



(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)



1-0026793

(51)⁷ C22C 38/14; C22C 38/28; C21D 8/02

(13) B

(21) 1-2015-00538

(22) 21/08/2013

(86) PCT/JP2013/072262 21/08/2013

(87) WO 2014/030663 A1 27/02/2014

(30) 2012-182710 21/08/2012 JP

(45) 25/12/2020 393

(43) 25/05/2015 326A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) KAWANO, Kaori (JP); TANAKA, Yasuaki (JP); TASAKA, Masahito (JP);
NAKAZAWA, Yoshiaki (JP); TOMIDA, Toshiro (JP).

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

(54) VẬT LIỆU THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu thép chứa: theo % khối lượng, C: từ lớn hơn 0,05% đến 0,18%; Mn: 1% đến 3%; Si: từ lớn hơn 0,5% đến 1,8%; Al: 0,01% đến 0,5%; N: 0,001% đến 0,015%; một hoặc cả hai nguyên tố trong số V và Ti: tổng lượng 0,01% đến 0,3%; Cr: 0% đến 0,25%; Mo: 0% đến 0,35%; lượng còn lại: Fe và các tạp chất; và 80% hoặc lớn hơn bainit theo % diện tích, và 5% hoặc lớn hơn tổng lượng của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit theo % diện tích, trong đó kích cỡ khối trung bình của bainit mô tả trên đây nhỏ hơn 2,0 μ m, đường kính hạt trung bình của tất cả của ferit, mactensit và austenit mô tả trên đây nhỏ hơn 1,0 μ m, độ cứng nano trung bình của bainit mô tả trên đây nằm trong khoảng từ 4,0 GPa đến 5,0 GPa, và mỗi trong số các cácbua loại MX có đường kính tương đương hình tròn 10nm hoặc lớn hơn tồn tại với khoảng cách hạt trung bình giữa chúng là 300nm hoặc nhỏ hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu thép, và cụ thể là vật liệu thép thích hợp để làm vật liệu dùng cho bộ phận hấp thụ va đập để giảm sự xuất hiện vết nứt khi bị tác động tải va đập, và còn đạt được ứng suất chảy hiệu dụng cao. Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên của đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2012-182710 nộp ngày 21/08/2012, toàn bộ nội dung của đơn ưu tiên này được đưa vào bản mô tả sáng chế yêu cầu bảo hộ làm viện dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, từ góc độ bảo vệ môi trường toàn cầu, đã xuất hiện yêu cầu giảm trọng lượng thân xe ô tô nhằm góp phần vào việc giảm lượng thải CO₂ từ xe ô tô, và việc làm tăng độ bền cho vật liệu thép dùng cho ô tô cũng đã được chú ý đến. Điều này là vì, bằng cách tăng độ bền của vật liệu thép, sẽ có thể giảm độ dày của vật liệu thép dùng cho ô tô. Trong khi đó, nhu cầu xã hội đối với việc tăng độ an toàn va chạm của ô tô đã tăng cao hơn nữa, và không chỉ việc làm tăng độ bền của vật liệu thép mà cả việc tạo vật liệu thép có độ chịu va chạm mỹ mãn khi xảy ra va chạm trong khi di chuyển cũng đã được yêu cầu.

Trong trường hợp va chạm trong khi di chuyển, các phản tương ứng của vật liệu thép dùng cho ô tô khi va chạm bị làm biến dạng tại tốc độ biến dạng cao vài chục (s⁻¹) hoặc cao hơn, do vậy cần có vật liệu thép có độ bền cao có đặc tính độ bền động mỹ mãn.

Để làm vật liệu thép có độ bền cao như vậy, đã biết thép TRIP hợp kim thấp có chênh lệch tĩnh-động (chênh lệch giữa độ bền tĩnh và độ bền động) lớn, và vật liệu thép có cấu trúc đa pha có độ bền cao như thép có cấu trúc đa pha có pha thứ hai chủ yếu được làm bằng mactensit.

Ví dụ, liên quan đến thép TRIP hợp kim thấp, tài liệu sáng chế 1 bậc lộ tầm thép có độ bền cao loại biến đổi do biến dạng (tầm thép TRIP) để hấp thụ

năng lượng va chạm của ô tô có đặc tính biến dạng động mỹ mãn.

Hơn nữa, liên quan đến tấm thép có cấu trúc đa pha có pha thứ hai chủ yếu được làm bằng mactensit, đã có các sáng chế như sẽ được mô tả dưới đây.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ tấm thép có độ bền cao có mức cân bằng của độ bền và độ dẻo mỹ mãn và có chênh lệch tĩnh-động 170 MPa hoặc lớn hơn, tấm thép có độ bền cao được làm bằng các hạt ferit nhỏ, trong đó đường kính hạt trung bình d_s của các hạt tinh thể nano, từng hạt này có đường kính hạt tinh thể 1,2 μm hoặc nhỏ hơn, và đường kính hạt tinh thể trung bình d_L của các hạt tinh thể micro, từng hạt này có đường kính hạt tinh thể lớn hơn 1,2 μm , thỏa mãn quan hệ $d_L / d_s \geq 3$.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ tấm thép có cấu trúc pha kép của mactensit có đường kính hạt trung bình là 3 μm hoặc nhỏ hơn và mactensit có đường kính hạt trung bình là 5 μm hoặc nhỏ hơn, và có tỷ số tĩnh-động cao.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ tấm thép được cán nguội có đặc tính hấp thụ va đập mỹ mãn chứa 75% pha ferit hoặc lớn hơn trong đó đường kính hạt trung bình là 3,5 μm hoặc nhỏ hơn, và lượng còn lại gồm mactensit đã được ram.

Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ tấm thép được cán nguội trong đó biến dạng sơ bộ được tác động để tạo cấu trúc pha kép được làm bằng ferit và mactensit, và chênh lệch tĩnh-động tại tốc độ biến dạng 5×10^2 đến $5 \times 10^3 / \text{s}$ thỏa mãn 60 MPa hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, tài liệu sáng chế 6 bộc lộ tấm thép được cán nóng có độ bền cao có đặc tính chịu va chạm mỹ mãn chỉ được làm bằng pha cứng như bainit 85% hoặc lớn hơn và mactensit.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số H11-80879

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 2006-161077

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 2004-84074

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 2004-277858

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 2000-17385

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số H11-269606

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần được sáng chế giải quyết

Tuy nhiên, các vật liệu thép thông thường là các vật liệu dùng cho các bộ phận hấp thụ va đập có các vấn đề sau. Cụ thể là, để tăng năng lượng hấp thụ va đập của bộ phận hấp thụ va đập (dưới đây được gọi ngắn gọn là “bộ phận”), cần tăng độ bền của vật liệu thép là vật liệu dùng cho bộ phận hấp thụ va đập (dưới đây được gọi ngắn gọn là “vật liệu thép”).

Một cách ngẫu nhiên, như được bộc lộ trong (“Journal of the Japan Society for Technology của Plasticity” vol. 46, No. 534, pages 641 to 645), tải trung bình (F_{ave}) xác định năng lượng hấp thụ va đập được đưa ra theo cách mà $F_{ave} \propto (\sigma_Y \cdot t^2) / 4$, trong đó σ_Y biểu thị ứng suất chảy hiệu dụng, và t biểu thị độ dày tấm, năng lượng hấp thụ va đập phụ thuộc nhiều vào độ dày tấm của vật liệu thép. Do đó, có giới hạn đối với việc giảm độ dày và độ hấp thụ va đập cao của bộ phận hấp thụ va đập bằng cách chỉ tăng độ bền của vật liệu thép.

Ở đây, ứng suất chảy tương ứng với ứng suất cần thiết để liên tục làm biến dạng dẻo khi bắt đầu hoặc sau khi làm biến dạng dẻo, và ứng suất chảy hiệu dụng có nghĩa là ứng suất chảy dẻo có tính đến độ dày tấm và hình dạng của vật liệu thép và tốc độ biến dạng tác động vào bộ phận khi va đập.

Trong khi đó, ví dụ, như được bộc lộ trong Công bố quốc tế số WO 2005/010396, Công bố quốc tế số WO 2005/010397, và Công bố quốc tế số WO 2005/010398, năng lượng hấp thụ và đập của bộ phận hấp thụ và đập cũng phụ thuộc nhiều vào hình dạng của bộ phận.

Cụ thể là, bằng cách tối ưu hóa hình dạng của bộ phận hấp thụ và đập để tăng tải làm việc biến dạng dẻo, có khả năng là năng lượng hấp thụ và đập của bộ phận hấp thụ và đập có thể tăng đáng kể đến mức không thể đạt được chỉ bằng cách tăng độ bền của vật liệu thép.

Tuy nhiên, ngay cả khi hình dạng của bộ phận hấp thụ và đập được tối ưu hóa để tăng tải làm việc biến dạng dẻo, nếu vật liệu thép không có độ biến dạng có thể chịu tải làm việc biến dạng dẻo, vết nứt xuất hiện trên bộ phận hấp thụ và đập ở giai đoạn sớm trước khi làm biến dạng dẻo kỳ vọng được kết thúc, dẫn đến việc tải làm việc biến dạng dẻo không thể tăng được, và không thể tăng nhiều năng lượng hấp thụ và đập. Hơn nữa, việc xuất hiện vết nứt trên bộ phận hấp thụ và đập trong giai đoạn sớm có thể dẫn đến tình huống không mong muốn như bộ phận khác ở gần bộ phận hấp thụ và đập bị hư hại.

