thành phần hóa học sau, tính theo % khối lượng:

C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%;

Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%;

Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%;

Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%;

P: không lớn hơn 0,030%;

S: không lớn hơn 0,0100%;

O: không lớn hơn 0,0070%;

N: không lớn hơn 0,0070%;

Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%;

Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%; và

phần còn lại là: Fe và các tạp chất; và

cấu trúc được biểu thị bằng:

tỷ lệ diện tích của mactensit hoặc bainit, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng không nhỏ hơn 95%;

hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt: không lớn hơn 80%; và

tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết: không nhỏ hơn $45/\mu\text{m}^2$.

(2) bộ phận dập nóng theo mục (1), trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ti: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; hoặc

V: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

(3) bộ phận dập nóng theo mục (1) hoặc (2), trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ni: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%; hoặc

Mo: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,50%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

(4) bộ phận dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), trong đó thành phần hóa học thỏa mãn

Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0300%.

(5) Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng, bao gồm các bước:

nung nóng tấm thép tới nhiệt độ không nhỏ hơn điểm A_{c3} và không lớn hơn 950°C với tốc độ nung nóng trung bình không nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$;

sau đó, làm nguội tấm thép này qua khoảng nhiệt độ từ điểm A_{r3} tới (điểm $M_s - 50$) $^{\circ}\text{C}$ với tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong khi thực hiện bước ép nóng; và

sau đó, làm nguội tấm thép này qua khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 50$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C với tốc độ làm nguội trung bình không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$,

trong đó:

tấm thép này chứa thành phần hóa học sau, tính theo % khối lượng:

C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%;

Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%;

Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm

trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%;

Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%;

P: không lớn hơn 0,030%;

S: không lớn hơn 0,0100%;

O: không lớn hơn 0,0070%;

N: không lớn hơn 0,0070%;

Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%;

Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%; và

phần còn lại là: Fe và các tạp chất, và

tốc độ làm nguội lớn nhất không lớn hơn 70°C/giây và tốc độ làm nguội nhỏ nhất không nhỏ hơn 5°C/giây trong khoảng nhiệt độ từ (điểm Ms - 120)°C tới 100°C.

(6) Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo mục (5), trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ti: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; hoặc

V: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

(7) Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo mục (5) hoặc (6), trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ni: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%; hoặc

Mo: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,50%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

(8) Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (5) đến (7), trong đó thành phần hóa học thỏa mãn

Ca hoặc REM hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0300%.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể đạt được độ bền kéo và độ bền ở nhiệt độ thấp tuyệt vời.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa hạt austenit đã biết, và các cacbua nền sắt mà đã kết tủa ở biên hạt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết. Bộ phận dập nóng theo phương án của sáng chế được sản xuất, như được mô tả chi tiết hơn dưới đây, thông qua việc tạo hình dập nóng bao gồm bước tôi tấm thép để dập nóng. Do vậy, độ thấm tôi và các điều kiện tôi của tấm thép để dập nóng ảnh hưởng đến bộ phận dập nóng.

Ở phần bắt đầu, cấu trúc của bộ phận dập nóng theo phương án này sẽ được mô tả. Bộ phận dập nóng theo phương án này bao gồm cấu trúc được biểu thị bằng: tỷ lệ diện tích của mactensit hoặc

bainit, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng không nhỏ hơn 95%; hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt: không lớn hơn 80%; và tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết: không nhỏ hơn $45/\mu\text{m}^2$.

(Tỷ lệ diện tích của mactensit hoặc bainit, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng không nhỏ hơn 95%)

Mactensit và bainit, đặc biệt là mactensit, rất quan trọng để đạt được độ bền của bộ phận dập nóng. Nếu tổng của tỷ lệ diện tích của mactensit và tỷ lệ diện tích của bainit mà nhỏ hơn 95%, thì khó đạt được đủ độ bền, ví dụ, độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa. Do đó, tỷ lệ diện tích của mactensit và tỷ lệ diện tích của bainit tổng là không nhỏ hơn. Mactensit có thể, ví dụ, hoặc là mactensit sạch hoặc mactensit ram. Mactensit ram thu được trong phương án này là, ví dụ, mactensit tự ram. Mactensit sạch là mactensit tôi. Mactensit ram chứa các cacbua nền sắt mà đã kết tủa sau hoặc trong quá trình làm nguội khi ram. Mactensit tự ram là mactensit ram mà được tạo ra trong quá trình làm nguội khi tôi mà không được xử lý nhiệt để ram. Để đạt được độ bền mong muốn một cách chắc chắn hơn, tỷ lệ diện tích của mactensit tốt hơn là lớn hơn tỷ lệ diện tích của bainit, và tỷ lệ diện tích của mactensit tốt hơn là nhỏ hơn 70%.

Phần còn lại khác với mactensit và bainit là một hoặc nhiều ferit, peclit, hoặc austenit còn lại chẳng hạn. Khối lượng của chúng tốt hơn là càng thấp càng tốt.

Việc xác định mactensit, bainit, ferit, peclit, và austenit còn lại, xác nhận các vị trí của chúng, và đo các tỷ lệ diện tích của chúng có thể được thực hiện bằng cách quan sát mặt cắt song song với chiều cán và chiều dày, hoặc mặt cắt vuông góc với chiều cán của bộ phận dập nóng. Việc quan sát mặt cắt có thể được thực hiện by, ví dụ, khắc mòn mặt cắt bằng chất phản ứng Nital, và quan sát nó ở độ khuếch đại từ 1000 lần đến 100000 lần bằng kính hiển vi

điện tử quét (SEM) hoặc kính hiển vi điện tử truyền qu (TEM). Các dung dịch khắc mòn khác có thể được sử dụng thay thế chất phản ứng Nital. Ví dụ về dung dịch khắc mòn tiện dụng được mô tả trong Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 59-219473. Dung dịch khắc mòn được mô tả trong Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 59-219473 là “dung dịch khắc mòn màu khác biệt ở chỗ chứa dung dịch xử lý trước và dung dịch xử lý tiếp theo, trong đó dung dịch xử lý trước được điều chế bằng cách trộn dung dịch A trong đó từ 1 đến 5g axit picric được hòa tan vào trong 100mL etanol, với dung dịch B trong đó từ 1 đến 25g natri thiosunfat và từ 1 đến 5g axit xitric được hòa tan vào trong 100mL nước, theo tỷ lệ 1 : 1, và sau đó bổ sung từ 1,5 đến 4% axit nitric vào dung dịch, và dung dịch xử lý tiếp theo được điều chế bằng cách trộn 10% dung dịch xử lý trước với 2% dung dịch Nital, hoặc trộn từ 2 đến 5% axit nitric với 100mL etanol.” Phân tích định hướng tinh thể sử dụng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM) cũng có thể được thực hiện để xác định các cấu trúc, xác nhận các vị trí của chúng, và đo các tỷ lệ diện tích của chúng. Các cấu trúc cũng có thể được xác định từ việc đo độ cứng của vùng nhỏ, như đo vi độ cứng Vicker chẳng hạn.

Các tỷ lệ diện tích của bainit và mactensit cũng có thể được đo theo cách sau. Ví dụ, mẫu thu được mà có mặt cắt song song với chiều cán và chiều dày của tấm thép làm bề mặt quan sát, bề mặt quan sát được đánh bóng bằng điện, và một phần của tấm thép ở độ sâu từ 1/8 đến 3/8 chiều dày của nó từ bề mặt được quan sát bằng FE-SEM. Trong trường hợp này, mỗi phép đo được thực hiện ở độ khuếch đại 5000 lần ở 10 trường nhìn, tỷ lệ diện tích được giả định là trị số trung bình của nó. Mactensit được quan sát cũng có thể bao gồm ram. Vì mactensit có thể không được khắc mòn đủ bằng cách khắc mòn bằng Nital, nên các tỷ lệ diện tích của ferit và bainit có thể được đo bằng phương pháp nêu trên bằng cách sử dụng FE-SEM,

và tỷ lệ diện tích của mactensit có thể được giả định là tỷ lệ diện tích của phần chưa được khắc mòn mà được quan sát bằng FE-SEM. Tỷ lệ diện tích của austenit còn lại cũng có thể được xác định từ phép đo cường độ bởi sự nhiễu xạ tia X. Ví dụ, có thể được xác định từ tỷ lệ cường độ nhiễu xạ tia X giữa ferit và austenit. Ferit, mà được tạo ra từ các hạt dạng cục, nghĩa là cấu trúc không bao gồm cấu trúc phụ bất kỳ như thanh trong đó.

(Hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt: không lớn hơn 80%)

Hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt có nghĩa là tỷ lệ của các phần mà tại đó các cacbua nền sắt đã kết tủa trong biên hạt austenit đã biết. Các phần của biên hạt austenit đã biết trong đó các cacbua nền sắt đã kết tủa nhìn giống như được bao phủ bằng các cacbua nền sắt khi được quan sát bằng kính hiển vi. Nếu tỷ lệ của các phần mà tại đó các cacbua nền sắt đã kết tủa trong biên hạt austenit đã biết lớn hơn 80%, thì nhiều khả năng xảy ra nứt gãy giữa các hạt, và do đó không thể đạt được đủ độ bền ở nhiệt độ thấp. Do đó, hệ số bao phủ không lớn hơn 80%. Để đạt được độ bền tốt hơn nữa ở nhiệt độ thấp, thì tốt hơn là hệ số bao phủ không lớn hơn 70%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 60%.

(Tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết: không nhỏ hơn $45/\mu\text{m}^2$)

Các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết góp phần làm tăng độ bền ở nhiệt độ thấp. Nếu tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết là nhỏ hơn $45/\mu\text{m}^2$, thì không thể đạt được đủ độ bền ở nhiệt độ thấp. Do đó, tỷ trọng không nhỏ hơn $45/\mu\text{m}^2$. Để đạt được more độ bền tốt hơn ở nhiệt độ thấp, thì tỷ trọng tốt hơn là nhỏ hơn $50/\mu\text{m}^2$. Nếu tỷ trọng lớn hơn $200/\mu\text{m}^2$, thì hiệu quả làm tăng độ bền ở nhiệt độ thấp bị bão hòa. Do đó, tỷ trọng tốt hơn là không lớn hơn $200/\mu\text{m}^2$.

Cacbua nền sắt là hợp phần chứa sắt và cacbon, các ví dụ về chúng bao gồm cementit (pha θ), pha ε , và pha χ . Như sẽ mô tả dưới đây, Si hoặc hợp chất tương tự có thể được hòa tan vào trong và được chứa trong cacbua sắt. Các cacbua không chứa sắt, như cacbua Ti và cacbua Nb chẳng hạn, không tương ứng với cacbua nền sắt.

Ở đây, phương pháp xác định hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt sẽ được mô tả có dựa vào hình vẽ Fig.1. Fig.1 là sơ đồ minh họa hạt austenit đã biết, và các cacbua nền sắt mà đã kết tủa ở biên hạt.

