



(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)



1-0025532

(51)⁷ C22C 38/00; C21D 9/00; C22C 38/32; (13) B
C22C 38/18; C21D 1/18; C21D 9/46

(21) 1-2013-03540

(22) 11/05/2012

(86) PCT/JP2012/062209 11/05/2012

(87) WO 2012/157581 A1 22/11/2012

(30) 2011-108397 13/05/2011 JP; 2011-108564 13/05/2011 JP; 2011-198160 12/09/2011 JP; 2011-198261 12/09/2011 JP

(45) 25/09/2020 390

(43) 25/02/2014 311A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

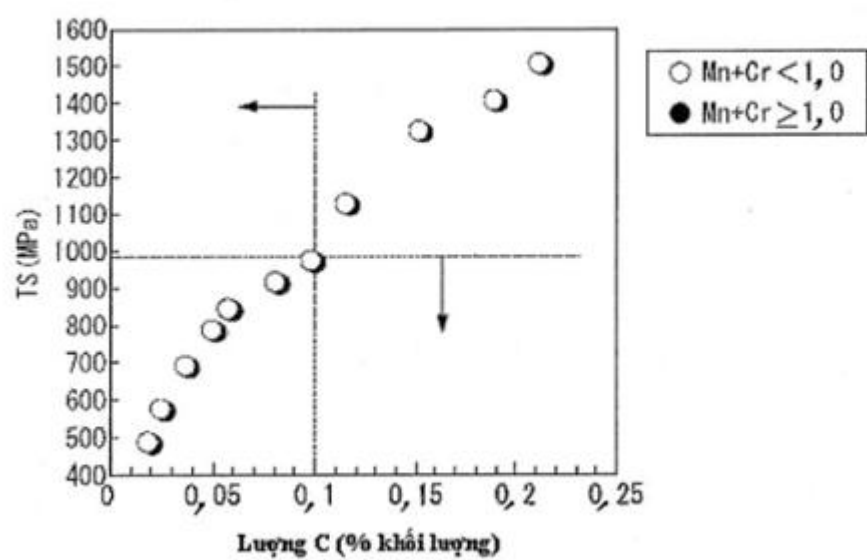
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) KAWASAKI Kaoru (JP).

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

(54) VẬT PHẨM DẬP NÓNG, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT PHẨM DẬP NÓNG NÀY, CHI TIẾT HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHI TIẾT HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vật phẩm dập nóng có thành phần bao gồm, tính theo % khối lượng, 0,002% đến 0,1% C, 0,01% đến 0,5% Si, 0,5% đến 2,5% Mn+Cr, 0,1% hoặc nhỏ hơn P, 0,01% hoặc nhỏ hơn S, 0,05% hoặc nhỏ hơn t-Al, 0,005% hoặc nhỏ hơn N, và 0,0005% đến 0,004% B mà tùy ý được chứa trong trường hợp mà Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn, thành phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi. Vật phẩm dập nóng có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật phẩm dập nóng có đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời, phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng này, chi tiết hấp thụ năng lượng có độ chênh lệch về độ bền kéo bằng 200 MPa hoặc lớn hơn trong chi tiết máy, và phương pháp sản xuất chi tiết hấp thụ năng lượng này.

Quyền ưu tiên được hưởng trên cơ sở đơn sáng chế Nhật Bản số 2011-108397, nộp ngày 13 tháng 5 năm 2011, đơn sáng chế Nhật Bản số 2011-108564, nộp ngày 13 tháng 5 năm 2011, đơn sáng chế Nhật Bản số 2011-198160, nộp ngày 12 tháng 9 năm 2011, và đơn sáng chế Nhật Bản số 2011-198261, nộp ngày 12 tháng 9 năm 2011, nội dung của chúng được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu sử dụng tấm thép độ bền kéo cao làm phần thân của phương tiện vận tải đã được tiến hành tích cực để làm giảm trọng lượng của phần thân của phương tiện vận tải xét đến việc bảo vệ môi trường toàn cầu, và do đó độ bền kéo cần thiết đối với vật liệu thép đã được tăng cường. Tuy nhiên, đặc tính dễ gia công của tấm thép giảm đi khi độ bền kéo của tấm thép tăng lên, và do đó tính chất kết đông tạo hình cần được xem xét.

Mặt khác, trong quy trình xử lý ép được sử dụng rộng rãi, tải lượng tạo hình tăng lên một cách từ từ, và do đó có vấn đề đáng kể về việc cải thiện khả năng ép khi được đưa vào sử dụng trong thực tế.

Trong kỹ thuật dập nóng, bước tạo hình ép được tiến hành sau khi gia nhiệt tấm thép tới nhiệt độ cao trong khoảng austenit. Theo đó, lượng tải tạo hình giảm đi đáng kể so với phương pháp xử lý ép thông thường mà được tiến hành ở nhiệt độ trong phòng.