Theo kỹ thuật thông thường, mục đích của kỹ thuật này là tăng độ bền động của vật liệu thép dựa vào ý tưởng kỹ thuật là năng lượng hấp thụ và đập của bộ phận hấp thụ và đập phụ thuộc vào độ bền động của vật liệu thép, tuy nhiên, có trường hợp trong đó độ biến dạng giảm đáng kể chỉ bằng cách làm tăng độ bền động của vật liệu thép. Do đó, ngay cả nếu hình dạng của bộ phận hấp thụ và đập được tối ưu hóa để tăng tải làm việc biến dạng dẻo, thì không phải lúc nào cũng tăng đáng kể năng lượng hấp thụ và đập của bộ phận hấp thụ và đập.

Hơn nữa, vì hình dạng của bộ phận hấp thụ và đập đã được nghiên cứu với giả định là vật liệu thép được sản xuất dựa vào ý tưởng kỹ thuật nêu trên đây được sử dụng, việc tối ưu hóa hình dạng của bộ phận hấp thụ và đập đã được nghiên cứu, ngay từ đầu, dựa vào độ biến dạng của vật liệu thép hiện có làm tiền đề, và do vậy bản thân việc nghiên cứu để độ biến dạng của vật liệu thép tăng và hình dạng của bộ phận hấp thụ và đập được tối ưu hóa để tăng tải làm việc biến

dạng dẻo, vẫn chưa được thực hiện đủ cho đến nay.

Mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu thép thích hợp làm vật liệu dùng cho bộ phận hấp thụ va đập có ứng suất chảy hiệu dụng cao và do vậy có năng lượng hấp thụ va đập cao và trong đó việc xuất hiện vết nứt khi tải va đập được tác động được giảm, và phương pháp sản xuất vật liệu này.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Như được mô tả trên đây, để tăng năng lượng hấp thụ va đập của bộ phận hấp thụ va đập, điều quan trọng là tối ưu hóa không chỉ vật liệu thép mà cả hình dạng của bộ phận hấp thụ va đập để tăng tải làm việc biến dạng dẻo.

Liên quan đến vật liệu thép, điều quan trọng là tăng ứng suất chảy hiệu dụng để tăng tải làm việc biến dạng dẻo đồng thời giảm sự xuất hiện của vết nứt khi tải va đập được tác động, do vậy hình dạng của bộ phận hấp thụ va đập có thể tăng tải làm việc biến dạng dẻo có thể được tối ưu hóa.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu nghiêm túc nhất liên quan đến phương pháp giảm sự xuất hiện của vết nứt khi tải va đập được tác động và tăng ứng suất chảy hiệu dụng liên quan đến vật liệu thép để tăng năng lượng hấp thụ va đập của bộ phận hấp thụ va đập, và thu được các phát triển mới như sẽ được nêu dưới đây.

[Tăng năng lượng hấp thụ va đập]

(1) Để tăng năng lượng hấp thụ va đập của vật liệu thép, sẽ đạt được hiệu quả khi tăng ứng suất chảy hiệu dụng khi biến dạng thực là 5% (sẽ được mô tả là “5% ứng suất chảy” dưới đây).

(2) Để tăng ứng suất chảy 5%, sẽ đạt được hiệu quả khi tăng cường độ chảy và hệ số làm cứng gia công trong vùng biến dạng thấp.

(3) Để tăng cường độ chảy, sẽ đạt được hiệu quả khi sản xuất cấu trúc thép chứa bainit là pha chính.

(4) Để tăng hệ số làm cứng gia công trong vùng biến dạng thấp trong vật

liệu thép chứa bainit là pha chính, sẽ đạt được hiệu quả khi khiến các chất kết tủa nhỏ tồn tại ở mật độ cao.

[Giảm sự xuất hiện của vết nứt khi tải và đập được tác động]

(5) Khi vết nứt xuất hiện trên bộ phận hấp thụ va đập khi tác động tải va đập, năng lượng hấp thụ va đập sẽ giảm. Hơn nữa, cũng có trường hợp trong đó bộ phận khác liền kề bộ phận hấp thụ va đập bị hư hại.

(6) Khi độ bền, cụ thể là cường độ chảy của vật liệu thép tăng, độ nhạy đối với vết nứt khi tác động tải va đập (cũng được gọi là “vết nứt va đập” dưới đây) (độ nhạy cũng được gọi là “độ nhạy vết nứt va đập” dưới đây) sẽ trở nên cao.

(7) Để giảm sự xuất hiện của vết nứt va đập, sẽ đạt được hiệu quả khi tăng độ dẻo đồng đều, độ dẻo cục bộ và độ bền rạn nứt.

(8) Trong vật liệu thép chứa bainit là pha chính, độ dẻo có thể được tăng bằng cách tinh luyện bainit là pha chính.

(9) Được thiết lập là vật liệu thép chứa bainit là pha chính chứa, là pha thứ hai, một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit, và nếu các thành phần trên đây được tinh luyện, độ dẻo cục bộ có thể được tăng hơn nữa.

(10) Để tăng độ bền rạn nứt trong vật liệu thép chứa bainit là pha chính, sẽ đạt được hiệu quả khi sản xuất cấu trúc trong đó ferit có trong pha thứ hai. Tuy nhiên, ferit thô làm giảm ứng suất đàn hồi và tải nén, do vậy ferit cần được tinh luyện.

(11) Để tăng độ dẻo đồng đều trong vật liệu thép chứa bainit là pha chính, sẽ đạt được hiệu quả khi sản xuất cấu trúc trong đó austenit có trong pha thứ hai. Tuy nhiên, austenit thô có ảnh hưởng xấu đến độ bền rạn nứt khi đang được biến đổi thành pha mactensit do cảm ứng biến dạng, do vậy austenit cần được tinh luyện.

(12) Để tăng độ bền rạn nứt trong vật liệu thép chứa bainit là pha chính,

sẽ đạt được hiệu quả khi sản xuất cấu trúc trong đó mactensit có trong pha thứ hai. Tuy nhiên, mactensit có ảnh hưởng xấu đến độ bền rạn nứt, do vậy mactensit cần được tinh luyện.

Sáng chế được hoàn thành dựa vào các phát hiện mới mô tả trên đây, và bản chất của sáng chế như sau.

[1] Vật liệu thép chứa: theo % khối lượng, C: từ lớn hơn 0,05% đến 0,18%; Mn: 1% đến 3% ; Si: từ lớn hơn 0,5% đến 1,8% ; Al: 0,01% đến 0,5% ; N: 0,001% đến 0,015% ; một hoặc cả hai nguyên tố trong số V và Ti: tổng lượng 0,01% đến 0,3%; Cr: 0% đến 0,25% ; Mo: 0% đến 0,35%; lượng còn lại: Fe và các tạp chất; và 80% hoặc lớn hơn bainit theo % diện tích, và 5% hoặc lớn hơn tổng lượng của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit theo % diện tích, trong đó kích cỡ khối trung bình của bainit mô tả trên đây nhỏ hơn 2,0 μ m, đường kính hạt trung bình của tất cả của ferit, mactensit và austenit mô tả trên đây nhỏ hơn 1,0 μ m, độ cứng nano trung bình của bainit mô tả trên đây nằm trong khoảng từ 4,0 GPa đến 5,0 GPa, và mỗi trong số các carbua loại MX có đường kính tương đương hình tròn 10nm hoặc lớn hơn tồn tại với khoảng cách hạt trung bình giữa chúng là 300nm hoặc nhỏ hơn.

[2] Vật liệu thép theo điểm [1] chứa, theo % khối lượng, một hoặc hai nguyên tố được lựa chọn từ nhóm gồm Cr: 0,05% đến 0,25%, và Mo: 0,1% đến 0,35%.

Theo sáng chế, có thể sản xuất được bộ phận hấp thụ va đập có thể giảm hoặc loại bỏ sự xuất hiện của vết nứt trên đó khi tải va đập được tác động, và có ứng suất chảy hiệu dụng cao, do vậy có thể tăng đáng kể năng lượng hấp thụ va đập của bộ phận hấp thụ va đập. Bằng cách sử dụng bộ phận hấp thụ va đập như trên đây, có thể tăng hơn nữa độ an toàn và chạm của sản phẩm của ô tô và sản phẩm tương tự, điều này đặc biệt hữu dụng trong công nghiệp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 minh họa mẫu nhiệt trong xử lý nhiệt ủ liên tục được sử dụng trong ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết. Trong phần mô tả dưới đây, % liên quan đến thành phần hóa học của thép biểu thị % khối lượng.

1. Thành phần hóa học

Lưu ý rằng “%” trong phần mô tả dưới đây liên quan đến thành phần hóa học có nghĩa là “% khối lượng”, trừ khi được nói khác đi.

(1) C: từ lớn hơn 0,05% đến 0,18%

C có chức năng tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo bainit là pha chính, và austenit là pha thứ hai, chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách tăng độ bền của pha thứ hai, và chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách làm tăng độ bền thép qua quá trình làm tăng độ bền dung dịch đặc. Hơn nữa, C có chức năng ghép nối với Ti và V để làm kết tủa các cacbua mịn loại MX, và tăng cường độ chảy và hệ số làm cứng gia công trong vùng biến dạng thấp. Nếu hàm lượng C là 0,05% hoặc nhỏ hơn, đôi lúc sẽ khó đạt được hiệu quả bởi các chức năng mô tả trên đây. Do đó, hàm lượng C được thiết lập lớn hơn 0,05%. Mặt khác, nếu hàm lượng C lớn hơn 0,18%, có trường hợp trong đó mactensit và austenit được tạo ra quá mức, điều này đôi lúc tạo điều kiện thuận lợi cho việc xuất hiện của vết nứt khi tác động tải va đập. Do đó, hàm lượng C được thiết lập ở 0,18% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là hàm lượng C là 0,15% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,13% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng C là 0,18%.