Trong ví dụ được minh họa trên Fig.1, hạt austenit đã biết 21 mà có dạng hình lục giác ở bề mặt quan sát có trong bộ phận dập nóng. Các cacbua nền sắt 1 và 2 kết tủa ở phía thứ nhất 31, các cacbua nền sắt 3 và 4 kết tủa ở phía thứ hai 32, các cacbua nền sắt 5, 6 và 7 kết tủa ở phía thứ ba 33, cacbua nền sắt 8 kết tủa ở phía thứ tư 34, các cacbua nền sắt 9 và 10 kết tủa ở phía thứ năm 35, và các cacbua nền sắt 11 và 12 kết tủa ở phía thứ sáu 36. Chiều dài của phía 31 là L_1 , chiều dài của phía 32 là L_2 , chiều dài của phía 33 là L_3 , chiều dài của phía 34 là L_4 , chiều dài của phía 35 là L_5 , và chiều dài của phía 36 là L_6 . Các chiều dài của các cacbua nền sắt 1 và 2 trên biên hạt lần lượt là X_1 và X_2 ; các chiều dài của các cacbua nền sắt 3 và 4 trên biên hạt lần lượt là X_3 và X_4 ; các chiều dài của các cacbua nền sắt 5, 6 và 7 trên biên hạt lần lượt là X_5 , X_6 và X_7 ; chiều dài của cacbua nền sắt 8 trên biên hạt là X_8 ; các chiều dài của các cacbua nền sắt 9 và 10 trên biên hạt lần lượt là X_9 và X_{10} ; các chiều dài của các cacbua nền sắt 11 và 12 trên biên hạt lần lượt là X_{11} và X_{12} . Lưu ý là, “chiều dài của cacbua nền sắt trên biên hạt” có nghĩa là khoảng cách giữa hai điểm giao nhau giữa cacbua nền sắt và biên hạt ở bề mặt quan sát.

Sau đó, tổng L (μm) của các chiều dài của sáu phía từ 31 đến 36 được tìm thấy, và tổng X (μm) của các chiều dài của các cacbua

nền sắt từ 1 đến 12 trên biên hạt được tìm thấy để xác định trị số được biểu thị bởi “ $(X/L) \times 100$ ” (%) là hệ số che phủ. Lưu ý là, khi xác định hệ số che phủ ở một bộ phận dập nóng, các hệ số che phủ được xác định cho mỗi trong số 10 hoặc nhiều hạt austenit đã biết có trong bộ phận dập nóng, và trị số trung bình của nó được giả định là hệ số bao phủ trong bộ phận dập nóng. Biên hạt austenit đã biết được giả định là phần mà bị gây xuất hiện bởi dung dịch khắc mòn có chứa natri dodecylbenzenesulfonat, và hạt austenit đã biết và các cacbua nền sắt đã kết tủa ở biên hạt của chúng được quan sát bằng FE-SEM.

Mặc dù hạt austenit đã biết 21 mà có dạng hình lục giác ở bề mặt quan sát được minh họa dưới dạng ví dụ trên Fig.1, nói chung, các hạt austenit thực đã biết có nhiều hình dạng phức tạp. Do đó, thực tế, các phía của hạt austenit đã biết được xác định theo hình dạng của hạt austenit được quan sát đã biết, và tổng của các chiều dài của mỗi phía được xác định. Khi phân công có mặt ở biên hạt, thì phần có thể xấp xỉ với các phía.

Sau đó, thành phần hóa học của bộ phận dập nóng theo phương án của sáng chế và tấm thép được sử dụng để sản xuất bộ phận dập nóng sẽ được mô tả. Trong phần mô tả dưới đây, ký hiệu “%”, mà là đơn vị của mỗi nguyên tố có trong bộ phận dập nóng và tấm thép được sử dụng để sản xuất bộ phận dập nóng, có nghĩa là, trừ phi có quy định khác, “% khối lượng”. Bộ phận dập nóng và tấm thép được sử dụng để sản xuất bộ phận dập nóng have thành phần hóa học được biểu thị bởi: C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%; Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%; Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%; Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%; P: không lớn hơn 0,030%; S: không lớn hơn 0,0100%; O: không lớn hơn 0,0070%; N: không lớn hơn

0,0070%; Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%; Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%; V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%; Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%; Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%; Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%; Ca hoặc REM (kim loại đất hiếm), hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%; và phần còn lại là: Fe và các tạp chất. Đối với các tạp chất, các tạp chất này được chứa trong các nguyên liệu thô như các quặng và các phế liệu chẳng hạn, và các tạp chất này được đưa vào quy trình sản xuất được lấy làm ví dụ.

(C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%)

C (Cacbon) là nguyên tố để làm tăng độ bền của bộ phận dập nóng. Nếu hàm lượng C mà nhỏ hơn 0,120%, thì không thể đạt được đủ hiệu quả bởi chức năng nêu trên. Ví dụ, không thể đạt được độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa. Do đó, hàm lượng C không nhỏ hơn 0,120%. Để đạt được độ bền tốt hơn, thì hàm lượng C tốt hơn là nhỏ hơn 0,140%, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 0,150%. Nếu hàm lượng C lớn hơn 0,400%, thì độ bền lại thừa, và không thể đạt được đủ độ bền ở nhiệt độ thấp. Hơn nữa, cũng khó đạt được đủ tính chịu hàn và khả năng gia công. Do đó, hàm lượng C không lớn hơn 0,400%. Để đạt được độ bền tốt hơn ở nhiệt độ thấp, thì hàm lượng C tốt hơn là không lớn hơn 0,370%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,350%.

(Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%)

Si (Silic) là nguyên tố hòa tan trong oxit nền sắt nhờ đó làm tăng độ bền chịu làm giòn bằng hydro. Mặc dù sự tương quan chi tiết giữa Si và độ bền chịu làm giòn bằng hydro là không rõ ràng, nhưng suy ra rằng sự biến dạng đàn hồi tại giao diện giữa cacbua nền sắt và pha ma trận tăng lên như kết quả của Si hòa tan trong cacbua nền sắt, và nhờ đó khả năng bão hydro của cacbua nền sắt được tăng lên. Nếu hàm lượng Si mà nhỏ hơn 0,005%, thì không thể đạt được đủ

hiệu quả bởi chức năng nêu trên. Do đó, hàm lượng Si không nhỏ hơn 0,005%. Để đạt được độ bền chịu làm giòn bằng hydro tốt hơn, thì hàm lượng Si tốt hơn là nhỏ hơn 0,01%, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 0,15%. Nếu hàm lượng Si lớn hơn 2,000%, thì hiệu quả làm tăng độ bền chịu làm giòn bằng hydro bị bão hòa, và điểm Ac3 là quá cao, do đó làm tăng bất hợp lý nhiệt độ nung trong quá trình tạo hình dập nóng. Do đó, hàm lượng Si không lớn hơn 2,000%. Xem xét tính cân bằng giữa độ bền chịu làm giòn bằng hydro và điểm Ac3, hàm lượng Si tốt hơn là không lớn hơn 1,600%.

Si cũng ảnh hưởng đến khả năng mạ và đặc tính mặt gãy vỡ. Ví dụ, nếu hàm lượng Si lớn hơn 0,005%, thì khả năng mạ giảm, do vậy đôi khi dẫn đến không mạ được. Với lý do này, khi tấm thép mạ được sử dụng làm tấm thép để dập nóng, thì hàm lượng Si tốt hơn là không lớn hơn 0,500%. Mặt khác, Si làm tăng đặc tính mặt gãy vỡ. Do đó, khi tấm thép mạ được sử dụng làm tấm thép để dập nóng, thì hàm lượng Si tốt hơn là nhỏ hơn 0,500% để đạt được độ bền chịu mặt gãy vỡ tốt.

(Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%)

Mn (Mangan) và Cr (Crom) là các nguyên tố quan trọng để làm trễ sự biến đổi ferit trong quá trình làm nguội khi tạo hình dập nóng, và nhờ đó đạt được kết cấu mong muốn của bộ phận dập nóng được mô tả dưới đây. Nếu tổng hàm lượng Mn và Cr mà nhỏ hơn 1,00%, thì có thể là ferit và peclit được tạo ra trong quá trình làm nguội khi tạo hình dập nóng, và không thể đạt được kết cấu mong muốn. Do vậy, vì không thể đạt được kết cấu mong muốn, nên khó đạt được đủ độ bền, ví dụ, độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa. Do đó, nếu tổng hàm lượng Mn và Cr không nhỏ hơn 1,00%. Để đạt được độ bền tốt hơn, nếu tổng hàm lượng Mn và Cr tốt hơn là nhỏ hơn 1,30%, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 1,40%. Nếu tổng hàm

lượng Mn và Cr mà lớn hơn 3,00%, thì hiệu quả làm trễ sự biến đổi ferit và nhờ đó làm tăng độ bền bị bão hòa. Hơn nữa, độ bền của tấm thép cán nóng tăng quá mức, và do đó, sự nứt đôi khi xảy ra trong quá trình cán nguội, và/hoặc làm mòn và làm hỏng lưỡi được dùng để cắt đôi khi dễ thấy. Do đó, nếu tổng hàm lượng Mn và Cr không lớn hơn 3,00%. Xem xét phạm vi thích hợp về độ bền, tổng hàm lượng Mn và Cr tốt hơn là không lớn hơn 2,9%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 2,8%. Nếu chứa quá nhiều Mn, thì xảy ra sự làm giòn do sự phân đoạn của Mn, và do đó, vấn đề như sự vỡ bản đúc chẳng hạn có nhiều khả năng xảy ra, và đồng thời khả năng hàn có khả năng bị giảm. Mặc dù hàm lượng của mỗi Mn và Cr không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng hàm lượng Mn không nhỏ hơn 0,8%, và hàm lượng Cr không nhỏ hơn 0,2% chẳng hạn.

(Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%)

Al (Nhôm) là nguyên tố hiệu quả để khử oxy. Nếu hàm lượng Al mà nhỏ hơn 0,005%, thì sự khử oxy là không đủ, và lượng lớn các oxit có thể còn lại trong bộ phận dập nóng, đặc biệt là làm giảm khả năng biến dạng cục bộ. Hơn nữa, sự biến đổi của các đặc điểm tăng. Do đó, hàm lượng Al không nhỏ hơn 0,005%. Để khử oxy đủ, hàm lượng Al tốt hơn là nhỏ hơn 0,006%, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 0,007%. Nếu hàm lượng Al mà lớn hơn 0,100%, lượng lớn các oxit chủ yếu bao gồm nhôm còn lại trong bộ phận dập nóng, nhờ đó làm giảm khả năng biến dạng cục bộ. Do đó, hàm lượng Al không lớn hơn 0,100%. Để ngăn chặn sự tồn tại của nhôm, thì hàm lượng Al tốt hơn là không lớn hơn 0,08%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,075%.

(B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%)

B (Bo) là nguyên tố để làm tăng độ thấm tôi của tấm thép để dập nóng. Do đó làm tăng độ thấm tôi, để đạt được mactensit hơn trong cấu trúc của bộ phận dập nóng. Nếu hàm lượng B mà nhỏ hơn

0,0003%, thì không đạt được đầy đủ hiệu quả của chức năng nêu trên. Để đạt được độ thấm tôi tốt hơn, thì hàm lượng B tốt hơn là nhỏ hơn 0,0004%, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 0,0005%. Nếu hàm lượng B lớn hơn 0,0020%, thì hiệu quả làm tăng độ thấm tôi bị bão hòa, và các borua nền sắt kết tủa quá mức, làm giảm độ thấm tôi. Do đó, hàm lượng B không lớn hơn 0,0020%. Để ngăn chặn sự kết tủa của các borua nền sắt, thì hàm lượng B tốt hơn là không lớn hơn 0,0018%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,0017%.