Ngoài ra, trong kỹ thuật dập nóng, bước xử lý hóa cứng được tiến hành

đồng thời với bước xử lý ép bằng cách làm mát tấm thép trong khuôn, và do đó độ bền kéo tương ứng với hàm lượng C trong thép có thể thu được. Theo đó, kỹ thuật dập nóng đã thu hút được sự chú ý khi dùng làm kỹ thuật làm cho tính chất kết đông tạo hình và độ bền kéo tương thích với nhau.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp thu được vật phẩm dập nóng có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn dùng làm kỹ thuật dập nóng. Tuy nhiên, trong phương pháp này, khó có thể thu được vật phẩm dập nóng có độ bền kéo thấp hơn 980 MPa.

Tài liệu sáng chế 2 và tài liệu sáng chế 3 bộc lộ kỹ thuật liên quan đến chi tiết sử dụng vật liệu dập nóng có độ bền kéo thấp, và phương pháp sản xuất chi tiết này, và kỹ thuật liên quan đến chi tiết được tạo ra từ phôi thích hợp mà kỹ thuật này được áp dụng. Tuy nhiên, trong các kỹ thuật này, việc xem xét đã được thực hiện đối với các đặc tính nứt gãy trễ và độ dai, và do đó khó có thể nói rằng hiệu quả dùng làm chi tiết này là đầy.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa được thẩm định, công bố lần đầu số 2005-097725

Tài liệu sáng chế 2: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa được thẩm định, công bố lần đầu số 2005-248320

Tài liệu sáng chế 3: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa được thẩm định, công bố lần đầu số 2006-200020.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết bởi sáng chế

Các bộ phận của phương tiện vận chuyển, cụ thể, các bộ phận như khung, chi tiết máy, và vỏ được phân loại thành (1) các bộ phận mà hấp thụ hiệu quả năng lượng trong khi va chạm, và (2) các bộ phận có ứng suất phá hủy đáp ứng và truyền năng lượng mà không gây sự biến dạng trong khi va chạm theo các chức

năng.

Cụ thể, độ bền kéo cần thiết đối với khung và chi tiết máy không ngừng tăng lên, và chi tiết máy có cả hai tính chất về độ biến dạng lực nén dọc trục và độ biến dạng uốn cong được yêu cầu. Phương pháp dập nóng đã được xem xét sử dụng như một phương pháp thực hiện điều này.

Đó là, cần thiết phải cấu trúc bộ phận có độ bền kéo thấp trong chi tiết máy bằng cách điều chỉnh hỗn hợp thành phần để tạo ra độ chênh lệch về độ bền kéo xuất hiện sau khi hóa cứng bằng phương pháp dập nóng bằng cách sử dụng vật liệu phù hợp thích hợp.

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế là nhận biết kết cấu được mô tả trên đây, cụ thể, khi xem xét độ biến dạng lực nén dọc trục, và mục đích của sáng chế là đề xuất vật phẩm dập nóng mà có độ bền kéo nhỏ hơn 980 MPa và là đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời, phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng này, chi tiết hấp thụ năng lượng có độ chênh lệch về độ bền kéo trong chi tiết máy, và phương pháp sản xuất chi tiết hấp thụ năng lượng.

Cách thức giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chuyên sâu để đạt được mục đích được mô tả trên đây. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã nhận biết rằng khi hỗn hợp thành phần của thép và điều kiện dập nóng được tối ưu hóa, mục đích trên đây có thể đạt được do tính hiệp đồng của các thành phần đó.

Sáng chế đã được tạo ra dựa trên sự nhận biết được mô tả trên đây, và bản chất của sáng chế như sau đây.

(1) Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, sáng chế đề xuất vật phẩm dập nóng mà thu được bằng cách dập nóng tấm thép dùng để dập nóng. Vật phẩm dập nóng này có hỗn hợp thành phần chứa, tính theo % khối lượng, 0,002% đến 0,1% C, 0,01% đến 0,5% Si, 0,5% đến 2,5% Mn+Cr, 0,1% hoặc nhỏ hơn P, 0,01% hoặc nhỏ hơn S, 0,05% hoặc nhỏ hơn t-Al, 0,005% hoặc nhỏ hơn N, và 0,0005% đến 0,004% B mà tùy ý được chứa trong trường hợp mà Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn, thành phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi. Vật phẩm dập nóng

này có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi.

(2) Trong vật phẩm dập nóng theo mục (1), lớp mạ có thể được tạo ra trên bề mặt của vật phẩm dập nóng.

(3) Trong vật phẩm dập nóng theo mục (1) hoặc (2), hỗn hợp thành phần có thể còn bao gồm một hoặc nhiều loại được chọn từ, tính theo % khối lượng, 0,001% đến 0,1% Ti, 0,001% đến 0,05% Nb, 0,005% đến 0,1% V, và 0,02% đến 0,5% Mo.