(2) Mn: 1% đến 3%

Mn có chức năng tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo bainit bằng cách tăng độ hóa cứng, và chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách làm tăng độ bền thép qua quá trình làm tăng độ bền dung dịch đặc. Nếu hàm lượng Mn nhỏ hơn 1%, đôi lúc khó đạt được hiệu quả bởi các chức năng nêu

trên. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập ở 1% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là 1,5% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Mn lớn hơn 3%, có trường hợp trong đó mactensit và austenit được tạo ra quá mức, dẫn đến việc độ dẻo cục bộ giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập ở 3% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là 2,5% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng Mn là 1% và trường hợp trong đó hàm lượng Mn là 3%.

(3) Si: từ lớn hơn 0,5% đến 1,8%

Si có chức năng tăng độ dẻo đồng đều và độ dẻo cục bộ bằng cách giảm việc tạo cacbua trong bainit và mactensit, và chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách làm tăng độ bền thép qua quá trình làm tăng độ bền dung dịch đặc. Nếu hàm lượng Si là 0,5% hoặc nhỏ hơn, đôi lúc khó đạt được hiệu quả bởi các chức năng nêu trên đây. Do đó, lượng Si được thiết lập ở mức lớn hơn 0,5%. Lượng Si tốt hơn là 0,8% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Si lớn hơn 1,8%, có trường hợp trong đó austenit vẫn còn lại quá mức, và độ nhạy vết nứt va đập cao đáng kể. Do đó, hàm lượng Si được thiết lập ở 1,8% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là 1,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 1,3% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng Si là 1,8%.

(4) Al: 0,01% đến 0,5%

Al có có chức năng giảm việc tạo lượng thêm vào trong thép qua quá trình oxy hóa, và ngăn ngừa vết nứt va đập. Nếu hàm lượng Al nhỏ hơn 0,01%, khó đạt được hiệu quả bởi chức năng nêu trên đây. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập ở 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Al lớn hơn 0,5%, oxit và nitrit sẽ là thô, điều này tạo điều kiện thuận lợi xuất hiện vết nứt va đập, thay vì ngăn ngừa vết nứt va đập xuất hiện. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập ở 0,5% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng Al là 0,01% và trường hợp trong đó hàm lượng Al là 0,5%.

(5) N: 0,001% đến 0,015%

N có chức năng giảm sự phát triển hạt của austenit và ferit bằng cách tạo nitrit, và giảm vết nứt va đập bằng cách tinh luyện cấu trúc. Nếu hàm lượng N nhỏ hơn 0,001%, khó đạt được hiệu quả bởi chức năng nêu trên đây. Do đó, hàm lượng N được thiết lập ở 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng N lớn hơn 0,015%, nitrit trở nên thô, điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc xuất hiện vết nứt va đập, thay vì giảm vết nứt va đập. Do đó, hàm lượng N được thiết lập ở 0,015% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng N là 0,001% và trường hợp trong đó hàm lượng N là 0,015%.

(6) Một hoặc cả hai nguyên tố trong số V và Ti: tổng lượng 0,01% đến 0,3%

V và Ti có chức năng tạo các carbua như VC và TiC trong thép, giảm sự phát triển của các hạt tinh thể thô qua hiệu quả liên kết đối với sự phát triển hạt của ferit, và giảm vết nứt va đập. Hơn nữa, V và Ti có chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách làm tăng độ bền thép qua quá trình làm tăng độ bền kết tủa được thực hiện bởi VC và TiC. Do đó, một hoặc cả hai nguyên tố trong số V và Ti được đưa vào trong. Nếu tổng hàm lượng Al của V và Ti (cũng được gọi là hàm lượng “(V + Ti)”, dưới đây) nhỏ hơn 0,01%, khó đạt được hiệu quả bởi các chức năng nêu trên đây. Do đó, hàm lượng (V + Ti) được thiết lập ở 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng (V + Ti) lớn hơn 0,3%, VC hoặc TiC được tạo ra quá mức, điều này làm tăng độ nhạy vết nứt va đập, thay vì giảm độ nhạy vết nứt va đập. Do đó, hàm lượng (V + Ti) được thiết lập ở 0,3% hoặc nhỏ hơn. Sáng chế bao gồm trường hợp trong đó tổng hàm lượng Al của V và Ti là 0,01% và trường hợp trong đó tổng hàm lượng Al là 0,3%. Trường hợp bất kỳ trong đó chỉ V có trong lượng 0,01% đến 0,3%, trường hợp trong đó chỉ Ti có trong lượng 0,01% đến 0,3%, và trường hợp trong đó cả V và Ti đều có trong với lượng 0,01% đến 0,3% tổng lượng, có thể được sử dụng.

Hơn nữa, cũng có thể là một hoặc hai trong số Cr và Mo có trong như là thành phần có trong tùy chọn.

(7) Cr: 0% đến 0,25%

Cr là thành phần có trong tùy chọn, và có chức năng tăng độ hóa cứng để

tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo bainit, và chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách làm tăng độ bền thép qua quá trình làm tăng độ bền dung dịch đặc. Để đạt được các chức năng này một cách chắc chắn hơn, hàm lượng của Cr tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Cr lớn hơn 0,25%, pha mactensit được tạo ra quá mức, điều này làm tăng độ nhạy vết nứt va đập. Do đó, hàm lượng Cr được thiết lập ở 0,25% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng của Cr là 0,25%.

(8) Mo: 0% đến 0,35%

Mo là, tương tự như Cr, thành phần có trong tùy chọn, và có chức năng tăng độ hóa cứng để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo bainit và mactensit, và chức năng tăng cường độ chảy và độ bền kéo bằng cách làm tăng độ bền thép qua quá trình làm tăng độ bền dung dịch đặc. Để đạt được các chức năng này một cách chắc chắn hơn, hàm lượng của Mo tốt hơn là 0,1% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mo lớn hơn 0,35%, pha mactensit được tạo ra quá mức, điều này làm tăng độ nhạy vết nứt va đập. Do đó, khi Mo có trong, hàm lượng của Mo được thiết lập ở 0,35% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng sáng chế bao gồm trường hợp trong đó hàm lượng của Mo là 0,35%.

Vật liệu thép của sáng chế chứa các thành phần có trong quan trọng nêu trên đây, còn chứa các thành phần có trong tùy chọn theo nhu cầu, và chứa lượng còn lại gồm Fe và các tạp chất. Dưới dạng tạp chất, có thể lấy ví dụ một tạp chất có trong nguyên liệu thô của quặng, phế liệu và tương tự, và một tạp chất có trong bước sản xuất. Tuy nhiên, có thể chấp nhận các thành phần khác có trong nằm trong khoảng trong đó các đặc tính của vật liệu thép dự định thu được theo sáng chế không bị ngăn cản. Ví dụ, mặc dù P và S có trong thép như là các tạp chất, P và S tốt hơn là được giới hạn theo cách sau.

P: 0,02% hoặc nhỏ hơn

P khiến ranh giới hạt dễ bị vỡ, và làm giảm khả năng gia công nóng. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng P được thiết lập ở 0,02% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là hàm lượng P càng nhỏ càng tốt, tuy nhiên với giả định là sự khử photpho được thực hiện trong phạm vi các bước và chi phí sản xuất thật, giới hạn trên

của hàm lượng P là 0,02%. Giới hạn trên tốt hơn là 0,015% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,005% hoặc nhỏ hơn

S khiến ranh giới hạt dễ bị vỡ, và làm giảm khả năng gia công nóng và độ dẻo. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng P được thiết lập ở 0,005% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là hàm lượng S càng nhỏ càng tốt, tuy nhiên với giả định là sự khử lưu huỳnh được thực hiện trong phạm vi các bước và chi phí sản xuất thật, giới hạn trên của hàm lượng S là 0,005%. Giới hạn trên tốt hơn là 0,002% hoặc nhỏ hơn.

2. Cấu trúc thép

Cấu trúc thép theo sáng chế chứa bainit với kích cỡ khối nhỏ là pha chính, và hơn nữa, nó làm tăng ứng suất chảy dẻo với việc sử dụng các chất kết tủa nhỏ, để làm tăng ứng suất chảy hiệu dụng bằng cách thu được cường độ chảy cao và hệ số làm cứng gia công cao trong vùng biến dạng thấp, và độ chịu vết nứt va đập.

(1) Tỷ số diện tích của bainit: 80% hoặc lớn hơn

Nếu tỷ số diện tích của bainit là pha chính nhỏ hơn 80%, sẽ khó đảm bảo cường độ chảy cao. Do đó, tỷ số diện tích của bainit là pha chính được thiết lập ở 80% hoặc lớn hơn. Tỷ số diện tích của bainit tốt hơn là 85% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là lớn hơn 90%.

(2) Kích cỡ khối trung bình của bainit: nhỏ hơn $2,0\mu\text{m}$

Độ dẻo có thể được tăng bằng cách tinh luyện bainit là pha chính. Nếu kích cỡ khối trung bình của bainit là $2,0\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn, sẽ khó tăng độ dẻo. Do đó, kích cỡ khối trung bình của bainit được thiết lập ở nhỏ hơn $2,0\mu\text{m}$. Kích cỡ khối này tốt hơn là $1,5\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

(3) Một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit có trong với tổng lượng 5% hoặc lớn hơn, và đường kính hạt trung bình của tất cả ferit, mactensit và bainit nêu trên đây nhỏ hơn $1,0\mu\text{m}$.