(P: không lớn hơn 0,030%)

P (Photpho) không phải là nguyên tố thiết yếu, và được chứa trong thép dưới dạng tạp chất chẳng hạn. P là nguyên tố mà phân tách ở phần giữa theo chiều dày của tấm thép, do đó làm giòn vùng được hàn. Với lý do này, hàm lượng P tốt hơn là càng thấp càng tốt. Đặc biệt, nếu hàm lượng P lớn hơn 0,030%, thì sự làm giòn của vùng được hàn là rõ ràng. Do đó, hàm lượng P là không lớn hơn 0,030%. Hàm lượng P tốt hơn là không lớn hơn 0,020%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,015%. Việc giảm hàm lượng P là rất tốn kém, và việc làm giảm hàm lượng này tới nhỏ hơn 0,001% làm tăng chi phí đáng kể. Với lý do này, hàm lượng P có thể không nhỏ hơn 0,001%.

(S: không lớn hơn 0,0100%)

S (Lưu huỳnh) không phải là nguyên tố thiết yếu và được chứa trong thép dưới dạng tạp chất chẳng hạn. S là nguyên tố mà gây trở ngại cho việc đúc và cán nóng trong việc sản xuất tấm thép, nhờ đó làm giảm khả năng hàn của bộ phận dập nóng. Với lý do này, hàm lượng S tốt hơn là càng thấp càng tốt. Đặc biệt, nếu hàm lượng S mà lớn hơn 0,0100%, thì các tác dụng phụ là rõ ràng. Do đó, hàm lượng S tốt hơn là không lớn hơn 0,0100%. Hàm lượng S tốt hơn là không lớn hơn 0,008%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,005%. Việc làm giảm hàm lượng S là rất tốn kém, và việc làm giảm hàm lượng này tới nhỏ hơn 0,0001% làm tăng chi phí đáng kể. Với lý do này, hàm

lượng S có thể không nhỏ hơn 0,0001%.

(O: không lớn hơn 0,0070%)

O (Oxy) không phải là nguyên tố thiết yếu và được chứa trong thép dưới dạng tạp chất chẳng hạn. O là nguyên tố tạo thành oxit, và do đó gây giảm các đặc tính của tấm thép để dập nóng. Ví dụ, các oxit ở vùng lân cận của bề mặt của tấm thép có thể gây ra lỗ hổng bề mặt, do đó làm giảm chất lượng hình thức bên ngoài. Nếu oxit ở bề mặt cắt, thì nó tạo thành lỗ hổng dạng khác lõm trên bề mặt cắt, gây làm giảm các đặc tính của bộ phận dập nóng. Với lý do này, hàm lượng O tốt hơn là càng thấp càng tốt. Đặc biệt, nếu hàm lượng O lớn hơn 0,0070%, thì việc làm giảm các đặc tính là rõ ràng. Do đó, hàm lượng O không lớn hơn 0,0070%. Hàm lượng O tốt hơn là không lớn hơn 0,0050%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,0040%. Việc làm giảm hàm lượng O là rất tốn kém, và việc làm giảm hàm lượng này tới nhỏ hơn 0,0001% làm tăng chi phí đáng kể. Với lý do này, hàm lượng O có thể không nhỏ hơn 0,0001%.

(N: không lớn hơn 0,0070%)

N (Nito) không phải là nguyên tố thiết yếu, và được chứa trong thép dưới dạng tạp chất chẳng hạn. N là nguyên tố tạo thành các nitrua thô, nhờ đó làm giảm khả năng uốn cong và khả năng mở rộng lỗ. N cũng gây ra các vết rỗ khí trong quá trình hàn. Với lý do này, hàm lượng N tốt hơn là càng thấp càng tốt. Đặc biệt, nếu hàm lượng N lớn hơn 0,0070%, thì sự làm giảm khả năng uốn cong và khả năng mở rộng lỗ là rõ ràng. Do đó, hàm lượng N không lớn hơn 0,0070%. Việc làm giảm hàm lượng N là rất tốn kém, và việc làm giảm hàm lượng này tới nhỏ hơn 0,0005% làm tăng chi phí đáng kể. Với lý do này, hàm lượng N có thể không nhỏ hơn 0,0005%. Hơn nữa, xét về quan điểm chi phí sản xuất, hàm lượng N có thể không nhỏ hơn 0,0010%.

Ti, Nb, V, Ni, Cu, Mo, Ca, và REM không phải là các nguyên tố thiết yếu, và các nguyên tố tùy chọn mà có thể được chứa một cách thích hợp với lượng định trước như giới hạn về tấm thép để dập nóng, và trong bộ phận dập nóng.

(Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%, Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%, V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%)

Ti, Nb, và V là các nguyên tố ngăn chặn sự phát triển hạt tinh thể của pha austenit trong quá trình tạo hình dập nóng và do vậy góp phần làm tăng độ bền và độ dai thông qua việc tăng bền làm mịn hạt của cấu trúc biến đổi. Ti cũng có chức năng kết hợp với N để tạo ra TiN, nhờ đó ngăn chặn B tạo thành nitrua. Do đó, một hoặc hỗn hợp bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm các nguyên tố này có thể được chứa. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ti, hàm lượng Nb, và hàm lượng V bất kỳ lớn hơn 0,100%, thì các cacbua Ti, các cacbua Nb, hoặc các cacbua V được tạo ra quá nhiều, dẫn tới làm thiếu hụt lượng C, mà góp phần làm tăng bền mactensit, vì vậy không thể đạt được đủ độ bền. Do đó, tất cả hàm lượng Ti, hàm lượng Nb, và hàm lượng V không lớn hơn 0,100%. Hàm lượng Ti, hàm lượng Nb, và hàm lượng V bất kỳ tốt hơn là không lớn hơn 0,080%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,050%. Để đạt được hiệu quả của chức năng nêu trên một cách chắc chắn, tất cả hàm lượng Ti, hàm lượng Nb, và hàm lượng V tốt hơn là không nhỏ hơn 0,005%. Nghĩa là, tốt hơn là “Ti: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%”, “Nb: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%”, hoặc “V: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%”, hoặc hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này được thỏa mãn.

(Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%, Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%, Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%)

Ni, Cu, và Mo là các nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của tấm thép để dập nóng. Như kết quả làm tăng độ thấm tôi, có nhiều khả năng là mactensit được tạo ra trong cấu trúc của bộ phận dập nóng.

Do đó, một hoặc hỗn hợp bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm các nguyên tố này có thể được chứa. Tuy nhiên, nếu hoặc hàm lượng Ni hoặc hàm lượng Cu lớn hơn 2,00%, hoặc hàm lượng Mn lớn hơn 0,50%, thì khả năng hàn và khả năng gia công nóng giảm. Do đó, cả hàm lượng Ni và hàm lượng Cu đều không lớn hơn 2,00%, và hàm lượng Mn không lớn hơn 0,50%. Để chắc chắn đạt được hiệu quả của chức năng nêu trên, thì bất kỳ hàm lượng Ni, hàm lượng Cu, và hàm lượng Mn tốt hơn là nhỏ hơn 0,01%. Nghĩa là, tốt hơn là “Ni: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%”, “Cu: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%”, hoặc “Mo: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,50%”, hoặc hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này được thỏa mãn.

(Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%)

Ca và REM là các nguyên tố góp phần làm tăng độ bền, và nâng cao độ dai thông qua kết cấu. Do đó, Ca hoặc REM hoặc cả hai nguyên tố này có thể được chứa. Tuy nhiên, nếu tổng hàm lượng Ca và hàm lượng REM mà lớn hơn 0,0300%, thì khả năng đúc và khả năng gia công nóng giảm. Do đó, tổng hàm lượng Ca và hàm lượng REM không lớn hơn 0,0300%. Để chắc chắn đạt được hiệu quả của chức năng nêu trên, thì tổng hàm lượng Ca và hàm lượng REM tốt hơn là không nhỏ hơn 0,0005%. Nghĩa là, tốt hơn là “Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0300%” được thỏa mãn. REM đề cập đến các nguyên tố thuộc về Sc, Y, và các nguyên tố thuộc về chuỗi lantanoid, và “hàm lượng REM” có nghĩa là tổng hàm lượng của các nguyên tố này. Về công nghiệp, REM thường được bổ sung làm kim loại đất hiếm, và nó chứa nhiều loại nguyên tố như La và Ce chẳng hạn. Nguyên tố kim loại thuộc REM, như La kim loại và Ce kim loại chẳng hạn, có thể được bổ sung độc lập.

Theo bộ phận dập nóng theo phương án này, có thể đạt được độ

bền kéo và độ bền ở nhiệt độ thấp tuyệt vời vì nó có thành phần hóa học và kết cấu thích hợp.

Sau đó, phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Theo phương pháp được mô tả ở đây, có thể sản xuất bộ phận dập nóng theo phương án của sáng chế.

Trong phương pháp sản xuất, tấm thép để dập nóng, mà có thành phần hóa học nêu trên, được nung nóng tới nhiệt độ không nhỏ hơn điểm A_{c3} và không lớn hơn 950°C với tốc độ nung nóng trung bình không nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$; sau đó được làm nguội qua khoảng nhiệt độ từ điểm A_{r3} tới $(\text{điểm } M_s - 50)^{\circ}\text{C}$ với tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong khi thực hiện bước ép nóng; và được làm nguội thêm qua khoảng nhiệt độ từ $(\text{điểm } M_s - 50)^{\circ}\text{C}$ tới 100°C với tốc độ làm nguội trung bình không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tốc độ làm nguội lớn nhất không lớn hơn $70^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ và tốc độ làm nguội nhỏ nhất không nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong khoảng nhiệt độ từ $(\text{điểm } M_s - 120)^{\circ}\text{C}$ tới 100°C .

(Nhiệt độ nung nóng: không nhỏ hơn A_{c3} và không lớn hơn 950°C)

Nhiệt độ mà tấm thép để dập nóng được nung nóng tới không nhỏ hơn A_{c3} và không lớn hơn 950°C . Tấm thép bị có cấu trúc pha đơn austenit bằng cách nung nóng tấm thép tới nhiệt độ không nhỏ hơn điểm A_{c3} . Có thể đạt được cấu trúc trong đó tỷ lệ diện tích của mactensit và tỷ lệ diện tích của bainit không nhỏ hơn 95%, do đó đạt được độ bền cao, ví dụ, độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa bằng cách cho tấm thép có cấu trúc pha đơn austenit được tôi. Vì kết cấu của tấm thép bao gồm ferit khi nhiệt độ nung nhỏ hơn điểm A_{c3} , thậm chí nếu việc tôi tấm thép này được thực hiện, ferit phát triển và không thể đạt được độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa. Do đó, nhiệt độ nung không nhỏ hơn điểm A_{c3} . Khi nhiệt độ nung lớn hơn 950°C , các hạt austenit trở nên thô, và độ bền ở nhiệt độ thấp sau

khi tôi giảm. Do đó, nhiệt độ nung không lớn hơn 950°C.

Điểm Ac3 có thể được xác định từ công thức dưới đây.

$$\text{điểm Ac3 (}^{\circ}\text{C)} = 910 - 203\sqrt{\text{C} - 30\text{Mn} - 11\text{Cr} + 44,7\text{Si} + 400\text{Al} + 700\text{P} - 15,2\text{Ni} - 20\text{Cu} + 400\text{Ti} + 104\text{V} + 31,5\text{Mo}}$$

(mỗi C, Mn, Cr, Si, Al, P, Ni, Cu, Ti, V, và Mo biểu thị hàm lượng (% khối lượng) của mỗi thành phần trong tấm thép.)