(4) Trong vật phẩm dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), trong trường hợp ở đó Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, hỗn hợp thành phần có thể còn chứa, tính theo % khối lượng, 0,0005% đến 0,004% B.

(5) Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, sáng chế đề xuất chi tiết hấp thụ năng lượng bao gồm vật phẩm dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), và chi tiết nối (joint member) được nối với vật phẩm dập nóng này và có độ bền kéo bằng 1180 MPa hoặc lớn hơn. Độ chênh lệch về độ bền kéo giữa vật phẩm dập nóng và chi tiết nối là 200 MPa hoặc lớn hơn.

(6) Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng. Phương pháp này bao gồm: quy trình gia nhiệt để gia nhiệt ủ để cho nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng nhiệt độ điểm Ar_3 đến 1400°C, ủ này có hỗn hợp thành phần bao gồm, tính theo % khối lượng, 0,002% đến 0,1% C, 0,01% đến 0,5% Si, 0,5% đến 2,5% Mn+Cr, 0,1% hoặc nhỏ hơn P, 0,01% hoặc nhỏ hơn S, 0,05% hoặc nhỏ hơn t-Al, 0,005% hoặc nhỏ hơn N, và 0,0005% đến 0,004% B mà tùy ý được chứa trong trường hợp mà Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn, thành phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi; quy trình cán nóng để thực hiện quy trình cán hoàn thiện ủ được gia nhiệt mà trong đó, tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay trước giá cuối cùng được thiết lập tới 40% hoặc lớn hơn trong khoảng nhiệt độ trong đó nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng từ điểm Ar_3 đến 1400°C, và bắt đầu làm mát

trong một giây sau bước cán hoàn thiện để tạo ra tấm thép cán nóng; quy trình cuộn để cuộn tấm thép cán nóng trong khoảng nhiệt độ bằng 650°C hoặc thấp hơn; và quy trình dập nóng sử dụng tấm thép cán nóng làm tấm thép dùng để dập nóng, tạo hình tấm thép dùng để dập nóng sử dụng khuôn ở trạng thái mà tấm thép được gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm A_{c3} hoặc cao hơn, làm mát tấm thép dùng để dập nóng trong khuôn ở tốc độ làm mát lớn hơn 100°C/giây trong trường hợp ở đó $\text{Mn}+\text{Cr}$ nhỏ hơn 1,0%, hoặc làm mát tấm thép dùng để dập nóng trong khuôn ở tốc độ làm mát bằng 10°C/giây đến 100°C/giây trong trường hợp ở đó $\text{Mn}+\text{Cr}$ là 1,0% hoặc lớn hơn để tạo ra vật phẩm dập nóng có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi.

(7) Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục (6) có thể còn bao gồm quy trình mạ tiến hành bước xử lý mạ đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng. Trong quy trình dập nóng, tấm thép cán nóng mà việc xử lý mạ được tiến hành có thể được dùng làm tấm thép dùng để dập nóng.

(8) Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục (6) có thể còn bao gồm quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng. Trong quy trình dập nóng, tấm thép cán nguội có thể được dùng làm tấm thép dùng để dập nóng.

(9) Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục (6) có thể còn bao gồm quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng, và quy trình xử lý mạ để tiến hành bước xử lý mạ đối với tấm thép cán nguội. Trong quy trình dập nóng, tấm thép cán nguội mà ở đó bước xử lý mạ được tiến hành có thể được dùng làm tấm thép dùng để dập nóng.

(10) Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục (6) có thể còn bao gồm quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng, và quy trình ủ liên tục

tiến hành quá trình ủ liên tục tấm thép cán nguội. Trong quy trình dập nóng này, tấm thép cán nguội mà ở đó quy trình ủ liên tục được tiến hành có thể được dùng làm tấm thép dùng để dập nóng.

(11) Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục (6) có thể còn bao gồm quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng, quy trình ủ liên tục tiến hành ủ liên tục đối với tấm thép cán nguội, và quy trình xử lý mạ để tiến hành bước xử lý mạ đối với tấm thép cán nguội mà ở đó quy trình ủ liên tục được tiến hành. Trong quy trình dập nóng, tấm thép cán nguội mà ở đó quy trình ủ liên tục và bước xử lý mạ được tiến hành có thể được dùng làm tấm thép dùng để dập nóng.

(12) Trong phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (6) đến (11), phôi tấm có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, tính theo % khối lượng, 0,001% đến 0,1% Ti, 0,001% đến 0,05% Nb, 0,005% đến 0,1% V, và 0,02% đến 0,5% Mo.

(13) Trong phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (6) đến (12), trong trường hợp ở đó Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, phôi tấm có thể chứa, tính theo % khối lượng, 0,0005% đến 0,004% B.