Nếu được thiết lập là trong vật liệu thép chứa bainit là pha chính, pha thứ hai của nó chứa một hoặc hai hoặc lớn hơn được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit, và các thành phần này được tinh luyện, độ dẻo cục bộ có thể được tăng hơn nữa. Nếu tổng tỷ số diện tích của ferit, mactensit và austenit nhỏ hơn 5%, hoặc nếu đường kính hạt trung bình của tất cả ferit, mactensit và austenit là 1,0 μm hoặc lớn hơn, sẽ khó tăng hơn nữa độ dẻo cục bộ. Do đó, được thiết lập là một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit có trong với tổng lượng 5% hoặc lớn hơn, và đường kính hạt trung bình của tất cả ferit, mactensit và austenit mô tả trên đây nhỏ hơn 1,0 μm .

Lưu ý rằng nếu ferit có trong pha thứ hai, độ bền rạn nứt có thể được tăng, nếu austenit có trong pha thứ hai, độ giãn dài đồng đều có thể được tăng, và nếu mactensit có trong pha thứ hai, độ bền có thể được tăng. Có trường hợp trong đó, ngoài ferit, mactensit và austenit, cementit và perlit chắc chắn có trong pha thứ hai ngoài bainit là pha chính, và cấu trúc không tránh được này được phép có trong nếu cấu trúc là 5 % diện tích hoặc nhỏ hơn.

(4) Độ cứng nano trung bình của bainit: không nhỏ hơn 4,0 GPa hoặc không lớn hơn 5,0 GPa

Nếu độ cứng nano trung bình của bainit nhỏ hơn 4,0 GPa, sẽ khó đảm bảo độ bền kéo 980 MPa hoặc lớn hơn trong vật liệu thép trong đó tỷ số diện tích của bainit là 80% hoặc lớn hơn. Do đó, độ cứng nano trung bình của bainit được thiết lập ở 4,0 GPa hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu độ cứng nano trung bình của bainit lớn hơn 5,0 GPa, sẽ khó giảm sự xuất hiện của vết nứt khi tác động tải va đập. Do đó, độ cứng nano trung bình của bainit được thiết lập ở 5,0 GPa hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, độ cứng nano là giá trị thu được bằng cách đo độ cứng nano trong khối bainit bằng cách sử dụng cắt nano. Theo sáng chế, thiết bị cắt góc khối được sử dụng, và độ cứng nano thu được với tải cắt 500 μN được chấp nhận.

(5) Khoảng cách hạt trung bình của các cacbua loại MX từng cacbua này có đường kính tương đương hình tròn 10 nm hoặc lớn hơn: 300 nm hoặc nhỏ

hơn.

Trong vật liệu thép chứa bainit là pha chính, vị trí kết tủa của pha thứ hai là ranh giới hạt austenit trước, và để tinh luyện pha thứ hai, cần tinh luyện các hạt austenit. Nhờ kết quả nghiên cứu các phương pháp khác nhau để tinh luyện các hạt austenit, thấy rõ là bằng cách sử dụng các điều kiện cán nóng và các điều kiện xử lý nhiệt thích hợp để thu được hiệu quả liên kết bởi các cacbua loại MX, sự phát triển của các hạt tinh thể thô có thể được giảm nhiều, như sẽ được mô tả sau.

Cacbua loại MX là cacbua có cấu trúc tinh thể loại NaCl, và được tạo thành bởi V và/hoặc Ti và C. Kích cỡ của cacbua loại MX thể hiện hiệu quả liên kết là 10 nm hoặc lớn hơn trong đường kính tương đương hình tròn. Nếu kích cỡ của cacbua loại MX nhỏ hơn 10 nm trong đường kính tương đương hình tròn, hiệu quả liên kết đối với sự di chuyển ranh giới hạt không thể kỳ vọng. Do đó, việc tinh luyện cấu trúc được cố thực hiện bằng cách khiến các cacbua loại MX từng cacbua này có đường kính tương đương hình tròn của 10 nm hoặc lớn hơn tồn tại, tuy nhiên, nếu khoảng cách hạt trung bình giữa các cacbua lớn hơn 300 nm, khó đạt được hiệu quả liên kết đủ. Do đó, được thiết lập là giữa các cacbua loại MX mà mỗi loại có đường kính tương đương hình tròn 10nm hoặc lớn hơn tồn tại có khoảng cách hạt trung bình là 300nm hoặc nhỏ hơn.

Mật độ của các cacbua loại MX từng cacbua này có đường kính tương đương hình tròn 10 nm hoặc lớn hơn tốt hơn là càng cao càng tốt, do vậy giới hạn dưới của khoảng cách hạt trung bình giữa các cacbua không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên, trên thực tế, giới hạn dưới là 50 nm hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên của kích cỡ của cacbua MX không bị giới hạn cụ thể, kích cỡ thô quá mức có thể tạo hiệu quả xấu đến độ dẻo, thay vì tăng độ dẻo, do vậy giới hạn trên của kích cỡ của cacbua MX (đường kính tương đương hình tròn) tốt hơn là được thiết lập ở 50 nm.

3. Các đặc tính

Vật liệu thép theo sáng chế có đặc tính khác biệt ở chỗ ứng suất chảy hiệu dụng cao, năng lượng hấp thụ va đập cao, và đồng thời, sự xuất hiện của

vết nứt khi tác động tải va đập được giảm. Đặc tính này được chứng minh dựa vào ứng suất chảy cao 5%, tải nén trung bình cao, và tỷ số uốn ổn định cao trong thí nghiệm uốn, sẽ được thể hiện trong các ví dụ được mô tả sau. Ứng suất chảy 5% tốt hơn là 700 MPa hoặc lớn hơn.

Dưới dạng các đặc tính cơ học khác, có thể nêu các đặc tính trong đó độ bền cao và độ dẻo và độ mở rộng lỗ là mỹ mãn, để độ bền kéo là 982 MPa hoặc lớn hơn, độ giãn dài đồng đều (độ giãn dài tổng) là 7% hoặc lớn hơn, và tỷ số mở rộng lỗ là 120% hoặc lớn hơn khi được đo bằng phương pháp đo dựa vào (Japan Iron and Steel Federation standard JFST 1001-1996).

4. Phương pháp sản xuất

Ví dụ, vật liệu thép của sáng chế có thể thu được bằng các phương pháp sản xuất (1) đến (3) dưới đây.

Phương pháp sản xuất (1): vật liệu được cán nóng (không thực hiện xử lý nhiệt)

Để thu được vật liệu thép của sáng chế ở dạng được cán nóng, tốt hơn là làm kết tủa thích hợp VC và TiC ở bước cán nóng để giảm sự phát triển của các hạt tinh thể thô với việc sử dụng hiệu quả liên kết bởi VC và TiC, và để tối ưu hóa cấu trúc đa pha bằng cách kiểm soát lịch sử nhiệt.

Trước tiên, thanh có thành phần hóa học được mô tả trên đây được thiết lập ở nhiệt độ 1200°C hoặc lớn hơn và được cho cán qua nhiều rãnh cán ở tỷ số giảm tổng 50% hoặc lớn hơn, và quá trình cán được hoàn thành trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 800°C hoặc không lớn hơn 950°C. Trong khoảng thời gian 0,4 giây sau khi hoàn thành quá trình cán, sản phẩm thu được được làm nguội ở tốc độ làm nguội 600°C/giây hoặc lớn hơn đến vùng nhiệt độ 500°C hoặc nhỏ hơn, và được ủ trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 300°C hoặc không lớn hơn 500°C, để sản xuất tấm thép được cán nóng.

Qua quá trình cán nóng và làm nguội mô tả trên đây, có thể thu được cấu trúc thép dưới dạng cán nóng, có các cacbua loại MX phân tán bên trong, và chủ yếu được làm bằng cấu trúc bainit với kích cỡ khối nhỏ.

Khi các điều kiện cán nóng mô tả trên đây không được thỏa mãn, có trường hợp trong đó cấu trúc thép dự định không thể thu được và độ dẻo và độ bền bị giảm, vì austenit trở nên thô, và ngoài ra, mật độ kết tủa của các carbua loại MX bị giảm. Hơn nữa, khi các điều kiện làm nguội mô tả trên đây không được thỏa mãn, có trường hợp trong đó lượng tạo ferit ở bước làm nguội trở nên quá mức, và ngoài ra, kích cỡ khối của bainit trở nên quá lớn, dẫn đến việc không thể đạt được các đặc tính và đập mong muốn.

Theo phương pháp sản xuất (1) này, sau khi quá trình cán nóng kết thúc thực, quá trình làm nguội nhanh được thực hiện ở tốc độ làm nguội $600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn đến vùng nhiệt độ 500°C hoặc nhỏ hơn trong khoảng thời gian 0,4 giây. Việc kết thúc thực quá trình cán nóng có nghĩa là rãnh cán trong đó quá trình cán thực được thực hiện sau cùng, khi cán nhiều rãnh cán được thực hiện khi cán sau cùng của quá trình cán nóng. Ví dụ, trong trường hợp trong đó quá trình khử cuối cùng thực được thực hiện ở rãnh cán ở phía đầu dòng của máy cán tinh, và quá trình cán thực không được thực hiện ở rãnh cán ở phía cuối dòng của máy cán tinh, quá trình làm nguội nhanh được thực hiện đến vùng nhiệt độ 500°C hoặc nhỏ hơn trong khoảng thời gian 0,4 giây sau khi cán ở rãnh cán ở phía đầu dòng kết thúc. Hơn nữa, ví dụ, trong trường hợp trong đó quá trình cán thực được thực hiện cho đến khi rãnh cán đạt đến rãnh cán ở phía cuối dòng của máy cán tinh, quá trình làm nguội nhanh được thực hiện đến vùng nhiệt độ 500°C hoặc nhỏ hơn trong khoảng thời gian 0,4 giây sau khi cán ở rãnh cán ở phía cuối dòng kết thúc. Lưu ý rằng quá trình làm nguội nhanh về cơ bản được thực hiện bởi vòi làm nguội ở phía bàn đầu ra, tuy nhiên, cũng có thể được thực hiện bởi vòi làm nguội bên trong ở giữa các rãnh cán tương ứng của máy cán tinh.