Nếu Ni, Cu, Ti, V và/hoặc Mo, là các nguyên tố tùy chọn, không có trong tấm thép, thì hàm lượng của nguyên tố bất kỳ mà không được chứa được cho là 0 (% khối lượng).

(Tốc độ nung nóng trung bình: không nhỏ hơn 2°C/giây)

Khi tốc độ nung nóng mà nhỏ hơn 2°C/giây, thì các hạt austenit trở nên thô trong quá trình nung nóng, và không đạt được đủ độ bền ở nhiệt độ thấp và độ bền chịu mặt gãy trễ. Do đó, tốc độ nung nóng trung bình trong quá trình nung nóng tới nhiệt độ không nhỏ hơn điểm Ac3 và không lớn hơn 950°C không nhỏ hơn 2°C/giây. Để ngăn chặn thêm sự làm thô các hạt austenit, thì tốc độ nung nóng trung bình tốt hơn là nhỏ hơn 3°C/giây, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 4°C/giây. Hơn nữa, việc làm tăng tốc độ nung nóng cũng có hiệu quả làm tăng năng suất. Các hiệu quả của phương án theo sáng chế có thể đạt được thậm chí không thiết đặt đặc biệt giới hạn trên của tốc độ nung nóng trung bình. Do đó, tốc độ nung nóng trung bình có thể được thiết lập một cách thích hợp xét về khả năng của trang thiết bị sản xuất như các thiết bị nung nóng chẳng hạn, mà không thiết lập đặc biệt giới hạn trên của tốc độ nung nóng trung bình. Ở đây, tốc độ nung nóng trung bình là trị số đạt được bằng cách chia sự chênh lệch giữa nhiệt độ mà việc nung nóng được bắt đầu tại đó và nhiệt độ nung bằng một khoảng thời gian cho việc nung nóng.

Sau khi được nung nóng tới nhiệt độ không nhỏ hơn điểm Ac3 và không lớn hơn 950°C với tốc độ nung nóng trung bình không nhỏ

hơn 2°C/giây, tấm thép được làm nguội trong khi được tiến hành dập nóng. Nghĩa là, việc tạo hình dập nóng được thực hiện. Sự biến đổi và sự kết tủa của các cacbua nền sắt diễn ra theo nhiệt độ trong quá trình làm nguội. Ở đây, mối tương quan giữa nhiệt độ, và sự biến đổi và sự kết tủa của các cacbua nền sắt sẽ được mô tả.

Ở phần bắt đầu, trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ nung tới điểm Ar₃, không xảy ra sự biến đổi như biến đổi ferit chẳng hạn, và sự kết tủa của các cacbua nền sắt. Do đó, tốc độ làm nguội ở khoảng nhiệt độ này không ảnh hưởng đến cấu trúc của bộ phận dập nóng. Khi nhiệt độ của tấm thép đạt tới điểm Ar₃, sự biến đổi ferit và/hoặc sự biến đổi peclit có thể bắt đầu phụ thuộc vào tốc độ làm nguội, và khi nhiệt độ nằm trong khoảng nhiệt độ thấp hơn điểm A₁, các cacbua nền sắt bắt đầu kết tủa. Do đó, tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ không lớn hơn điểm Ar₃ ảnh hưởng đáng kể đến cấu trúc của bộ phận dập nóng. Các cacbua nền sắt kết tủa cả ở biên hạt và ở hạt austenit đã biết, và chúng có nhiều khả năng kết tủa ở biên hạt ở nhiệt độ không nhỏ hơn (điểm Ms - 50)°C, và ở hạt ở nhiệt độ không lớn hơn (điểm Ms - 50)°C. Do đó, điều quan trọng là thay đổi tốc độ làm nguội trung bình đối với nhiệt độ (điểm Ms - 50)°C. Sự kết tủa của các oxit nền sắt là rất khó xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn 100°C, và sự biến đổi không xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn 100°C. Do đó, tốc độ làm nguội ở khoảng nhiệt độ này không ảnh hưởng đến cấu trúc của bộ phận dập nóng. Sau đó, trong phương án này, tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ điểm Ar₃ tới (điểm Ms - 50)°C, và tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ (điểm Ms - 50)°C tới 100°C được thỏa mãn.

Điểm Ar₃ (điểm biến đổi Ar₃) và điểm Ms có thể được phát hiện từ các công thức dưới đây.

$$\text{điểm Ar}_3 (^{\circ}\text{C}) = 901 - 325C + 33\text{Si} - 92(\text{Mn} + \text{Ni}/2 + \text{Cr}/2 + \text{Cu}/2 + \text{Mo}/2)$$

$$\text{điểm Ms (}^{\circ}\text{C)} = 561 - 474C - 33Mn - 17Ni - 17Cr - 21Mo$$

(mỗi C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu, và Mo biểu thị hàm lượng (% khối lượng) của mỗi thành phần trong tấm thép.)

Nếu Ni, Cu, Ti, V và/hoặc Mo, là các nguyên tố tùy chọn, không có trong tấm thép, thì hàm lượng của nguyên tố bất kỳ mà không được chứa được cho là 0 (% khối lượng).

Vì có mối tương quan như được mô tả ở trên giữa nhiệt độ, và sự biến đổi và sự kết tủa của các cacbua nền sắt, nên được hiểu rằng tốc độ làm nguội được kiểm soát đối với mỗi trong bốn khoảng nhiệt độ dưới đây. Bốn khoảng nhiệt độ bao gồm khoảng nhiệt độ thứ nhất từ nhiệt độ nung tới điểm Ar₃, khoảng nhiệt độ thứ hai từ điểm Ar₃ tới (điểm Ms - 50)[°]C, khoảng nhiệt độ thứ ba từ (điểm Ms - 50)[°]C tới 100[°]C, và khoảng nhiệt độ thứ tư thấp hơn 100[°]C.

(Khoảng nhiệt độ thứ nhất)

Trong khoảng nhiệt độ thứ nhất (từ nhiệt độ nung tới điểm Ar₃), vì không có sự biến đổi như biến đổi ferit chẳng hạn, như nêu trên, mà cũng không có sự kết tủa của các cacbua nền sắt xảy ra, không cần kiểm soát một cách đặc biệt tốc độ làm nguội. Tuy nhiên, xem xét rằng tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai không nhỏ hơn 100[°]C/giây như được mô tả dưới đây, tốt hơn là tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ nhất không nhỏ hơn 100[°]C/giây.

(Khoảng nhiệt độ thứ hai)

Trong khoảng nhiệt độ thứ hai (từ điểm Ar₃ tới (điểm Ms - 50)[°]C), sự biến đổi ferit và sự biến đổi peclit xảy ra phụ thuộc vào tốc độ làm nguội, và còn các cacbua nền sắt kết tủa trong khoảng nhiệt độ thấp hơn điểm A₁, như nêu trên. Nếu tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai không nhỏ hơn 100[°]C/giây, thì có thể tránh được sự biến đổi ferit và sự biến đổi peclit, nhờ đó

khiến cho tổng tỷ lệ diện tích mactensit và tỷ lệ diện tích bainit không nhỏ hơn 95%. Mặt khác, nếu tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai là nhỏ hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sự biến đổi ferit và/hoặc sự biến đổi peclit xảy ra sao cho không thể khiến cho tổng tỷ lệ diện tích mactensit và tỷ lệ diện tích bainit không nhỏ hơn 95%. Do đó, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai không nhỏ hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Hơn nữa, trong khoảng nhiệt độ thứ hai, các cacbua nền sắt có khả năng kết tủa ở biên hạt và hệ số chung của biên hạt bởi các cacbua nền sắt tăng khi khoảng thời gian làm nguội trong khoảng nhiệt độ thứ hai tăng. Với lý do này, để làm cho hệ số bao phủ không lớn hơn 80%, khoảng thời gian làm nguội trong khoảng nhiệt độ thứ hai tốt hơn là ngắn hơn. Từ quan điểm này, sẽ rất hiệu quả để làm cho tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai không nhỏ hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Để chắc chắn đạt được cấu trúc mong muốn, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai tốt hơn là nhỏ hơn $150^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tốt hơn nữa là không nhỏ hơn $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai không được quy định một cách đặc biệt, và trong công nghiệp, phạm vi không lớn hơn $500^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ là thực tế. Ở đây, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai là trị số thu được bằng cách chia sự chênh lệch giữa điểm Ar_3 và (điểm $\text{Ms} - 50$) bằng khoảng thời gian để làm nguội.

(Khoảng nhiệt độ thứ ba)

Trong khoảng nhiệt độ thứ ba (từ (điểm $\text{Ms} - 50$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C), các oxit nền sắt có khả năng kết tủa ở các hạt của austenit trước, như nêu trên. Việc làm cho các cacbua nền sắt kết tủa ở các hạt cho phép đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp. Nếu tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ ba lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thì sự kết tủa ở các hạt là thiếu hụt dẫn đến lượng lớn C được hòa tan còn lại trong tấm

thép, nhờ đó làm giảm độ bền ở nhiệt độ thấp. Do đó, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ ba không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Để chắc chắn đạt được cấu trúc mong muốn, thì tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ ba tốt hơn là không lớn hơn $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tốt hơn nữa là không lớn hơn $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Thậm chí nếu tốc độ làm nguội trung bình không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, nếu tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C trong khoảng nhiệt độ thứ ba lớn hơn $70^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thì sự kết tủa ở các hạt austenit đã biết là thiếu hụt, làm cho nó có thể đạt được đủ độ bền ở nhiệt độ thấp. Do đó, tốc độ làm nguội lớn nhất trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C không lớn hơn $70^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Hơn nữa, thậm chí nếu tốc độ làm nguội trung bình không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, nếu tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C trong khoảng nhiệt độ thứ ba là nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, ferit kết tủa quá mức trong quá trình làm nguội, và không thể làm cho tổng tỷ lệ diện tích mactensit và tỷ lệ diện tích bainit không nhỏ hơn 95%. Hơn nữa, các cacbua nền sắt mà kết tủa ở biên hạt tăng lên sao cho hệ số chung của biên hạt bởi các oxit nền sắt lớn hơn 80%. Do đó, tốc độ làm nguội nhỏ nhất trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C không nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

(Khoảng nhiệt độ thứ tư)

Trong khoảng nhiệt độ thứ tư (thấp hơn 100°C), vì sự kết tủa của các cacbua nền sắt là rất khó xảy ra, và đồng thời sự biến đổi không xảy ra, như nêu trên, không cần kiểm soát một cách đặc biệt tốc độ làm nguội.

Do vậy, có thể sản xuất bộ phận dập nóng theo phương án này, mà có độ bền tốt và độ bền ở nhiệt độ thấp.

Theo phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo phương án

này, vì việc kiểm soát nhiệt độ thích hợp được thực hiện, có thể đạt được bộ phận dập nóng có cấu trúc thích hợp, nhờ đó đạt được độ bền kéo và độ bền ở nhiệt độ thấp tuyệt vời.

Các điều kiện khác về việc tạo hình dập nóng, như kiểu tạo hình và loại khuôn đúc, có thể được chọn một cách thích hợp trong phạm vi không làm giảm các hiệu quả của phương án này. Ví dụ, kiểu tạo hình có thể bao gồm bước uốn cong, kéo, làm lồi lên, mở rộng lỗ, và tạo hình uốn. Loại khuôn đúc có thể được chọn một cách thích hợp phụ thuộc vào kiểu tạo hình.