(14) Theo khía cạnh thứ tư của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất chi tiết hấp thụ năng lượng. Phương pháp này bao gồm: quy trình nôi để nôi tấm thép dùng để dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (6) đến (13) với tấm thép dùng để nôi để tạo ra tấm thép được nôi; và quy trình dập nóng để tạo hình tấm thép được nôi sử dụng khuôn ở trạng thái mà trong đó tấm thép được nôi được gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm A_{c3} hoặc cao hơn, và làm mát tấm thép được nôi trong khuôn ở tốc độ làm mát lớn hơn 100 °C/giây trong trường hợp ở đó Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, hoặc làm mát tấm thép được nôi trong khuôn ở tốc độ làm mát bằng 10 °C/giây đến 100 °C/giây trong trường hợp ở đó Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn để thiết lập độ chênh lệch về độ bền kéo giữa phần tương ứng với tấm thép dùng để dập nóng và phần tương ứng với tấm thép dùng để nôi trong tấm thép được nôi ở 200 MPa hoặc lớn hơn.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, trong trường hợp sản xuất các bộ phận sử dụng phôi thích hợp, độ bền kéo sau khi dập nóng có thể được hạn chế tới giá trị thấp hơn so với phần bị biến dạng nén dọc trục, và do đó đặc tính biến dạng cục bộ có thể được sử dụng cho các bộ phận này. Kết quả là, chi tiết, mà có các đặc tính hấp thụ năng lượng tuyệt vời trong khi độ biến dạng lực nén dọc trục và độ biến dạng uốn cong, có thể được tạo ra.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng C và độ bền kéo của vật phẩm dập nóng.

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ làm mát trong khi dập nóng và độ bền kéo của vật phẩm dập nóng.

Fig.3 là đồ thị thể hiện hình dạng của mẫu thử nghiệm để đánh giá sự nứt gãy trễ.

Fig.4 là đồ thị thể hiện chi tiết mà trong đó tấm lưng được gắn với chi tiết nối kiểu mũ thu được bằng cách dập nóng tấm thép được nối (vật liệu phôi thích hợp), vị trí đường hàn trong tấm thép được nối, và chiều chịu tải trong khi biến dạng lực nén dọc trục.

Mô tả chi tiết sáng chế

Đầu tiên, các thực nghiệm được tiến hành để hoàn thành sáng chế sẽ được mô tả.

Các tác giả sáng chế đã tập trung vào hàm lượng của Mn+Cr mà đây là yếu tố tạo ra hiệu quả tuyệt vời về độ thấm ủ, và đã tiến hành các thực nghiệm sau với mỗi hỗn hợp thành phần mà trong đó hàm lượng của Mn+Cr là nhỏ (nhỏ hơn 1,0% khối lượng), và hỗn hợp thành phần mà trong đó hàm lượng của Mn+Cr là lớn (1,0% khối lượng hoặc lớn hơn).

Các tác giả sáng chế đã đánh giá mối quan hệ giữa hàm lượng C và độ bền kéo (TS) của thép trong khi xử lý nhiệt dưới các điều kiện của lịch sử nhiệt tái sinh

trong quy trình dập nóng, đó là, các điều kiện gia nhiệt tới 900°C và sau đó làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở tốc độ $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ bằng cách sử dụng các tấm cán nguội được ủ được thể hiện trong Bảng 1, mà có các hỗn hợp thành phần trong đó hàm lượng của Mn+Cr nhỏ hơn 1,0% và bo là không được chứa, và mà có độ dày tấm bằng 1,6 mm.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã đánh giá mối quan hệ giữa hàm lượng C và độ bền kéo (TS) trong khi xử lý nhiệt dưới các điều kiện của lịch sử nhiệt tái tạo trong quá trình dập nóng, đó là, các điều kiện gia nhiệt tới 900°C và sau đó làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ bằng cách sử dụng các tấm cán nguội được ủ được thể hiện trong Bảng 2, mà có các hỗn hợp thành phần mà trong đó hàm lượng của Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn và bo được chứa, và mà có độ dày tấm bằng 1,6 mm. Ngoài ra, trong các hỗn hợp thành phần được thể hiện trong Bảng 2, lượng Bo thích hợp được bổ sung để thu được hiệu quả tăng cứng đầy đủ ngay cả ở tốc độ làm mát ($50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) mà được thiết lập tới giá trị thấp hơn tốc độ làm mát bằng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Bảng 1