Tốc độ làm nguội mô tả trên đây ($600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn) được thiết lập dựa vào nhiệt độ của bề mặt của mẫu (nhiệt độ bề mặt của tấm thép) được đo bởi thiết bị đánh dấu nhiệt. Tốc độ làm nguội (tốc độ làm nguội trung bình) của toàn bộ tấm thép được đánh giá khoảng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, do việc chuyển từ tốc độ làm nguội ($600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn) dựa vào nhiệt độ bề mặt.

Phương pháp sản xuất (2): Vật liệu được cán nóng và xử lý nhiệt

Để thu được vật liệu thép của sáng chế bằng cách thực hiện xử lý nhiệt sau khi cán nóng, tốt hơn là VC và TiC được cho kết tủa thích hợp ở bước cán nóng và xử lý tăng nhiệt độ ở bước xử lý nhiệt, sự phát triển của các hạt tinh thể thô được giảm bởi hiệu quả liên kết bởi VC và TiC, và việc tối ưu hóa cấu trúc đa pha được thực hiện trong xử lý nhiệt.

Trước tiên, thanh mô tả trên đây thành phần hóa học được thiết lập ở nhiệt độ 1200°C hoặc lớn hơn và được cho cán qua nhiều rãnh cán ở tỷ số giảm tổng 50% hoặc lớn hơn, và quá trình cán kết thúc trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 800°C hoặc không lớn hơn 950°C. Trong khoảng thời gian 0,4 giây sau khi hoàn thành quá trình cán, sản phẩm thu được được làm nguội ở tốc độ làm nguội 600°C/giây hoặc lớn hơn đến vùng nhiệt độ 700°C hoặc nhỏ hơn (quá trình làm nguội này cũng được gọi là làm nguội sơ cấp), và sau đó được làm nguội đến vùng nhiệt độ 500°C hoặc nhỏ hơn ở tốc độ làm nguội nhỏ hơn 100°C/giây (quá trình làm nguội này cũng được gọi là làm nguội thứ cấp), và sau đó, sản phẩm thu được được quăn trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 300°C hoặc không lớn hơn 500°C, để sản xuất tấm thép được cán nóng.

Nhờ bước cán nóng này, tấm thép được cán nóng trong đó các cacbua loại MX được cho kết tủa ở mật độ cao trong ranh giới hạt ferit, thu được. Mặt khác, khi các điều kiện cán nóng mô tả trên đây không được thỏa mãn, sẽ khó thu được vật liệu thép của sáng chế vì đường kính hạt trung bình của các cacbua loại MX trở nên quá nhỏ và hiệu quả liên kết đối với sự phát triển hạt bị giảm, và khoảng cách giữa các hạt trung bình của các cacbua loại MX trở nên quá lớn, điều này không góp phần vào việc tinh luyện các hạt tinh thể.

Theo phương pháp sản xuất (2) này, sau khi quá trình cán nóng kết thúc thực, quá trình làm nguội nhanh được thực hiện ở tốc độ làm nguội 600°C/giây hoặc lớn hơn đến vùng nhiệt độ 700°C hoặc nhỏ hơn trong khoảng thời gian 0,4 giây. Tương tự như phương pháp sản xuất (1) mô tả trên đây, cũng theo phương pháp sản xuất (2) này, việc kết thúc thực quá trình cán nóng có nghĩa là rãnh cán trong đó quá trình cán thực được thực hiện sau cùng, khi cán nhiều rãnh cán được thực hiện khi cán sau cùng của quá trình cán nóng. Quá trình làm nguội nhanh về cơ bản được thực hiện bởi vôi làm nguội nằm trên bàn đầu ra, tuy

nhiên, cũng có thể được thực hiện bởi vòi làm nguội bên trong ở giữa các rãnh cán tương ứng của máy cán tinh.

Tốc độ làm nguội mô tả trên đây ($600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn) được thiết lập dựa vào nhiệt độ của bề mặt của mẫu (nhiệt độ bề mặt của tấm thép) được đo bởi thiết bị đánh dấu nhiệt. Tốc độ làm nguội (tốc độ làm nguội trung bình) của toàn bộ tấm thép được đánh giá khoảng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, do việc chuyển từ tốc độ làm nguội ($600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn) dựa vào nhiệt độ bề mặt.

Theo phương pháp sản xuất (2) này, tiếp theo, nhiệt độ của tấm thép được cán nóng thu được bởi bước cán nóng mô tả trên đây được tăng đến vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 850°C hoặc không lớn hơn than 920°C ở tốc độ tăng nhiệt độ trung bình không nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tấm thép được giữ trong vùng nhiệt độ trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 100 giây hoặc không lớn hơn 300 giây (ủ trên Fig. 1). Sau đó, xử lý nhiệt trong đó sản phẩm thu được được làm nguội đến vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 270°C hoặc không lớn hơn 390°C ở tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được giữ trong vùng nhiệt độ trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 10 giây hoặc không lớn hơn 300 giây, được thực hiện (tôi trên Fig. 1).

Nếu tốc độ tăng nhiệt độ trung bình mô tả trên đây nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sự phát triển hạt của ferit xuất hiện trong khi nhiệt độ tăng, dẫn đến việc các hạt tinh thể trở nên thô. Mặc dù tốc độ tăng nhiệt độ trung bình mô tả trên đây tốt hơn là càng cao càng tốt, trên thực tế, là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Nếu nhiệt độ được giữ sau khi tăng nhiệt độ mô tả trên đây nhỏ hơn 850°C hoặc thời gian giữ nhỏ hơn 100 giây, quá trình austenit hóa cần thiết cho quá trình tôi là không đủ, dẫn đến việc sẽ khó thu được cấu trúc đa pha dự định. Mặt khác, nếu nhiệt độ được giữ sau khi tăng nhiệt độ mô tả trên đây lớn hơn 920°C hoặc thời gian giữ lớn hơn 300 giây, austenit trở nên thô, dẫn đến việc sẽ khó thu được cấu trúc đa pha dự định.

Sau khi tăng nhiệt độ mô tả trên đây, để thu được cấu trúc chủ yếu được làm bằng bainit, cần thực hiện tôi ở nhiệt độ biến đổi bainit hoặc nhỏ hơn đồng

thời giảm sự biến đổi ferit. Nếu tốc độ làm nguội trung bình mô tả trên đây nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, lượng ferit trở nên quá mức, và khó thu được độ bền đủ. Mặc dù tốc độ làm nguội trung bình mô tả trên đây tốt hơn là càng cao càng tốt, trên thực tế, là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, nếu nhiệt độ dừng làm nguội của quá trình làm nguội mô tả trên đây nhỏ hơn 270°C , tỷ số diện tích của mactensit trở nên quá lớn, dẫn đến việc độ dẻo cục bộ giảm. Mặt khác, nếu nhiệt độ dừng làm nguội của quá trình làm nguội mô tả trên đây lớn hơn 390°C , kích cỡ khối trung bình của bainit trở nên thô, dẫn đến việc độ bền và độ dẻo giảm. Hơn nữa, nếu thời gian giữ trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 270°C hoặc không lớn hơn 390°C nhỏ hơn 10 giây, việc tạo điều kiện thuận lợi cho việc biến đổi bainit đôi lúc trở nên không đủ. Mặt khác, nếu thời gian giữ trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 270°C hoặc không lớn hơn 390°C lớn hơn 300 giây, năng suất bị giảm đáng kể.

Cũng có thể điều chỉnh độ cứng của bainit bằng cách thực hiện, sau quá trình tôi mô tả trên đây, xử lý ram theo nhu cầu trong đó việc giữ được thực hiện trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 400°C hoặc không lớn hơn 550°C trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 10 giây hoặc không lớn hơn 650 giây (ram 1 và ram 2 trên Fig. 1). Lưu ý rằng quá trình ram cũng có thể được thực hiện trong một giai đoạn, hoặc cũng có thể được thực hiện trong nhiều giai đoạn riêng rẽ. Fig. 1 minh họa ví dụ trong đó quá trình ram được thực hiện trong hai giai đoạn riêng rẽ.

Ở đây, nếu nhiệt độ ram nhỏ hơn 400°C hoặc thời gian ram nhỏ hơn 10 giây, không thể đạt được đủ hiệu quả bởi quá trình ram. Mặt khác, nếu nhiệt độ ram lớn hơn 550°C hoặc thời gian ram lớn hơn 650 giây, có trường hợp trong đó độ bền dự định không thể thu được do sự giảm độ bền. Quá trình ram có thể được thực hiện quá quá trình nung nóng hai giai đoạn hoặc nhiều hơn trong vùng nhiệt độ mô tả trên đây. Trong trường hợp này, tốt hơn là nhiệt độ nung nóng trong giai đoạn thứ nhất được thiết lập ở nhỏ hơn nhiệt độ nung nóng trong giai đoạn thứ hai.