Tấm thép để dập nóng có thể là tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội. Tấm thép cán nóng đã ủ hoặc tấm thép cán nguội đã ủ, mà thu được bằng cách ủ tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội, cũng có thể được sử dụng làm tấm thép để dập nóng.

Tấm thép để dập nóng có thể là tấm thép được xử lý bề mặt như tấm thép mạ chẳng hạn. Nghĩa là, tấm thép để dập nóng có thể được bố trí lớp mạ. Lớp mạ góp phần làm tăng độ bền chống ăn mòn chẳng hạn. Lớp mạ có thể là lớp mạ điện hoặc lớp mạ nhúng nóng. Lớp mạ điện được lấy làm ví dụ bởi lớp mạ điện, và lớp mạ điện hợp kim Zn-Ni. Lớp mạ nhúng nóng được lấy làm ví dụ bởi lớp mạ kẽm nhúng nóng, lớp mạ kẽm nhúng nóng hợp kim hóa, lớp mạ nhôm nhúng nóng, lớp mạ hợp kim Zn-Al nhúng nóng, lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng, và lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng. Trọng lượng phủ của lớp mạ không bị giới hạn một cách cụ thể, và có thể là, ví dụ, trọng lượng phủ trong phạm vi chung. Lớp mạ được bố trí trên vật liệu thép được xử lý bằng nhiệt theo cách giống như tấm thép để xử lý nhiệt.

Sau đó, ví dụ về phương pháp sản xuất tấm thép để dập nóng sẽ được mô tả. Trong phương pháp sản xuất, đúc, cán nóng, tẩy gỉ, cán nguội, ủ, và việc xử lý mạ được thực hiện để sản xuất tấm thép mạ chẳng hạn.

Khi đúc, tấm mỏng được đúc từ thép nóng chảy có thành phần hóa học nêu trên. Để làm tấm mỏng, tấm mỏng đúc liên tục và tấm mỏng được tạo ra bởi khuôn đúc tấm mỏng có thể được sử dụng. Quy trình như quy trình đúc liên tục-cán trực tiếp (CC-DR), trong đó việc cán nóng được thực hiện ngay sau khi tấm mỏng được đúc, có thể được ứng dụng.

Nhiệt độ của tấm mỏng trước khi cán nóng (nhiệt độ nung nóng tấm mỏng) tốt hơn là không lớn hơn 1300°C . Nếu nhiệt độ nung tấm mỏng mà quá cao, thì không chỉ năng suất giảm, mà còn chi phí sản xuất tăng. Do đó, nhiệt độ nung tấm mỏng tốt hơn là không lớn hơn 1250°C . Nếu nhiệt độ nung tấm mỏng mà nhỏ hơn 1050°C , thì nhiệt độ được làm giảm khi cán hoàn thiện, nhờ đó làm cho tải trọng cán tăng lên. Kết quả là, không những khả năng cán có thể giảm, mà còn các khuyết tật về hình dạng có thể xảy ra ở tấm thép. Do đó, nhiệt độ nung tấm mỏng tốt hơn là nhỏ hơn 1050°C .

Nhiệt độ khi cán hoàn thiện (nhiệt độ cán hoàn thiện) khi cán nóng tốt hơn là nhỏ hơn 850°C . Nếu nhiệt độ cán hoàn thiện mà nhỏ hơn 850°C , thì tải trọng cán có thể tăng lên, dẫn tới không những việc cán có thể khó, mà còn các khuyết tật về hình dạng có thể xảy ra ở tấm thép. Giới hạn trên của nhiệt độ cán hoàn thiện không được quy định một cách đặc biệt, và việc cán nóng tốt hơn là được thực hiện ở nhiệt độ không cao hơn 1000°C . Điều này là bởi vì, nếu nhiệt độ cán hoàn thiện mà lớn hơn 1000°C , thì nhiệt độ nung tấm mỏng bị tăng quá mức để đạt được nhiệt độ cao hơn 1000°C .

Nhiệt độ khi cuộn tấm thép cán nóng (nhiệt độ cuộn) sau khi kết thúc việc cán nóng tốt hơn là không lớn hơn 700°C . Nếu nhiệt độ cuộn lớn hơn 700°C , thì oxit dày có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nóng, làm giảm đặc tính tẩy gỉ của nó. Nếu việc cán nguội được thực hiện sau khi cuộn, thì nhiệt độ cuộn tốt hơn là nhỏ hơn 600°C . Điều này là bởi vì nếu nhiệt độ cuộn mà nhỏ hơn 600°C ,

thì độ bền của tấm thép cán nóng có thể tăng quá mức, do đó gây ra gãy tấm và các khuyết tật về hình dạng trong quá trình cán nguội. Các tấm cán thô sau khi cán thô có thể được nối với nhau trong quá trình cán nóng để thực hiện việc cán hoàn thiện theo cách liên tục. Hơn nữa, việc cán nóng có thể được thực hiện sau khi cuộn tấm cán thô.

Các oxit trên bề mặt của tấm thép cán nóng được loại bỏ bởi tẩy gỉ. Việc tẩy gỉ là đặc biệt quan trọng để nâng cao khả năng mạ nhúng nóng khi sản xuất tấm thép mạ nhúng nóng, như tấm thép mạ nhôm nhúng nóng, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, và các tấm tương tự chẳng hạn. Số lần tẩy gỉ được thực hiện có thể là một hoặc nhiều lần.

Khi cán nguội, ví dụ, tỷ lệ giảm lần cán là từ 30% đến 90%. Nếu tỷ lệ giảm lần cán là nhỏ hơn 30%, thì có thể khó giữ hình dạng của tấm thép cán nguội dẹt. Hơn nữa, đôi khi khó đạt được đủ độ dẻo dai sau khi cán nguội. Nếu tỷ lệ giảm lần cán lớn hơn 90%, thì tải trọng cán tăng quá mức, làm cho việc cán nguội khó. Để đạt được độ dẻo dai tốt hơn, tỷ lệ giảm lần cán tốt hơn là nhỏ hơn 40%, và để đạt được khả năng cán tốt hơn, tỷ lệ giảm lần cán tốt hơn là không lớn hơn 70%. Số lần cán khi cán nguội, và tỷ lệ giảm lần cán đối với mỗi lần không bị giới hạn một cách cụ thể.

Việc ủ được thực hiện trong, ví dụ, dây chuyền ủ liên tục hoặc lò kiểu hộp. Điều kiện ủ không bị giới hạn một cách cụ thể, và tốt hơn là mức cho phép tấm thép được tăng bền bằng cách cán nguội được làm mềm một cách thích hợp. Ví dụ, nhiệt độ ủ tốt hơn là nằm trong phạm vi từ 550°C đến 850°C. Bằng cách thực hiện việc ủ trong khoảng nhiệt độ này, sự biến vị được đưa ra trong quá trình cán nguội được làm nhẹ bớt nhờ sự phục hồi, sự kết tinh lại, và/hoặc sự biến đổi pha.

Để xử lý mạ, ví dụ, việc xử lý mạ nhúng nóng hoặc việc xử lý

mạ điện được thực hiện. Việc xử lý mạ nhúng nóng bao gồm xử lý mạ nhôm nhúng nóng, xử lý mạ kẽm nhúng nóng, xử lý mạ nhôm nhúng nóng được hợp kim hóa, và xử lý mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa. Theo việc xử lý mạ nhúng nóng, có thể đạt được các hiệu quả như ngăn chặn sự hình thành của gỉ sắt và nâng cao độ bền chống ăn mòn. Để ngăn chặn sự hình thành gỉ sắt trong bộ phận dập nóng, lớp mạ dày hơn là thích hợp hơn. Để tạo ra lớp mạ dày hơn, thì việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng là thích hợp hơn việc xử lý mạ điện. Ni, Cu, Cr, Co, Al, Si hoặc Zn, hoặc hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này có thể có trong lớp mạ được tạo ra bằng cách xử lý mạ. Hơn nữa, để nâng cao độ dính kết mạ, thì lớp mạ of Ni, Cu, Co hoặc Fe, hoặc hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này có thể được tạo ra trên tấm thép cán nguội trước khi ủ.

Lưu ý là, tất cả các phương án nêu trên chỉ thể hiện các ví dụ để thực hiện sáng chế, và các ví dụ này không được hiểu là giới hạn phạm vi kỹ thuật của sáng chế. Nghĩa là, sáng chế có thể được tạo ra ở các dạng khác nhau mà không nằm ngoài phạm vi và tinh thần của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả. Điều kiện được thể hiện trong ví dụ chỉ chỉ báo một điều kiện mà được làm thích ứng để xác nhận tính khả thi và hiệu quả của sáng chế, và sáng chế sẽ không bị giới hạn ở ví dụ của một điều kiện này. Sáng chế có thể làm thích ứng các điều kiện khác nhau miễn là đạt được mục đích của sáng chế mà không trệch khỏi tinh thần của sáng chế.

Trong thí nghiệm này, các tấm mỏng được đúc bằng cách sử dụng các thép (các loại thép tới r và từ A đến H) có các thành phần hóa học được liệt kê trong bảng 1, và việc cán nóng được thực hiện ở các điều kiện được liệt kê trong các bảng 2 và 3. Đối với một số tấm thép cán nóng, việc cán nguội được thực hiện sau khi cán nóng.

Đối với một số tấm thép cán nguội, việc xử lý mạ được thực hiện bởi phương tiện ủ liên tục hoặc bởi phương tiện mạ nhúng nóng liên tục sau khi cán nguội. Theo cách này, các tấm thép khác nhau để dập nóng (tấm thép cán nóng, tấm thép cán nguội, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, hoặc tấm thép mạ nhôm nhúng nóng) được chuẩn bị. Ở điều kiện trong đó tấm thép cán nóng được sử dụng làm tấm thép để dập nóng, độ dày của tấm thép cán nóng là 1,6mm. Ở điều kiện trong đó tấm thép khác tấm thép cán nóng được sử dụng làm tấm thép để dập nóng, độ dày của tấm thép cán nóng là 3,2 mm, tỷ lệ giảm lần cán khi cán nguội là 50%, và độ dày của tấm thép cán nguội là 1,6 mm. Các khoảng trống trong bảng 1 biểu thị rằng hàm lượng của nguyên tố tương ứng là nhỏ hơn giới hạn phát hiện. Phần gạch chân trong bảng 1, 2, hoặc 3 biểu thị rằng giá trị bằng số của nó là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Sau khi tấm thép để dập nóng được chuẩn bị, việc tạo hình dập nóng được thực hiện ở các điều kiện được liệt kê trong các bảng 4 và 5 để thu được bộ phận dập nóng. Trong các bảng 4 và 5, tốc độ làm nguội nhỏ nhất biểu thị giá trị nhỏ nhất của tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$)°C tới 100°C, và tốc độ làm nguội lớn nhất biểu thị giá trị lớn nhất của tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$)°C tới 100°C. Phần gạch chân trong các bảng 4 hoặc 5 biểu thị rằng giá trị bằng số của nó nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Sau đó, việc đo độ bền kéo căng, việc quan sát cấu trúc, và việc đánh giá độ bền ở nhiệt độ thấp đối với mỗi bộ phận dập nóng được thực hiện.