Số	C	Si	Mn	Cr	P	S	t-Al	B	N	Mn+Cr	Ac ₃	Vi cấu trúc (tỷ lệ diện tích)		
	% khối lượng										°C	M	B	Khác
1	0,017	0,22	0,75	0,22	0,008	0,0042	0,028	-	0,0025	0,97	888	0	100	<0,5
2	0,023	0,14	0,98	0,01	0,012	0,0018	0,035	-	0,0028	0,99	878	0	100	<0,5
3	0,035	0,15	0,81	0,18	0,014	0,0025	0,027	-	0,0034	0,99	875	70	30	<0,5
4	0,049	0,13	0,58	0,25	0,015	0,0027	0,034	-	0,0029	0,83	878	60	40	<0,5
5	0,057	0,14	0,81	0,18	0,015	0,0021	0,032	-	0,0032	0,99	867	60	40	<0,5
6	0,079	0,15	0,75	0,19	0,012	0,0018	0,026	-	0,0022	0,94	856	80	20	<0,5
7	0,097	0,15	0,68	0,22	0,016	0,0019	0,033	-	0,0033	0,90	857	85	15	<0,5
8	0,115	0,13	0,74	0,22	0,014	0,0023	0,028	-	0,0029	0,96	846	100	0	<0,5
9	0,151	0,16	0,88	0,05	0,015	0,0015	0,025	-	0,0033	0,93	832	100	0	<0,5
10	0,188	0,15	0,88	0,11	0,015	0,0018	0,031	-	0,0029	0,99	825	100	0	<0,5
11	0,212	0,14	0,48	0,49	0,014	0,0021	0,033	-	0,0031	0,97	831	100	0	<0,5

M: martensit, B: bainit, khác: các cấu trúc chất lẫn không tránh được

Bảng 2

Số	C	Si	Mn	Cr	P	S	t-Al	B	N	Mn+Cr	Ac ₃	Vi cấu trúc (tỷ lệ diện tích)		
	% khối lượng										°C	M	B	Khác
1'	0,017	0,22	0,75	0,37	0,008	0,0042	0,028	0,0009	0,0025	1,12	888	0	100	<0,5
2'	0,023	0,14	1,24	0,22	0,012	0,0018	0,035	0,0015	0,0028	1,46	871	0	100	<0,5
3'	0,035	0,15	1,35	0,18	0,014	0,0025	0,027	0,0008	0,0034	1,53	859	70	30	<0,5
4'	0,049	0,13	1,27	0,25	0,015	0,0027	0,034	0,0012	0,0029	1,52	857	60	40	<0,5
5'	0,057	0,14	1,08	0,37	0,015	0,0021	0,032	0,0007	0,0032	1,45	859	60	40	<0,5
6'	0,079	0,15	1,35	0,19	0,012	0,0018	0,026	0,0017	0,0022	1,54	838	80	20	<0,5
7'	0,097	0,15	1,23	0,22	0,016	0,0019	0,033	0,0010	0,0033	1,45	841	85	15	<0,5
8'	0,115	0,13	1,32	0,31	0,014	0,0023	0,028	0,0011	0,0029	1,63	828	100	0	<0,5
9'	0,151	0,16	1,05	0,72	0,015	0,0015	0,025	0,0008	0,0033	1,77	827	100	0	<0,5
10'	0,188	0,15	1,22	0,24	0,015	0,0018	0,031	0,0017	0,0029	1,46	815	100	0	<0,5
11'	0,212	0,14	1,19	0,36	0,014	0,0021	0,033	0,0012	0,0031	1,55	810	100	0	<0,5

M: martensit, B: bainit, khác: các cấu trúc chất rắn không tránh được

Các mẫu thử nghiệm 5 được tạo ra từ tấm thép sau khi được xử lý nhiệt dựa trên tiêu chuẩn JIS Z 2241 (2011), và thử nghiệm kéo căng được tiến hành. Các kết quả thu được được thể hiện trong Fig.1. Trong Fig.1, “○” là kết quả của tấm thép tương ứng với Bảng 1, và “●” là kết quả của tấm thép tương ứng với Bảng 2.

Từ Bảng 1, Bảng 2, và Fig.1, đã nhận biết rằng cần thiết phải thiết lập hàm lượng C trong thép ở 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn để thu được độ bền kéo sau khi dập nóng nhỏ hơn 980 MPa. Khi khẳng định được vi cấu trúc của mẫu thử nghiệm mà độ bền kéo sau khi dập nóng là nhỏ hơn 980 MPa, đã nhận biết rằng vi cấu trúc được bao gồm nhỏ hơn 90% martensit, 10% bainit hoặc lớn hơn, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi.

Ngoài ra, tấm thép số 5 trong Bảng 1 và tấm thép số 5' trong Bảng 2 được sử dụng. Các tấm thép này được gia nhiệt tới 900°C ở tốc độ gia nhiệt bằng 10 °C/giây và được duy trì trong điều kiện gia nhiệt trong 20 giây, và sau đó được làm mát ngay tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau. Sau đó, thử nghiệm kéo căng được tiến hành bằng phương pháp tương tự như thử nghiệm kéo căng được mô tả trên đây, và đặc tính nong rộng lỗ mà thể hiện mối tương quan tốt với đặc tính biến dạng cục bộ được đánh giá.