Phương pháp sản xuất (3): Vật liệu được cán nguội và xử lý nhiệt

Để thu được vật liệu thép của sáng chế bằng cách thực hiện xử lý nhiệt sau khi cán nóng và cán nguội, tốt hơn là VC và TiC được cho kết tủa thích hợp ở bước cán nóng và xử lý tăng nhiệt độ ở bước xử lý nhiệt, sự phát triển của các hạt tinh thể thô được giảm bởi hiệu quả liên kết bởi VC và TiC, và việc tối ưu hóa của cấu trúc đa pha được thực hiện trong xử lý nhiệt, tương tự như phương pháp sản xuất (2). Để đạt được điều này, tốt hơn là thực hiện sản xuất bằng phương pháp sản xuất bao gồm các bước sau.

Trước tiên, thanh có thành phần hóa học mô tả trên đây được thiết lập ở nhiệt độ 1200°C hoặc lớn hơn và được cho cán qua nhiều rãnh cán ở tỷ số giảm tổng 50% hoặc lớn hơn, và quá trình cán kết thúc trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 800°C hoặc không lớn hơn than 950°C. Trong khoảng thời gian 0,4 giây sau khi hoàn thành quá trình cán, sản phẩm thu được được làm nguội ở tốc độ làm nguội 600°C/giây hoặc lớn hơn đến vùng nhiệt độ 700°C hoặc nhỏ hơn (quá trình làm nguội này cũng được gọi là làm nguội sơ cấp), và sau đó được làm nguội đến vùng nhiệt độ 500°C hoặc nhỏ hơn ở tốc độ làm nguội nhỏ hơn 100°C/giây (quá trình làm nguội này cũng được gọi là làm nguội thứ cấp), và sau đó, sản phẩm thu được được ủ trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 300°C hoặc không lớn hơn 500°C, để sản xuất tấm thép được cán nóng.

Bằng bước cán nóng này, tấm thép được cán nóng trong đó các cacbua loại MX được cho kết tủa ở mật độ cao trong ranh giới hạt ferit, thu được. Mặt khác, khi các điều kiện cán nóng mô tả trên đây không được thỏa mãn, sẽ khó thu được vật liệu thép của sáng chế vì đường kính hạt trung bình của các cacbua loại MX trở nên quá nhỏ và hiệu quả liên kết đối với sự phát triển hạt được giảm, và khoảng cách giữa các hạt trung bình của các cacbua loại MX trở nên quá lớn, điều này không góp phần vào việc tinh luyện các hạt tinh thể.

Theo phương pháp sản xuất (3) này, sau khi quá trình cán nóng kết thúc thực, quá trình làm nguội nhanh được thực hiện ở tốc độ làm nguội 600°C/giây hoặc lớn hơn đến vùng nhiệt độ 700°C hoặc nhỏ hơn trong khoảng thời gian 0,4 giây. Tương tự như các phương pháp sản xuất (1) và (2) mô tả trên đây, cũng theo phương pháp sản xuất (3), việc kết thúc thực quá trình cán nóng có nghĩa là rãnh cán trong đó quá trình cán thực được thực hiện sau cùng, khi cán nhiều

rãnh cán được thực hiện khi cán sau cùng của quá trình cán nóng. Quá trình làm nguội nhanh về cơ bản được thực hiện bằng vôi làm nguội nằm trên bàn đầu ra, tuy nhiên, cũng có thể được thực hiện bởi vôi làm nguội bên trong ở giữa các rãnh cán tương ứng của máy cán tinh.

Tốc độ làm nguội mô tả trên đây ($600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn) được thiết lập dựa vào nhiệt độ của bề mặt của mẫu (nhiệt độ bề mặt của tấm thép) được đo bởi thiết bị đánh dấu nhiệt. Tốc độ làm nguội (tốc độ làm nguội trung bình) của toàn bộ tấm thép được đánh giá khoảng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, do việc chuyển từ tốc độ làm nguội ($600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn) dựa vào nhiệt độ bề mặt.

Theo phương pháp sản xuất (3) này, tiếp theo, quá trình cán nguội ở tỷ số giảm không nhỏ hơn 30% hoặc không lớn hơn 70% được thực hiện để sản xuất tấm thép được cán nguội.

Tiếp theo, nhiệt độ của tấm thép được cán nguội thu được bởi bước cán nguội mô tả trên đây được tăng đến vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 850°C hoặc không lớn hơn 920°C ở tốc độ tăng nhiệt độ trung bình không nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tấm thép được giữ trong vùng nhiệt độ trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 100 giây hoặc không lớn hơn 300 giây (ủ trên Fig. 1). Sau đó, xử lý nhiệt trong đó sản phẩm thu được được làm nguội đến vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 270°C hoặc không lớn hơn 390°C ở tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc không lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được giữ trong vùng nhiệt độ trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 10 giây hoặc không lớn hơn 300 giây, được thực hiện (tôi trên Fig. 1).

Nếu tốc độ tăng nhiệt độ trung bình mô tả trên đây nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sự phát triển hạt của ferit xuất hiện trong khi nhiệt độ tăng, dẫn đến việc các hạt tinh thể trở nên thô. Mặc dù tốc độ tăng nhiệt độ trung bình mô tả trên đây tốt hơn là càng cao càng tốt, trên thực tế, là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Nếu nhiệt độ được giữ sau khi tăng nhiệt độ mô tả trên đây nhỏ hơn 850°C hoặc thời gian giữ nhỏ hơn 100 giây, quá trình austenit hóa cần thiết cho quá trình tôi trở nên không đủ, dẫn đến việc sẽ khó thu được cấu trúc đa pha dự định. Mặt khác, nếu nhiệt độ được giữ sau khi tăng nhiệt độ mô tả trên đây lớn hơn 920°C hoặc thời

gian giữ lớn hơn 300 giây, austenit trở nên thô, dẫn đến việc sẽ khó thu được cấu trúc đa pha dự định.

Sau khi tăng nhiệt độ mô tả trên đây, để thu được cấu trúc chủ yếu được làm bằng bainit, cần thực hiện tôi ở nhiệt độ biến đổi bainit hoặc nhỏ hơn đồng thời giảm sự biến đổi ferit. Nếu tốc độ làm nguội trung bình mô tả trên đây nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, lượng ferit trở nên quá mức, và khó thu được độ bền đủ. Mặc dù tốc độ làm nguội trung bình mô tả trên đây tốt hơn là càng cao càng tốt, trên thực tế, là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, nếu nhiệt độ dừng làm nguội của quá trình làm nguội mô tả trên đây nhỏ hơn 270°C , tỷ số diện tích của mactensit trở nên quá lớn, dẫn đến việc độ dẻo cục bộ giảm. Mặt khác, nếu nhiệt độ dừng làm nguội của quá trình làm nguội mô tả trên đây lớn hơn 390°C , kích cỡ khối trung bình của bainit trở nên thô, dẫn đến việc độ bền và độ dẻo giảm. Hơn nữa, nếu thời gian giữ trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 270°C hoặc không lớn hơn 390°C nhỏ hơn 10 giây, việc tạo điều kiện thuận lợi cho sự biến đổi bainit đôi lúc trở nên không đủ. Mặt khác, nếu thời gian giữ trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 270°C hoặc không lớn hơn 390°C lớn hơn 300 giây, năng suất bị giảm đáng kể.

Cũng có thể điều chỉnh độ cứng của bainit bằng cách thực hiện, sau quá trình tôi mô tả trên đây, xử lý ram theo nhu cầu trong đó việc giữ được thực hiện trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 400°C hoặc không lớn hơn 550°C trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 10 giây hoặc không lớn hơn 650 giây, tương tự như phương pháp sản xuất (2) mô tả trên đây. Ở đây, nếu nhiệt độ ram nhỏ hơn 400°C hoặc thời gian ram nhỏ hơn 10 giây, sẽ không đạt được đủ hiệu quả bởi quá trình ram. Mặt khác, nếu nhiệt độ ram lớn hơn 550°C hoặc thời gian ram lớn hơn 650 giây, có trường hợp trong đó độ bền dự định không thể thu được do sự giảm độ bền. Quá trình ram có thể được thực hiện qua quá trình nung nóng ở hai giai đoạn hoặc nhiều hơn trong vùng nhiệt độ mô tả trên đây. Trong trường hợp đó, tốt hơn là nhiệt độ nung nóng ở giai đoạn thứ nhất được thiết lập ở mức nhỏ hơn nhiệt độ nung nóng ở giai đoạn thứ hai.

Tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép được cán nguội được sản xuất qua các phương pháp sản xuất (1) đến (3) trên đây có thể được sử dụng bình

thường như là vật liệu thép của sáng chế, hoặc tấm thép, được cắt từ tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép được cán nguội, trên đó công đoạn gia công thích hợp như uốn cong và ép được thực hiện theo nhu cầu, cũng có thể được sử dụng làm vật liệu thép của sáng chế. Hơn nữa, vật liệu thép của sáng chế cũng có thể là tấm thép bình thường, hoặc tấm thép trên đó công đoạn mạ được thực hiện sau khi gia công. Công đoạn mạ có thể là mạ điện hoặc nhúng nóng, và mặc dù không có giới hạn ở loại mạ, loại mạ thường là mạ kẽm hoặc mạ hợp kim kẽm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thí nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng các thanh (từng thanh này có độ dày 35 mm, độ rộng 160 đến 250 mm, và độ dài 70 đến 140 mm) có các thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1. Trong bảng 1, “-” có nghĩa là thành phần không có trong theo cách tích cực. Phần gạch chân biểu thị là giá trị nằm ngoài phạm vi sáng chế. Loại thép D là ví dụ so sánh trong đó tổng hàm lượng Al của V và Ti nhỏ hơn giới hạn dưới giá trị. Loại thép I là ví dụ so sánh trong đó hàm lượng của Mn lớn hơn giới hạn trên giá trị. Loại thép J là ví dụ so sánh trong đó hàm lượng của C lớn hơn giới hạn trên giá trị. Trong từng loại thép, thép nóng chảy nặng 150 kg được sản xuất trong chân không sẽ được đúc, sau đó sản phẩm thu được được nung nóng ở nhiệt độ lò 1250°C, và được rèn nóng ở nhiệt độ 950°C hoặc lớn hơn, để thu được thanh.