Khi đo độ bền kéo căng, mẫu thử kéo phù hợp với JIS Z 2201 được lấy, và việc thử kéo được thực hiện phù hợp với JIS Z 2241 để đo độ bền chịu kéo. Các kết quả này được liệt kê trong các bảng 6 và

7. Phần gạch chân trong bảng 6 hoặc 7 biểu thị rằng giá trị bằng số nằm ngoài phạm vi mong muốn trong sáng chế.

Khi quan sát cấu trúc, tỷ lệ diện tích của mactensit, tỷ lệ diện tích của bainit, tỷ lệ diện tích của ferit, và tỷ lệ diện tích của austenit còn lại, hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt và tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết được đo.

Tỷ lệ diện tích của mactensit, tỷ lệ diện tích của bainit, và tỷ lệ diện tích của ferit được xác định bằng cách lấy mẫu mà có mặt cắt song song với chiều cán và chiều dày của bộ phận dập nóng làm bề mặt quan sát, đánh bóng bề mặt quan sát, thực hiện khắc mòn Nital, và quan sát một phần của tấm thép ở độ sâu từ 1/8 đến 3/8 chiều dày của nó bằng FE-SEM. Khi quan sát, các tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc được đo ở 10 trường nhìn ở độ khuếch đại 5000 lần đối với một bộ phận dập nóng, và trị số trung bình của nó được làm thích ứng dưới dạng tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc trong bộ phận dập nóng. Tỷ lệ diện tích của austenit còn lại được xác định từ tỷ lệ cường độ nhiễu xạ tia X giữa ferit và austenit. Peclit không được quan sát.

Hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt thu được bằng phương pháp được mô tả dựa vào Fig.1. Nghĩa là, đối với mỗi bộ phận dập nóng, trị số được biểu thị bởi “ $(X/L) \times 100$ ” (%) được xác định.

Khi đánh giá về độ bền ở nhiệt độ thấp, thử nghiệm va đập Charpy được thực hiện ở nhiệt độ -120°C . Sau đó, việc đánh giá được thực hiện sao cho kết quả được xếp hạng là đạt (○) khi nó có năng lượng hấp thụ, mà thu được bằng cách biến đổi năng lượng hấp thụ được đo thành năng lượng hấp thụ của mẫu có độ dày 10 mm, không nhỏ hơn 50 J/cm^2 và phần tấm mặt gãy dẻo không nhỏ hơn 50%, và được xếp hạng là không đạt (×) khi nó không thỏa mãn hoặc một hoặc cả hai.

Như được liệt kê trong các bảng 6 và 7, trong các ví dụ sáng chế, trong đó tất cả các điều kiện nằm trong phạm vi của sáng chế, có thể đạt được độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa và độ bền tốt ở nhiệt độ thấp. Mặt khác, trong các ví dụ so sánh, trong đó một hoặc nhiều điều kiện bất kỳ không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, không thể đạt được độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa và/hoặc độ bền tốt ở nhiệt độ thấp.

Trong các điều kiện a-7, b-7, c-7, n-7, và q-7, vì nhiệt độ nung khi dập nóng là quá thấp, nên các tỷ lệ diện tích của mactensit và bainit bị thiếu hụt vì vậy không đạt được độ bền kéo mong muốn.

Trong các điều kiện a-8, b-8, c-8, n-8, và q-8, vì tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ thứ hai là quá thấp, nên các tỷ lệ diện tích của mactensit và bainit bị thiếu hụt vì vậy không đạt được độ bền kéo mong muốn. Hơn nữa, hệ số bao phủ bởi các cacbua nền sắt bị tăng lên vì vậy không đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp.

Trong các điều kiện a-9, b-9, c-9, n-9, và q-9, vì tốc độ làm nguội nhỏ nhất trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$)°C thấp, nên Các tỷ lệ diện tích của mactensit và bainit là thiếu hụt ở bộ phận dập nóng vì vậy không đạt được độ bền kéo mong muốn. Hơn nữa, hệ số bao phủ bởi các cacbua nền sắt bị tăng lên vì vậy không đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp.

Trong các điều kiện a-10, b-10, c-10, n-10, và q-10, vì tốc độ làm nguội lớn nhất trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$)°C tới 100°C khi dập nóng là quá cao, sự kết tủa của các cacbua nền sắt ở các hạt của austenit trước bị thiếu hụt vì vậy không đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp.

Trong các điều kiện a-11, b-11, c-11, n-11, và q-11, vì tốc độ làm nguội trung bình ở khoảng nhiệt độ thứ ba khi dập nóng là quá cao, nên sự kết tủa của các cacbua nền sắt ở các hạt của austenit

trước bị thiếu hụt vì vậy không đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp.

Trong các điều kiện A-1, B-1, C-1, D-1, E-1, F-1, G-1, và H-1, Vì các thành phần hóa học không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, nên không đạt được độ bền kéo không nhỏ hơn 1180 MPa và/hoặc độ bền tốt ở nhiệt độ thấp. Ví dụ, ở điều kiện B-1, hàm lượng C là quá cao vì vậy độ bền là quá cao và không đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp. Ở điều kiện F-1, vì nếu tổng hàm lượng Mn và Cr mà quá cao, thì không đạt được độ bền tốt ở nhiệt độ thấp.

Bảng 1

Loại thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)																		Ac3 (°C)	Ar3 (°C)	Ms (°C)	Ghi chú
	C	Si	Al	Mn	Cr	B	P	S	N	O	Ti	Nb	V	Ni	Cu	Mo	Ca	REM				
a	0,128	0,01	0,011	1,22	0,21	0,0005	0,004	0,0011	0,0026	0,0012									806	738	456	Ví dụ sáng chế
b	0,149	0,18	0,013	2,69	0,22	0,0009	0,007	0,0014	0,0028	0,0011									767	601	398	Ví dụ sáng chế
c	0,231	0,28	0,015	1,32	0,19	0,0007	0,005	0,0015	0,0033	0,0009									793	705	405	Ví dụ sáng chế
d	0,229	0,18	0,029	1,25	1,38	0,0039	0,019	0,0033	0,0045	0,0024									793	654	388	Ví dụ sáng chế
e	0,242	1,15	0,075	2,49	0,33	0,0004	0,011	0,0023	0,0025	0,0008	0,029								833	616	359	Ví dụ sáng chế
f	0,229	0,13	0,033	1,56	0,17	0,0008	0,009	0,0038	0,003	0,0012		0,059							789	680	398	Ví dụ sáng chế
g	0,235	0,11	0,029	1,25	0,2	0,0009	0,013	0,0027	0,0024	0,0018			0,056						803	704	405	Ví dụ sáng chế
h	0,246	0,25	0,015	1,49	0,42	0,0008	0,01	0,0024	0,002	0,001	0,019	0,011							792	673	388	Ví dụ sáng chế
i	0,229	0,03	0,006	1,29	0,2	0,001	0,012	0,0029	0,0029	0,0013				0,29					780	686	402	Ví dụ sáng chế
j	0,228	0,22	0,028	1,35	0,2	0,0016	0,009	0,003	0,0025	0,0014					0,32				791	686	405	Ví dụ sáng chế
k	0,233	0,06	0,033	1,35	0,21	0,0008	0,008	0,0022	0,0024	0,0009						0,42			804	674	394	Ví dụ sáng chế
l	0,23	0,32	0,014	1,65	0,18	0,0012	0,014	0,0027	0,004	0,001							0,0045		791	677	394	Ví dụ sáng chế
m	0,229	0,48	0,039	2,02	0,85	0,0021	0,012	0,0038	0,0029	0,0013								0,0029	788	617	371	Ví dụ sáng chế
n	0,282	1,57	0,005	1,46	0,25	0,0019	0,008	0,0015	0,0024	0,0019									833	715	375	Ví dụ sáng chế
o	0,284	0,38	0,007	1,88	0,22	0,0004	0,009	0,0019	0,0016	0,0007	0,024	0,014							779	638	361	Ví dụ sáng chế
p	0,279	0,18	0,014	1,24	0,68	0,0008	0,001	0,0022	0,0029	0,0014			0,024			0,22			782	661	372	Ví dụ sáng chế
q	0,332	0,32	0,042	1,42	0,69	0,0009	0,006	0,0009	0,0021	0,0009									778	641	345	Ví dụ sáng chế
r	0,388	0,48	0,032	1,68	0,18	0,0007	0,009	0,0019	0,0025	0,0011	0,058		0,029			0,31			808	614	312	Ví dụ sáng chế
A	0,078	0,32	0,032	1,13	0,19	0,0007	0,012	0,0038	0,003	0,0024									853	774	484	Ví dụ so sánh
B	0,607	0,41	0,024	1,32	0,22	0,0004	0,008	0,0021	0,0024	0,0016									743	586	226	Ví dụ so sánh
C	0,253	2,08	0,211	1,22	0,32	0,0011	0,01	0,0023	0,0032	0,0022									952	760	395	Ví dụ so sánh
D	0,233	0,33	0,112	1,29	0,55	0,0024	0,008	0,0019	0,0024	0,001									832	692	399	Ví dụ so sánh
E	0,155	0,48	0,045	0,45	0,12	0,0016	0,006	0,0024	0,0027	0,0008									859	820	471	Ví dụ so sánh
F	0,234	0,51	0,032	2,45	1,68	0,0008	0,022	0,0026	0,0026	0,0023									771	539	341	Ví dụ so sánh
G	0,229	0,88	0,028	0,84	0,4	0,0000	0,021	0,0028	0,0031	0,0016									848	760	418	Ví dụ so sánh
H	0,232	0,42	0,012	1,36	0,2	0,0007	0,092	0,002	0,0019	0,0024									857	705	403	Ví dụ so sánh

Bảng 2

Điều kiện	Loại thép	Loại thép để dập nóng	Cán nóng			Ghi chú
			Nhiệt độ nung nóng tấm mỏng (°C)	Nhiệt độ hoàn thiện (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)	
a-1	a	Tấm thép dập nóng	1220	870	440	Ví dụ sáng chế
a-2	a	Tấm thép cán nguội	1250	890	550	Ví dụ sáng chế
a-3	a	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1240	920	600	Ví dụ sáng chế
a-4	a	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa	1230	880	620	Ví dụ sáng chế
a-5	a	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1220	900	590	Ví dụ sáng chế
a-6	a	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1220	930	600	Ví dụ sáng chế
a-7	a	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1210	910	600	Ví dụ so sánh so sánh
a-8	a	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1190	900	620	Ví dụ so sánh
a-9	a	Tấm thép cán nguội	1250	880	600	Ví dụ so sánh
a-10	a	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1180	900	570	Ví dụ so sánh
a-11	a	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1200	900	600	Ví dụ so sánh
b-1	b	Tấm thép cán nguội	1210	940	520	Ví dụ sáng chế
b-2	b	Tấm thép cán nguội	1200	890	590	Ví dụ sáng chế
b-3	b	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1200	930	600	Ví dụ sáng chế
b-4	b	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa	1220	900	620	Ví dụ sáng chế
b-5	b	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	910	580	Ví dụ sáng chế
b-6	b	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1240	930	610	Ví dụ sáng chế
b-7	b	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1200	910	590	Ví dụ so sánh
b-8	b	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1200	920	630	Ví dụ so sánh
b-9	b	Tấm thép cán nguội	1250	880	600	Ví dụ so sánh
b-10	b	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1180	900	570	Ví dụ so sánh
b-11	b	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1200	900	600	Ví dụ so sánh
c-1	c	Tấm thép dập nóng	1230	900	600	Ví dụ sáng chế
c-2	c	Tấm thép cán nguội	1200	910	590	Ví dụ sáng chế
c-3	c	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1210	920	600	Ví dụ sáng chế
c-4	c	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa	1200	900	610	Ví dụ sáng chế
c-5	c	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1180	900	620	Ví dụ sáng chế
c-6	c	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	930	600	Ví dụ sáng chế
c-7	c	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1270	880	590	Ví dụ so sánh
c-8	c	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1200	910	580	Ví dụ so sánh
c-9	c	Tấm thép cán nguội	1200	880	600	Ví dụ so sánh
c-10	c	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1200	900	570	Ví dụ so sánh
c-11	c	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1200	900	600	Ví dụ so sánh
d-1	d	Tấm thép cán nguội	1220	870	620	Ví dụ sáng chế
d-2	d	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	950	600	Ví dụ sáng chế
e-1	e	Tấm thép cán nguội	1270	970	630	Ví dụ sáng chế
f-1	f	Tấm thép cán nguội	1260	950	600	Ví dụ sáng chế
g-1	g	Tấm thép cán nguội	1260	980	600	Ví dụ sáng chế
h-1	h	Tấm thép cán nguội	1280	960	590	Ví dụ sáng chế
i-1	i	Tấm thép cán nguội	1230	910	610	Ví dụ sáng chế