Việc đánh giá đặc tính nong rộng lỗ được tiến hành bằng phương pháp được mô tả trong JIS Z 2256 (2010). Đó là, lỗ có đường kính 10 mm (d_0) được đục trong mỗi tấm thép, và lỗ được giãn bằng cách sử dụng đục lỗ hình nón 60° theo cách sao cho rìa được tạo ra ở mặt ngoài. Sau đó, đường kính lỗ (d) ở thời điểm mà ở đó vết nứt xuyên qua chiều dày tấm là được đo, và việc đánh giá được tiến hành bằng λ ($= ((d-d_0)/d_0) \times 100$).

Mối liên quan giữa tốc độ làm mát và độ bền kéo sau khi dập nóng được thể hiện trong Fig.2. Trong Fig.2, các tấm thép, mà được đánh giá dưới dạng $\lambda \geq 50\%$, được ký hiệu trên đồ thị có dạng hình vuông (trường hợp mà Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%: □, và trường hợp mà Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn: ■), các tấm thép, mà được đánh giá dưới dạng $\lambda < 50\%$, được ký hiệu trên đồ thị có dạng hình tam giác (trường hợp mà Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%: Δ, và trường hợp mà Mn+Cr bằng

1,0% hoặc lớn hơn: ▲).

Như được thể hiện trong Fig.2, trong hỗn hợp thành phần mà Mn+Cr nhỏ hơn 1,0% (được ký hiệu bằng □ và Δ), trong trường hợp ở đó tốc độ làm mát là 100 °C/giây hoặc thấp hơn, cấu trúc trở thành “ferit + pearlit” hoặc “ferit + bainit”, và đặc tính nong rộng lỗ suy giảm do sự khác nhau về độ cứng trong cấu trúc, và do đó đặc tính dễ uốn cục bộ không đạt yêu cầu. Kết quả là, một cách cụ thể, trạng thái biến dạng ổn định có thể không thu được trong khi chịu biến dạng lực nén dọc trục.

Ngoài ra, trong hỗn hợp thành phần mà Mn+Cr nhỏ hơn 1,0% (được ký hiệu là □ và Δ), khi tấm thép được làm mát ở tốc độ làm mát lớn hơn 100 °C/giây, cấu trúc bao gồm “bainit”, “martensit”, hoặc “bainit + martensit” có thể thu được, và do đó độ bền kéo lớn hơn 450 MPa có thể thu được, và λ bằng 50% hoặc lớn hơn. Theo đó, một cách cụ thể, trạng thái biến dạng ổn định có thể thu được trong khi chịu biến dạng lực nén dọc trục.

Ngoài ra, như được thể hiện trong Fig.2, trong hỗn hợp thành phần mà Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn (được ký hiệu là ■ và ▲), trong trường hợp ở đó tốc độ làm mát nhỏ hơn 10 °C/giây, cấu trúc trở thành “ferit + pearlit” hoặc “ferit + bainit”, và đặc tính nong rộng lỗ giảm đi do sự khác nhau về độ cứng trong cấu trúc này, và do đó đặc tính dễ uốn cục bộ không đạt yêu cầu. Kết quả là, một cách cụ thể, trạng thái biến dạng ổn định có thể không thu được trong khi chịu biến dạng lực nén dọc trục. Do đó, có thể được hiểu rằng cần thiết phải thiết lập giới hạn dưới của tốc độ làm mát tới 10 °C/giây, và tốt hơn là 30 °C/giây. Mặt khác, khi tấm thép được làm mát ở tốc độ làm mát lớn hơn 100 °C/giây, thu được độ bền kéo lớn hơn 980 MPa, và do đó, một cách cụ thể, trạng thái biến dạng ổn định có thể không thu được trong khi chịu biến dạng lực nén dọc trục. Theo đó, có thể được hiểu rằng cần thiết phải thiết lập giới hạn trên của tốc độ làm mát tới 100 °C/giây, và tốt hơn là 70 °C/giây.

Dựa trên các kết quả thử nghiệm này, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi hỗn hợp thành phần của vật phẩm dập nóng được kiểm soát để thu được

vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời có thể thu được ở vật phẩm dập nóng. Dưới đây, sáng chế được hoàn thành dựa trên phát hiện được mô tả trên đây sẽ được mô tả chi tiết với việc viện dẫn đến các phương án.

Phương án thứ nhất

Phương án thứ nhất của sáng chế đề cập đến vật phẩm dập nóng mà có thể thu được bằng cách dập nóng tấm thép dùng để dập nóng.

Đầu tiên, vi cấu trúc của vật phẩm dập nóng theo phương án này sẽ được mô tả. % liên quan tới vi cấu trúc là tỷ lệ diện tích. Ngoài ra, đối với mỗi cấu trúc, tỷ lệ diện tích được tính bằng cách tiến hành phân tích ảnh đối với ảnh kính hiển vi quét điện tử (SEM).