[Bảng 1]

Loại thép	Thành phần hóa học (đơn vị: % khối lượng, Lượng còn lại: Fe và các tạp chất)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ti	Al	N
A	0,12	1,24	2,05	0,008	0,002	0,12	-	0,2	0,005	0,033	0,0024
B	0,12	1,23	2,01	0,009	0,002	0,2	0,2	0,15	0,005	0,03	0,0025
C	0,12	1,25	2,01	0,009	0,002	0,15	-	0,05	0,005	0,032	0,0026
<u>D</u>	0,12	1,23	2,25	0,011	0,002	0,1	-	=	=	0,035	0,0045
E	0,12	1,48	2,02	0,013	0,003	0,1	-	0,25	0,005	0,033	0,0025
F	0,18	1,25	2,2	0,01	0,003	-	-	0,2	0,003	0,051	0,0031
G	0,15	1,3	2,02	0,012	0,002	0,1	-	0,25	-	0,035	0,0024
H	0,18	1,33	2,2	0,01	0,002	0,1	0,22	-	0,012	0,35	0,0025
<u>I</u>	0,15	1,52	<u>3,5</u>	0,012	0,002	0,15	-	0,2	0,004	0,035	0,0035
<u>J</u>	<u>0,22</u>	1,32	2,15	0,01	0,002	0,15	-	-	0,005	0,025	0,0032

Phần gạch dưới biểu thị giá trị nằm ngoài phạm vi sáng chế

Từng thanh mô tả trên đây lại được nung nóng ở 1250°C trong 1 giờ, và sau đó, sản phẩm thu được được cho cán nóng sơ bộ ở 4 rãnh cán bằng cách sử dụng máy thí nghiệm cán nóng, sản phẩm thu được tiếp tục được cho cán nóng hoàn thiện ở 3 rãnh cán, và sau khi kết thúc cán, quá trình làm nguội sơ cấp và làm nguội thứ cấp được thực hiện, để thu được tấm thép được cán nóng. Các điều kiện cán nóng được thể hiện trong bảng 2. Quá trình làm nguội sơ cấp và làm nguội thứ cấp ngay sau khi kết thúc cán được thực hiện bằng quá trình làm nguội bằng nước. Quá trình làm nguội thứ cấp kết thúc ở nhiệt độ quăn được thể hiện trong bảng.

[Bảng 2]

[Bảng 2]

Số thí nghiệm	Loại thép	Cán nóng			Làm nguội sơ cấp			Làm nguội thứ cấp			Độ dày tấm của tấm thép được cán nóng (mm)	
		Cán sơ bộ	Cán nóng hoàn thiện		Tốc độ làm nguội trung bình (°C/s)	Nhiệt độ dừng làm nguội (°C)	Khoảng thời gian từ khi kết thúc cán đến khi bắt đầu làm nguội (s)	Tốc độ làm nguội trung bình (°C/s)	Nhiệt độ dừng làm nguội (°C)	Nhiệt độ ủ (°C)		
			Số lượng rãnh cán	Tỷ số khử trong từng rãnh cán								Nhiệt độ kết thúc cán (°C)
1	A	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	450	0,1	—	—	450	1,6
2	A	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	450	1,2	—	—	450	1,6
3	A	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	17	415	400	3,2
4	A	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	15	460	450	3,2
5	A	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	1,2	10	450	450	3,2
6	B	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	450	0,1	—	—	450	1,6
7	C	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	17	417	400	3,2
8	D	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	16	420	400	3,2
9	E	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	17	420	400	3,2
10	E	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	15	455	450	3,2
11	E	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	16	460	450	3,2
12	E	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	16	455	450	3,2
13	F	83	3	30%-30%-30%	820	>1000	650	0,1	19	430	400	1,6
14	G	83	3	30%-30%-30%	820	>1000	650	0,1	19	450	400	3,2
15	H	83	3	30%-30%-30%	820	>1000	650	0,1	19	410	400	1,6
16	I	83	3	30%-30%-30%	900	>1000	650	0,1	16	460	420	1,6
17	J	83	3	30%-30%-30%	820	>1000	650	0,1	19	410	400	1,6

Phân gạch dưới biểu thị giá trị nằm ngoài phạm vi sáng chế

Các tấm thép có số thí nghiệm 1, 2, 6, 13, và 15 đến 17 được coi là các tấm thép được cán nóng, mà không thực hiện cán nguội. Trên các tấm thép khác của có số thí nghiệm 3 đến 5, 7 đến 12, và 14, quá trình cán nguội được thực hiện. Như có thể hiểu được từ bảng 2 và bảng 3, độ dày tấm của từng tấm thép được cán nóng hoặc tấm thép được cán nguội thu được là 1,6 mm. Trên các tấm thép có số thí nghiệm 4, 5, 9 đến 12, và 14, xử lý nhiệt được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng ủ liên tục với mẫu nhiệt được thể hiện trên Fig. 1 và ở các điều kiện được thể hiện trong bảng 3. Trong các ví dụ hiện tại, xử lý từ tăng nhiệt độ đến giữ nhiệt độ trong xử lý nhiệt tương ứng với ủ, làm nguội sau khi ủ tương ứng với tôi, và xử lý nhiệt sau đó tương ứng với ram được thực hiện để thực hiện điều chỉnh độ cứng (làm mềm). Như có thể hiểu được từ Fig. 1 và bảng 3, xử lý nhiệt ram trong vùng nhiệt độ không nhỏ hơn 400°C hoặc không lớn hơn 550°C được thực hiện ở hai giai đoạn. Lưu ý rằng trên các tấm thép có các số thí nghiệm 3, 7, 8, và 13, chỉ quá trình tôi được thực hiện sau khi ủ, và quá trình ram không được thực hiện.

[Bảng 3]

Số thí nghiệm	Loại thép	Tỷ số khử tổng khi cán nguội	Các điều kiện ủ liên tục						Các điều kiện từ tối đến ram (① đến ②)				
			Các điều kiện ủ						Thời gian ram ① (s)	Nhiệt độ ram ① (°C)	Thời gian ram ② (s)	Nhiệt độ ram ② (°C)	Thời gian ram ② (s)
			Tốc độ tăng nhiệt độ (°C/s)	Nhiệt độ ủ (°C)	Thời gian ủ (s)	Tốc độ làm nguội (°C/s)	Nhiệt độ tối (°C)	Thời gian tối (s)					
1	A	Cán nóng	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	A	Cán nóng	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	A	50%	10	900	250	40	330	120	—	—	—	—	—
4	A	50%	10	900	250	40	330	120	60	460	60	540	14
5	A	50%	10	900	250	40	330	120	12	460	12	540	14
6	B	Cán nóng	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	C	50%	10	920	250	35	310	120	—	—	—	—	—
8	D	50%	10	920	250	35	330	120	—	—	—	—	—
9	E	50%	10	900	250	40	330	120	12	460	12	540	14
10	E	50%	10	850	250	40	330	120	700	460	700	540	14
11	E	50%	10	850	120	40	25	600	120	460	120	520	350
12	E	50%	20	900	120	5	330	120	12	460	12	540	14
13	F	Cán nóng	10	850	250	40	330	120	—	—	—	—	—
14	G	50%	10	900	250	40	330	120	12	460	12	520	14
15	H	Cán nóng	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	I	Cán nóng	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	J	Cán nóng	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Phần gạch dưới biểu thị giá trị nằm ngoài phạm vi sáng chế

Liên quan đến các tấm thép được cán nóng và các tấm thép được cán nguội thu được như nêu trên đây, công đoạn kiểm tra dưới đây được thực hiện.

Trước tiên, đoạn thí nghiệm kéo JIS No. 5 được lấy từ tấm thép thí nghiệm theo hướng vuông góc với hướng cán, và được cho thực hiện thí nghiệm kéo, để xác định ứng suất chảy 5%, độ bền kéo (TS) lớn nhất, và độ giãn dài đồng đều (u-El). Ứng suất chảy 5% biểu thị ứng suất khi biến dạng dẻo xuất hiện trong đó biến dạng trở nên 5% trong thí nghiệm kéo, ứng suất chảy 5% có quan hệ tỷ lệ với ứng suất chảy hiệu dụng, và trở nên chỉ số của ứng suất chảy hiệu dụng.

Thí nghiệm mở rộng lỗ được thực hiện để xác định tỷ số mở rộng lỗ dựa vào (Japan Iron and Steel Federation standard JFST 1001-1996) ngoại trừ công đoạn doa được thực hiện trên lỗ được gia công để loại bỏ ảnh hưởng của hư hại của mặt đầu.

Phân tích EBSD được thực hiện tại vị trí 1/4 độ sâu trong độ dày tấm của mặt cắt ngang song song với hướng cán tấm thép, trong đó đường kính hạt trung bình của pha chính và pha thứ hai được xác định, và bản đồ hướng lệch ranh giới hạt bề mặt được tạo ra. Liên quan đến kích cỡ khối của bainit, đơn vị của cấu trúc bao quanh là giao diện mà hướng lệch là 15° hoặc lớn hơn được coi là khối bainit, và kích cỡ khối trung bình được xác định bằng cách lấy trung bình các đường kính tương đương hình tròn của các khối bainit.