Bảng 3

Điều kiện	Loại thép	Loại thép để dập nóng	Cán nóng			Ghi chú
			Nhiệt độ nung nóng tấm mỏng (°C)	Nhiệt độ hoàn thiện (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)	
j-1	j	Tấm thép cán nguội	1200	900	580	Ví dụ sáng chế
k-1	k	Tấm thép cán nguội	1200	930	600	Ví dụ sáng chế
l-1	l	Tấm thép cán nguội	1210	940	600	Ví dụ sáng chế
m-1	m	Tấm thép cán nguội	1230	920	590	Ví dụ sáng chế
n-1	n	Tấm thép cán nguội	1220	910	630	Ví dụ sáng chế
n-2	n	Tấm thép cán nguội	1240	920	650	Ví dụ sáng chế
n-3	n	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1210	920	650	Ví dụ sáng chế
n-4	n	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa	1200	890	630	Ví dụ sáng chế
n-5	n	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1220	900	580	Ví dụ sáng chế
n-6	n	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	920	570	Ví dụ sáng chế
n-7	n	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1240	930	600	Ví dụ so sánh
n-8	n	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1200	930	620	Ví dụ so sánh
n-9	n	Tấm thép cán nguội	1250	880	600	Ví dụ so sánh
n-10	n	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1180	900	570	Ví dụ so sánh
n-11	n	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1200	900	600	Ví dụ so sánh
o-1	o	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1270	960	590	Ví dụ sáng chế
p-1	p	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1250	940	650	Ví dụ sáng chế
q-1	q	Tấm thép cán nguội	1180	880	470	Ví dụ sáng chế
q-2	q	Tấm thép cán nguội	1210	900	590	Ví dụ sáng chế
q-3	q	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	920	590	Ví dụ sáng chế
q-4	q	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa	1220	910	620	Ví dụ sáng chế
q-5	q	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1220	910	630	Ví dụ sáng chế
q-6	q	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	890	630	Ví dụ sáng chế
q-7	q	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1230	920	640	Ví dụ so sánh
q-8	q	Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng	1210	930	600	Ví dụ so sánh
q-9	q	Tấm thép cán nguội	1250	880	600	Ví dụ so sánh
q-10	q	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1180	900	570	Ví dụ so sánh
q-11	q	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1200	900	600	Ví dụ so sánh
r-1	r	Tấm thép mạ nhôm nhúng nóng	1280	920	620	Ví dụ sáng chế
A-1	A	Tấm thép cán nguội	1230	920	630	Ví dụ so sánh
B-1	B	Tấm thép cán nguội	1210	930	620	Ví dụ so sánh
C-1	C	Tấm thép cán nguội	1240	940	590	Ví dụ so sánh
D-1	D	Tấm thép cán nguội	1230	900	600	Ví dụ so sánh
E-1	E	Tấm thép cán nguội	1200	910	600	Ví dụ so sánh
F-1	F	Tấm thép cán nguội	1210	920	620	Ví dụ so sánh
G-1	G	Tấm thép cán nguội	1210	930	630	Ví dụ so sánh
H-1	H	Tấm thép cán nguội	1230	920	640	Ví dụ so sánh

Bảng 4

Điều kiện	Ép nóng						Ghi chú
	Tốc độ nung nóng (°C/giây)	Nhiệt độ nung nóng (°C)	Tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ thứ hai (°C/giây)	Tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ thứ ba (°C/giây)	Tốc độ làm nguội nhỏ nhất (°C/giây)	Tốc độ làm nguội lớn nhất (°C/giây)	
a-1	6	910	160	35	10	60	Ví dụ sáng chế
a-2	4	930	120	30	5	50	Ví dụ sáng chế
a-3	5	920	240	50	10	50	Ví dụ sáng chế
a-4	10	920	160	45	20	70	Ví dụ sáng chế
a-5	6	900	110	45	10	60	Ví dụ sáng chế
a-6	7	920	220	50	5	70	Ví dụ sáng chế
a-7	5	<u>740</u>	160	40	30	60	Ví dụ so sánh
a-8	6	890	<u>80</u>	40	10	60	Ví dụ so sánh
a-9	10	900	100	50	<u>3</u>	60	Ví dụ so sánh
a-10	5	900	150	50	5	<u>80</u>	Ví dụ so sánh
a-11	5	900	120	<u>55</u>	10	60	Ví dụ so sánh
b-1	5	880	200	35	10	60	Ví dụ sáng chế
b-2	6	890	180	30	5	50	Ví dụ sáng chế
b-3	8	870	180	50	10	50	Ví dụ sáng chế
b-4	4	890	160	45	20	70	Ví dụ sáng chế
b-5	5	880	200	45	10	60	Ví dụ sáng chế
b-6	12	920	230	50	5	70	Ví dụ sáng chế
b-7	6	<u>700</u>	160	40	30	60	Ví dụ so sánh
b-8	7	900	<u>60</u>	40	10	60	Ví dụ so sánh
b-9	10	900	100	50	<u>3</u>	60	Ví dụ so sánh
b-10	5	900	150	50	5	<u>80</u>	Ví dụ so sánh
b-11	5	900	120	<u>55</u>	10	60	Ví dụ so sánh
c-1	8	920	180	20	10	60	Ví dụ sáng chế
c-2	4	930	160	50	5	50	Ví dụ sáng chế
c-3	6	900	160	45	10	50	Ví dụ sáng chế
c-4	5	940	150	40	20	70	Ví dụ sáng chế
c-5	3	930	180	50	10	60	Ví dụ sáng chế
c-6	9	900	230	30	5	70	Ví dụ sáng chế
c-7	5	<u>720</u>	120	30	30	60	Ví dụ so sánh
c-8	6	910	<u>40</u>	25	10	60	Ví dụ so sánh
c-9	10	900	100	50	<u>2</u>	60	Ví dụ so sánh
c-10	5	900	150	50	5	<u>100</u>	Ví dụ so sánh
c-11	5	900	120	<u>55</u>	10	60	Ví dụ so sánh
d-1	5	910	120	30	10	60	Ví dụ sáng chế
d-2	6	940	220	40	10	50	Ví dụ sáng chế
e-1	5	950	150	35	5	70	Ví dụ sáng chế
f-1	6	920	140	30	5	60	Ví dụ sáng chế
g-1	12	920	150	35	20	50	Ví dụ sáng chế
h-1	6	930	150	30	20	60	Ví dụ sáng chế
i-1	4	920	160	30	5	70	Ví dụ sáng chế

Bảng 5

Điều kiện	Ép nóng						Ghi chú
	Tốc độ nung nóng (°C/giây)	Nhiệt độ nung nóng (°C)	Tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ thứ hai (°C/giây)	Tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ thứ ba (°C/giây)	Tốc độ làm nguội nhỏ nhất (°C/giây)	Tốc độ làm nguội lớn nhất (°C/giây)	
i-1	4	920	160	30	10	50	Ví dụ sáng chế
j-1	5	910	160	30	5	70	Ví dụ sáng chế
k-1	6	920	150	35	15	60	Ví dụ sáng chế
l-1	8	910	150	30	10	60	Ví dụ sáng chế
m-1	4	930	160	10	10	70	Ví dụ sáng chế
n-1	5	900	120	20	10	60	Ví dụ sáng chế
n-2	6	920	150	40	5	50	Ví dụ sáng chế
n-3	7	920	150	40	10	50	Ví dụ sáng chế
n-4	10	910	140	35	20	70	Ví dụ sáng chế
n-5	5	910	160	30	30	60	Ví dụ sáng chế
n-6	5	930	220	40	10	60	Ví dụ sáng chế
n-7	6	<u>710</u>	110	30	30	60	Ví dụ so sánh
n-8	7	930	<u>50</u>	30	10	60	Ví dụ so sánh
n-9	10	900	100	50	<u>3</u>	60	Ví dụ so sánh
n-10	5	900	150	50	5	<u>120</u>	Ví dụ so sánh
n-11	5	900	120	<u>55</u>	10	60	Ví dụ so sánh
o-1	5	920	140	10	10	60	Ví dụ sáng chế
p-1	11	930	170	40	5	70	Ví dụ sáng chế
q-1	7	930	150	45	10	60	Ví dụ sáng chế
q-2	5	910	160	40	5	50	Ví dụ sáng chế
q-3	9	930	140	30	10	50	Ví dụ sáng chế
q-4	8	920	150	45	20	70	Ví dụ sáng chế
q-5	6	920	150	30	10	60	Ví dụ sáng chế
q-6	7	930	220	40	5	70	Ví dụ sáng chế
q-7	8	<u>720</u>	140	40	30	60	Ví dụ so sánh
q-8	6	920	<u>40</u>	30	10	60	Ví dụ so sánh
q-9	10	900	100	50	<u>2</u>	60	Ví dụ so sánh
q-10	5	900	150	50	5	<u>90</u>	Ví dụ so sánh
q-11	5	900	120	<u>55</u>	10	60	Ví dụ so sánh
r-1	7	940	200	40	5	60	Ví dụ sáng chế
A-1	5	930	160	40	10	70	Ví dụ so sánh
B-1	12	920	250	50	20	70	Ví dụ so sánh
C-1	7	950	120	35	30	60	Ví dụ so sánh
D-1	5	950	80	30	5	60	Ví dụ so sánh
E-1	8	940	200	40	10	70	Ví dụ so sánh
F-1	6	920	160	35	20	70	Ví dụ so sánh
G-1	8	930	170	35	30	50	Ví dụ so sánh
H-1	7	950	150	30	5	50	Ví dụ so sánh