Martensit: 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90%

Vi cấu trúc của vật phẩm dập nóng theo phương án này chứa nhỏ hơn 90% martensit. Khi martensit được thiết lập tới 90% hoặc lớn hơn, độ bền kéo của vật phẩm dập nóng có thể không được hạn chế ở 980 MPa hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, tỷ lệ diện tích của martensit có thể là 0%. Tốt hơn là, tỷ lệ diện tích của martensit bằng 85% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 80% hoặc nhỏ hơn.

Bainit: 10% đến 100%

Vi cấu trúc của vật phẩm dập nóng theo phương án này chứa 10% đến 100% bainit ngoài 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit. Do sự khác nhau về độ cứng giữa martensit và bainit là nhỏ, ngay cả khi cả hai loại được trộn lẫn với nhau, không có hiệu quả lớn hơn về đặc tính nong rộng lỗ. Đó là, đặc tính biến dạng cục bộ thỏa đáng có thể thu được. Trong trường hợp ở đó bainit nhỏ hơn 10%, do martensit dưới dạng phần còn lại tăng lên, khó có thể giới hạn độ bền kéo của vật phẩm dập nóng tới 980 MPa hoặc nhỏ hơn. Do đó, tốt hơn là, giới hạn dưới của tỷ lệ diện tích của bainit là 15%, và tốt hơn nữa là 20%. Mặt khác, tốt hơn là, giới hạn trên của tỷ lệ diện tích của bainit là 100%. Tuy nhiên, giới hạn trên có thể là

99,5% khi xem xét các cấu trúc chất lẫn không tránh được được mô tả dưới đây.

Ferit bainit: 99,5% đến 100%

Ngoài ra, trong trường hợp sử dụng thép có hỗn hợp thành phần mà hàm lượng C là 0,01% hoặc nhỏ hơn, lượng xemetit mà kết tủa bằng cách đập nóng không đạt yêu cầu, và do đó khó có thể thu được cấu trúc bainit. Do đó, vi cấu trúc của vật phẩm đập nóng theo phương án này có thể là vi cấu trúc mà hầu như bao gồm ferit bainit, đó là, vi cấu trúc bao gồm 99,5% ferit bainit hoặc lớn hơn. Trong trường hợp ở đó tỷ lệ diện tích của ferit bainit nhỏ hơn 99,5%, có mối liên quan rằng đặc tính nong rộng lỗ có thể suy giảm do sự khác nhau về độ cứng với các cấu trúc khác, và do đó giới hạn dưới được thiết lập tới 99,5%.

Các cấu trúc chất lẫn không tránh được: nhỏ hơn 0,5%

Vi cấu trúc của vật phẩm đập nóng theo phương án này có thể chứa các cấu trúc như ferit (ferit khác ferit bainit) và pearlit miễn là các cấu trúc này được chứa với tỷ lệ bằng 0,5% hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, các cấu trúc này có sự khác nhau lớn về độ cứng so với martensit, và tạo ra sự khác nhau về độ cứng bên trong vật phẩm đập nóng. Do đó, đặc tính nong rộng lỗ suy giảm, nhờ đó dẫn đến sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ. Do đó, tốt hơn là làm giảm các cấu trúc nhiều nhất có thể.

Như được mô tả trên đây, vật phẩm đập nóng theo phương án này có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi.

Tiếp theo, hỗn hợp thành phần của vật phẩm đập nóng (và phôi tấm mà là nguyên liệu thô của nó) theo phương án này sẽ được mô tả. Ngoài ra, % đối với hỗn hợp thành phần là % khối lượng.

C: 0,002% đến 0,1%

C là nguyên tố xác định độ bền kéo, và là nguyên tố mà có tác dụng lớn hơn đến độ bền kéo, cụ thể, sau khi hóa cứng. Theo sáng chế, độ bền kéo của vật phẩm đập nóng được thiết lập tới nhỏ hơn 980 MPa, và do đó giới hạn trên của hàm lượng C được thiết lập tới 0,1%, tốt hơn là 0,06%, và tốt hơn nữa là 0,05%.

Mặt khác, khi việc tách cacbon được tiến hành tới khoảng hàm lượng cacbon thấp, chi phí cho việc tách cacbon tăng lên, và khó có thể thu được độ bền kéo cần thiết nằm trong khoảng nhỏ hơn 980 MPa. Do đó, giới hạn dưới của hàm lượng C được thiết lập tới 0,002%, tốt hơn là 0,005%, và tốt hơn nữa là 0,01%.

Si: 0,01% đến 0,5%

Si là nguyên tố làm tăng cường khả năng hòa tan trong dung dịch rắn, và do đó Si được bổ sung với tỷ lệ bằng 0,01% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, khi Si được bổ sung với tỷ lệ bằng lớn hơn 0,5%, các tính chất của lớp mạ suy giảm, và do đó giới hạn trên của nó được thiết lập ở 0,5%. Tốt hơn là, giới hạn dưới của hàm lượng Si là 0,05%, và tốt hơn nữa là 0,1%. Ngoài ra, tốt hơn là, giới hạn trên của hàm lượng Si là 0,4%, và tốt hơn nữa là 0,3%.