Độ cứng nano của bainit được xác định bằng phương pháp cắt nano. Đoạn thí nghiệm mặt cắt được lấy theo hướng song song với hướng cán ở vị trí 1/4 độ sâu trong độ dày tấm được đánh bóng bằng giấy ráp, sản phẩm thu được được đánh bóng cơ hóa bằng cách sử dụng oxit silic keo, và sau đó được đánh bóng điện phân để loại bỏ lớp được gia công, và sau đó sản phẩm thu được được cho thực hiện thí nghiệm. Quá trình cắt nano được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị cắt góc khối dưới tải cắt 500 μN . Kích cỡ cắt lúc này là đường kính 0,5 μm hoặc nhỏ hơn. Độ cứng của bainit của từng mẫu được đo ở 20 điểm được lựa chọn ngẫu nhiên, và độ cứng nano trung bình của từng mẫu được xác định.

Trong pha thứ hai, pha austenit được phân biệt dựa vào phân tích hệ thống tinh thể bằng cách sử dụng EBSD. Hơn nữa, pha ferit pro-eutectoid và pha mactensit được tách dựa vào độ cứng được đo bằng cách cắt nano. Cụ thể là, pha với độ cứng nano nhỏ hơn 4 GPa được thiết lập là pha ferit pro-eutectoid, và đồng thời, pha với độ cứng nano 6 GPa hoặc lớn hơn được thiết lập là pha mactensit, và dựa vào ảnh hai chiều thu được bằng kính hiển vi lực điện tử bên cạnh thiết bị cắt nano, tổng tỷ số diện tích và đường kính hạt trung bình của các pha ferit, pha mactensit và pha austenit này được xác định.

Cácbuga loại MX được nhận dạng bằng quan sát TEM bằng cách sử dụng mẫu sao trích, và khoảng cách hạt trung bình của các cácbuga loại MX từng cácbuga này có đường kính hạt trung bình 10 nm hoặc lớn hơn được tính từ ảnh hai chiều của ảnh trường sáng TEM.

Hơn nữa, bộ phận ống góc được sản xuất bằng cách sử dụng từng tấm thép mô tả trên đây, và thí nghiệm ép trục được thực hiện ở tốc độ va chạm theo hướng trục 64 km/h, để đánh giá độ hấp thụ va chạm. hình dạng của mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục của bộ phận ống góc được thiết lập là hình bát giác đều, và độ dài theo hướng trục của bộ phận ống góc được thiết lập là 200 mm. Việc đánh giá được thực hiện ở điều kiện trong đó từng bộ phận được thiết lập có độ dày tấm 1,6 mm, và độ dài của một cạnh của hình bát giác đều mô tả trên đây (độ dài của phần thẳng ngoại trừ phần cong của phần góc) (W_p) 25,6 mm. Hai trong số các bộ phận ống góc được sản xuất từ từng tấm thép, và được cho thực hiện thí nghiệm ép trục. Việc đánh giá được thực hiện dựa vào tải trung bình khi ép trục (giá trị trung bình của hai lần thí nghiệm) và tỷ số uốn ổn định. Tỷ số uốn ổn định tương ứng với tỷ lệ số lượng của các phần thân thí nghiệm trong đó vết nứt không xuất hiện trong thí nghiệm ép trục, đối với số lượng của tất cả các phần thân thí nghiệm. Nói chung, khả năng trong đó vết nứt xuất hiện ở giữa giai đoạn ép tăng khi năng lượng hấp thụ va đập tăng, dẫn đến việc tải làm việc biến dạng dẻo không thể tăng, và có trường hợp trong đó năng lượng hấp thụ va đập không thể tăng. Cụ thể là, tải nén (độ hấp thụ va đập) trung bình cao bao nhiêu là không quan trọng, không thể thể hiện độ hấp thụ va đập cao trừ khi tỷ số uốn ổn định tốt.

Các kết quả kiểm tra mô tả trên đây (cấu trúc thép, các đặc tính cơ học, và các đặc tính ép trực) được thể hiện chung trong bảng 4.

[Bảng 4]

Số thí nghiệm	Loại thép	Cấu trúc thép						Các đặc tính kéo và mở rộng lỗ				Các đặc tính nén trực		Phân loại
		Tỷ số diện tích của bainit (%)	Kích cỡ khối trung bình của bainit (μm)	Độ cứng nano trung bình của bainit (Gpa)	Tỷ số diện tích tổng của ferrit, mactensit, và austenit (%)	Đường kính hạt trung bình của ferrit, mactensit, và austenit (μm)	Khoảng cách hạt trung bình của các carbua có đường kính hạt 10 nm hoặc lớn hơn (nm)	Ứng suất chảy 5% (MPa)	Ứng suất kéo lớn nhất (MPa)	Độ giãn dài đồng đều (%)	Tỷ số mở rộng lỗ (%)	Tải nén trung bình (kN/mm^2)	Tỷ số uốn ổn định	
1	A	93	1,2	4,3	7	0,7	198	812	1061	11,5	122	0,4	2/2	Ví dụ sáng chế
2	A	92	3,5	3,8	8	2,5	324	450	1065	13,2	89	0,32	1/2	Ví dụ so sánh
3	A	93	1,4	4,3	7	0,6	186	855	1160	7,4	136	0,4	2/2	Ví dụ sáng chế
4	A	92	1,3	4,2	8	0,5	195	888	1052	9,8	145	0,4	2/2	Ví dụ sáng chế
5	A	85	2,8	3,8	15	3,7	333	651	1111	7,8	64	0,31	0/2	Ví dụ so sánh
6	B	91	1,1	4,6	9	0,7	223	745	1032	9,8	136	0,39	2/2	Ví dụ sáng chế
7	C	92	1,2	4,1	8	0,7	292	785	1016	11,9	136	0,38	2/2	Ví dụ sáng chế
8	D	73	4,5	3,6	27	4,2	-	523	1045	12,8	88	0,33	0/2	Ví dụ so sánh
9	E	94	1,4	4,4	6	0,8	163	910	1058	10,3	151	0,43	2/2	Ví dụ sáng chế
10	E	75	2,2	3,9	25	0,6	165	915	999	10,5	155	0,38	1/2	Ví dụ so sánh
11	E	0	-	-	100	5,6	162	410	1253	5,4	35	-	0/2	Ví dụ so sánh
12	E	<50	7,8	3,8	55	3,5	175	435	875	11,5	45	-	0/2	Ví dụ so sánh
13	F	91	1,9	4,2	9	0,8	175	772	999	11,8	161	0,39	2/2	Ví dụ sáng chế
14	G	92	1,3	4,5	8	0,7	170	890	1023	11,5	145	0,41	2/2	Ví dụ sáng chế
15	H	93	1,6	4,7	7	0,9	165	915	1067	11,3	135	0,43	2/2	Ví dụ sáng chế
16	I	0	-	-	100	3,6	-	1010	1012	2,3	10	-	0/2	Ví dụ so sánh
17	J	0	-	-	100	5,6	-	1125	1130	0,5	-	-	0/2	Ví dụ so sánh

Phần gạch dưới biểu thị giá trị nằm ngoài phạm vi sáng chế

Như có thể hiểu được từ bảng 4, trong vật liệu thép liên quan đến sáng chế, tải trung bình khi ép trực là cao ở mức $0,38 \text{ kN/mm}^2$ hoặc lớn hơn. Hơn nữa, đặc tính ép trực tốt được thể hiện khi tỷ số uốn ổn định là $2/2$. Hơn nữa, độ bền cao tạo ra bởi độ bền kéo là 980 MPa hoặc lớn hơn, cả tỷ số mở rộng lỗ và ứng suất chảy 5% là cao lần lượt ở mức 122% hoặc lớn hơn và 745 MPa hoặc lớn hơn, và giá trị của độ dẻo cũng cao. Do đó, vật liệu thép theo sáng chế thích hợp để sử dụng làm vật liệu hộp ép, bộ phận có cạnh, trụ giữa, thanh truyền và bộ phận tương tự.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu thép bao gồm các thành phần theo % khối lượng:

C: từ lớn hơn 0,05% đến 0,18%;

Mn: 1% đến 3%;

Si: từ lớn hơn 0,5% đến 1,8%;

Al: 0,01% đến 0,5%;

N: 0,001% đến 0,015%;

một hoặc cả hai nguyên tố trong số V và Ti: tổng lượng 0,01% đến 0,3%;

Cr: 0% đến 0,25%;

Mo: 0% đến 0,35%;

lượng còn lại: Fe và các tạp chất; và

80% hoặc lớn hơn bainit theo % diện tích, và 5% hoặc lớn hơn tổng lượng của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm ferit, mactensit và austenit theo % diện tích, trong đó:

kích cỡ khối trung bình của bainit nhỏ hơn $2,0\mu\text{m}$, và đường kính hạt trung bình của tất cả ferit, mactensit và austenit nhỏ hơn $1,0\mu\text{m}$;

độ cứng nano trung bình của bainit nằm trong khoảng từ 4,0 GPa đến 5,0 GPa; và

mỗi trong số các cacbua loại MX có đường kính tương đương hình tròn 10nm hoặc lớn hơn tồn tại với khoảng cách hạt trung bình giữa chúng là 300nm hoặc nhỏ hơn.

2. Vật liệu thép theo điểm 1, chứa:

một hoặc hai nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chứa, theo % khối lượng:

Cr: 0,05% đến 0,25%, và

Mo: 0,1% đến 0,35%.

Fig.1