Bảng 6

Điều kiện	Loại thép	Phân số diện tích					Cacbit gốc sắt		Độ bền chịu kéo (MPa)	Độ bền ở nhiệt độ thấp	Ghi chú
		V _M (%)	V _B (%)	V _F (%)	V _{γR} (%)	V _M +V _B (%)	Hệ số trung bình (%)	Tỷ trọng (/μm ²)			
a-1	a	78	18	0	4	96	63	70	1213	o	Ví dụ sáng chế
a-2	a	70	27	0	3	97	71	67	1181	o	Ví dụ sáng chế
a-3	a	96	1	0	3	97	10	65	1235	o	Ví dụ sáng chế
a-4	a	79	17	0	4	96	65	72	1207	o	Ví dụ sáng chế
a-5	a	72	25	0	3	97	75	75	1122	o	Ví dụ sáng chế
a-6	a	98	0	0	2	98	33	54	1261	o	Ví dụ sáng chế
a-7	a	54	21	17	8	<u>75</u>	30	72	<u>978</u>	o	Ví dụ so sánh
a-8	a	48	40	12	0	<u>88</u>	<u>85</u>	94	<u>897</u>	x	Ví dụ so sánh
a-9	a	38	27	35	0	<u>65</u>	<u>85</u>	85	<u>758</u>	x	Ví dụ so sánh
a-10	a	80	20	0	0	100	10	<u>28</u>	1310	x	Ví dụ so sánh
a-11	a	85	15	0	0	100	15	<u>35</u>	1285	x	Ví dụ so sánh
b-1	b	84	12	0	4	96	24	75	1356	o	Ví dụ sáng chế
b-2	b	80	17	0	3	97	25	72	1326	o	Ví dụ sáng chế
b-3	b	84	13	0	3	97	25	71	1379	o	Ví dụ sáng chế
b-4	b	87	11	0	2	98	31	78	1349	o	Ví dụ sáng chế
b-5	b	86	12	0	2	98	20	80	1372	o	Ví dụ sáng chế
b-6	b	96	0	0	4	96	14	59	1358	o	Ví dụ sáng chế
b-7	b	42	18	10	30	<u>60</u>	64	77	<u>952</u>	o	Ví dụ so sánh
b-8	b	48	43	0	9	91	<u>82</u>	100	<u>1012</u>	x	Ví dụ so sánh
b-9	b	38	27	35	0	<u>65</u>	<u>85</u>	90	<u>882</u>	x	Ví dụ so sánh
b-10	b	80	20	0	0	100	10	<u>33</u>	1310	x	Ví dụ so sánh
b-11	b	85	15	0	0	100	15	<u>39</u>	1331	x	Ví dụ so sánh
c-1	c	78	20	0	2	98	33	80	1472	o	Ví dụ sáng chế
c-2	c	97	0	0	3	97	45	77	1496	o	Ví dụ sáng chế
c-3	c	87	10	0	3	97	42	75	1482	o	Ví dụ sáng chế
c-4	c	91	8	0	1	99	40	82	1486	o	Ví dụ sáng chế
c-5	c	92	7	0	1	99	35	86	1488	o	Ví dụ sáng chế
c-6	c	99	0	0	1	99	22	62	1509	o	Ví dụ sáng chế
c-7	c	43	12	37	8	<u>55</u>	73	82	<u>975</u>	o	Ví dụ so sánh
c-8	c	59	31	10	0	<u>90</u>	<u>87</u>	112	<u>1112</u>	x	Ví dụ so sánh
c-9	c	42	40	18	0	<u>82</u>	95	105	<u>921</u>	x	Ví dụ so sánh
c-10	c	85	15	0	0	100	12	<u>35</u>	1532	x	Ví dụ so sánh
c-11	c	85	15	0	0	100	15	<u>42</u>	1543	x	Ví dụ so sánh
d-1	d	88	8	0	4	96	75	78	1534	o	Ví dụ sáng chế
d-2	d	98	0	0	2	98	15	82	1509	o	Ví dụ sáng chế
e-1	e	84	15	0	1	99	55	94	1512	o	Ví dụ sáng chế
f-1	f	87	11	0	2	98	65	91	1522	o	Ví dụ sáng chế
g-1	g	86	12	0	2	98	50	88	1533	o	Ví dụ sáng chế
h-1	h	80	18	0	2	98	52	97	1548	o	Ví dụ sáng chế
i-1	i	83	16	0	1	99	50	93	1512	o	Ví dụ sáng chế

Bảng 7

Điều kiện	Loại thép	Phân số diện tích					Cacbit gốc sắt		Độ bền chịu kéo (MPa)	Độ bền ở nhiệt độ thấp	Ghi chú
		V _M (%)	V _B (%)	V _F (%)	V _{γR} (%)	V _M +V _B (%)	Hệ số trung bình (%)	Tỷ trọng (/ μm^2)			
j-1	j	87	11	0	2	98	55	89	1529	o	Ví dụ sáng chế
k-1	k	82	16	0	2	98	60	95	1544	o	Ví dụ sáng chế
l-1	l	84	15	0	1	99	50	93	1531	o	Ví dụ sáng chế
m-1	m	81	17	0	2	98	48	96	1552	o	Ví dụ sáng chế
n-1	n	75	24	0	1	99	64	118	1782	o	Ví dụ sáng chế
n-2	n	93	6	0	1	99	60	105	1821	o	Ví dụ sáng chế
n-3	n	95	4	0	1	99	60	101	1819	o	Ví dụ sáng chế
n-4	n	92	7	0	1	99	65	101	1832	o	Ví dụ sáng chế
n-5	n	93	5	0	2	98	60	100	1826	o	Ví dụ sáng chế
n-6	n	98	0	0	2	98	23	97	1792	o	Ví dụ sáng chế
n-7	n	37	4	52	7	<u>41</u>	50	122	<u>1154</u>	o	Ví dụ so sánh
n-8	n	53	32	15	0	<u>85</u>	<u>91</u>	110	<u>1152</u>	x	Ví dụ so sánh
n-9	n	38	54	8	0	92	<u>92</u>	118	<u>1088</u>	x	Ví dụ so sánh
n-10	n	90	10	0	0	100	9	<u>28</u>	1833	x	Ví dụ so sánh
n-11	n	85	15	0	0	100	15	<u>35</u>	1825	x	Ví dụ so sánh
o-1	o	98	0	0	2	98	65	88	2016	o	Ví dụ sáng chế
p-1	p	93	4	0	3	97	64	103	1986	o	Ví dụ sáng chế
q-1	q	96	1	0	3	97	72	99	2024	o	Ví dụ sáng chế
q-2	q	94	3	0	3	97	61	100	1981	o	Ví dụ sáng chế
q-3	q	91	5	0	4	96	75	115	1970	o	Ví dụ sáng chế
q-4	q	96	1	0	3	97	65	108	2007	o	Ví dụ sáng chế
q-5	q	93	5	0	2	98	57	104	1978	o	Ví dụ sáng chế
q-6	q	99	0	0	1	99	15	92	1984	o	Ví dụ sáng chế
q-7	q	43	7	43	7	<u>50</u>	47	119	<u>1176</u>	o	Ví dụ so sánh
q-8	q	68	21	11	0	<u>89</u>	<u>85</u>	98	<u>1163</u>	x	Ví dụ so sánh
q-9	q	42	48	10	0	<u>90</u>	<u>90</u>	105	<u>1241</u>	x	Ví dụ so sánh
q-10	q	100	0	0	0	100	10	<u>35</u>	2021	x	Ví dụ so sánh
q-11	q	85	15	0	0	100	15	<u>42</u>	1994	x	Ví dụ so sánh
r-1	r	96	2	0	2	98	20	131	2038	o	Ví dụ sáng chế
A-1	A	64	35	0	1	99	55	67	<u>1075</u>	o	Ví dụ so sánh
B-1	B	96	0	0	4	96	10	138	2539	x	Ví dụ so sánh
C-1	C	42	19	36	3	<u>61</u>	75	103	<u>1124</u>	o	Ví dụ so sánh
D-1	D	52	12	30	6	<u>64</u>	75	99	<u>1084</u>	o	Ví dụ so sánh
E-1	E	33	44	20	3	<u>77</u>	20	67	<u>993</u>	o	Ví dụ so sánh
F-1	F	96	0	0	4	96	50	<u>41</u>	1682	x	Ví dụ so sánh
G-1	G	32	34	32	2	<u>66</u>	45	77	<u>1073</u>	o	Ví dụ so sánh
H-1	H	63	21	13	3	<u>84</u>	55	67	<u>1186</u>	x	Ví dụ so sánh

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể được sử dụng trong ngành công nghiệp để sản xuất và sử dụng, ví dụ, bộ phận dập nóng được dùng cho ô tô, và các lĩnh vực khác. Sáng chế cũng có thể được sử dụng cho ngành công nghiệp để sản xuất và sử dụng bộ phận kết cấu của máy móc khác.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ phận dập nóng chứa thành phần hóa học sau, tính theo % khối lượng:

C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%;

Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%;

Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%;

Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%;

P: không lớn hơn 0,030%;

S: không lớn hơn 0,0100%;

O: không lớn hơn 0,0070%;

N: không lớn hơn 0,0070%;

Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%;

Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%; và

phần còn lại là: Fe và các tạp chất; và

cấu trúc được biểu thị bằng:

tỷ lệ diện tích của mactensit hoặc bainit, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng không nhỏ hơn 95%;

hệ số chung của biên hạt austenit đã biết bởi các cacbua nền sắt: không lớn hơn 80%; và

tỷ trọng của các cacbua nền sắt trong các hạt austenit đã biết: không nhỏ hơn $45/\mu\text{m}^2$.

2. Bộ phận dập nóng theo điểm 1, trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ti: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; hoặc

V: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

3. Bộ phận dập nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ni: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 2,00%; hoặc

Mo: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,50%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

4. Bộ phận dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thành phần hóa học thỏa mãn

Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0300%.

5. Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng bao gồm các bước:

nung nóng tấm thép tới nhiệt độ không nhỏ hơn điểm A_{c3} và không lớn hơn 950°C với tốc độ nung nóng trung bình không nhỏ hơn $2^\circ\text{C}/\text{giây}$;

sau đó, làm nguội tấm thép này qua khoảng nhiệt độ từ điểm A_{r3} tới (điểm $M_s - 50$) $^\circ\text{C}$ với tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn $100^\circ\text{C}/\text{giây}$ trong khi thực hiện bước ép nóng; và

sau đó, làm nguội tấm thép này qua khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 50$)°C tới 100°C với tốc độ làm nguội trung bình không lớn hơn 50°C/giây,

trong đó:

tấm thép này chứa thành phần hóa học sau, tính theo % khối lượng:

C: nằm trong khoảng từ 0,120% đến 0,400%;

Si: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 2,000%;

Mn hoặc Cr, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 1,00% đến 3,00%;

Al: nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,100%;

B: nằm trong khoảng từ 0,0003% đến 0,0020%;

P: không lớn hơn 0,030%;

S: không lớn hơn 0,0100%;

O: không lớn hơn 0,0070%;

N: không lớn hơn 0,0070%;

Ti: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

V: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,100%;

Ni: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0% đến 2,00%;

Mo: nằm trong khoảng từ 0% đến 0,50%;

Ca hoặc REM, hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,0300%; và

phần còn lại là: Fe và các tạp chất, và

tốc độ làm nguội lớn nhất không lớn hơn 70°C/giây và tốc độ

làm nguội nhỏ nhất không nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong khoảng nhiệt độ từ (điểm $M_s - 120$) $^{\circ}\text{C}$ tới 100°C .

6. Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo điểm 5, trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ti: 0,005%-0,100%;

Nb: 0,005%-0,100%; hoặc

V: 0,005%-0,100%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

7. Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo điểm 5 hoặc 6, trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ni: 0,05%-2,00%;

Cu: 0,05%-2,00%; hoặc

Mo: 0,05%-0,50%; hoặc

hỗn hợp bất kỳ của các nguyên tố này.

8. Phương pháp sản xuất bộ phận dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó thành phần hóa học thỏa mãn:

Ca hoặc REM hoặc cả hai nguyên tố này: tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0300%.

FIG. 1