Mn+Cr: 0,5% đến 2,5%

Mn và Cr là các nguyên tố được bổ sung để đảm bảo độ thấm ủ. Khi hàm lượng của Mn+Cr nhỏ hơn 0,5%, độ thấm ủ đảm bảo có thể không được đảm bảo. Do đó, giới hạn dưới của hàm lượng của Mn+Cr được thiết lập tới 0,5%, tốt hơn là 0,6%, và tốt hơn nữa là 0,7%. Mặt khác, khi hàm lượng của Mn+Cr lớn hơn 2,5%, độ thấm ủ tăng lên, và do đó khó có thể làm giảm độ bền kéo tới giá trị thấp. Do đó, giới hạn trên của Mn+Cr được thiết lập tới 2,5%, tốt hơn là 2,3%, và tốt hơn nữa là 2,0%.

Như được mô tả dưới đây, khi hàm lượng của Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi được tạo ra bằng cách tiến hành làm mát ở tốc độ làm mát lớn hơn 100 °C/giây trong khi dập nóng. Khi sử dụng điều kiện làm mát này, tốt hơn là, hàm lượng của Mn+Cr là 0,9% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ để hạn chế tối đa sự tạo thành ferit.

Mặt khác, khi hàm lượng của Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn, vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi,

hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi được tạo ra bằng cách tiến hành làm mát ở tốc độ làm mát bằng 10 °C/giây đến 100 °C/giây trong khi dập nóng. Khi sử dụng điều kiện làm mát này, tốt hơn là, hàm lượng của Mn+Cr là 1,4% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1,5% hoặc lớn hơn.

Giới hạn dưới của hàm lượng của Mn có thể được thiết lập ở 0,1%, và tốt hơn là 0,5%, và giới hạn trên có thể được thiết lập ở 1,5%.

Giới hạn dưới của hàm lượng của Cr có thể được thiết lập ở 0,01%, và tốt hơn là 0,2%, và giới hạn trên có thể được thiết lập ở 1,5%.

P: 0,1% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố làm tăng cường khả năng hòa tan trong dung dịch rắn, và có thể làm tăng độ bền kéo của tấm thép với chi phí tương đối thấp. Tuy nhiên, P là nguyên tố có xu hướng kết tủa ở biên hạt, và gây ra hiện tượng giòn ở nhiệt độ thấp trong trường hợp mà độ bền kéo cao. Do đó, hàm lượng của P được giới hạn tới 0,1% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng P được giới hạn tới 0,020% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,015% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng của P là nhỏ nhất có thể, nhưng việc làm giảm P tới tỷ lệ nhỏ hơn 0,001% có thể làm tăng chi phí tách lưu huỳnh, và do đó hàm lượng của P có thể được thiết lập ở 0,001% hoặc lớn hơn.

S: 0,01% hoặc nhỏ hơn

S là nguyên tố làm giảm đặc tính dễ gia công nóng, và làm giảm đặc tính dễ gia công của tấm thép. Do đó, hàm lượng của S được giới hạn tới 0,01% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng S tốt hơn là được giới hạn tới 0,005% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng của S là nhỏ nhất có thể, nhưng việc làm giảm S tới giá trị nhỏ hơn 0,001% có thể làm tăng chi phí tách lưu huỳnh, và do đó hàm lượng S có thể được thiết lập ở 0,001% hoặc lớn hơn.

t-Al: 0,05% hoặc nhỏ hơn

Al là nguyên tố thường được bổ sung để tách oxy. Khi hàm lượng t-Al nhỏ hơn 0,005%, việc tách oxy là không đạt yêu cầu, và lượng lớn của các oxit còn lại trong thép, do đó gây ra sự suy giảm về đặc tính biến dạng cục bộ. Do đó, hàm

lượng của Al tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng của Al lớn hơn 0,05%, lượng lớn của các oxit chủ yếu bao gồm nhôm oxit còn dư trong thép, do đó gây ra sự suy giảm về đặc tính biến dạng cục bộ. Do đó, tốt hơn là, hàm lượng của Al là 0,05% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,04% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, t-Al là tổng lượng nhôm.

N: 0,005% hoặc nhỏ hơn

N là nguyên tố mà được ưu tiên chứa với hàm lượng nhỏ nhất có thể, và N được giới hạn tới 0,005% hoặc nhỏ hơn. Việc làm giảm hàm lượng N tới giá trị nhỏ hơn 0,001% có thể làm tăng chi phí tinh luyện, và do đó hàm lượng của N có thể được thiết lập ở 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng của N lớn hơn 0,003%, kết tủa được tạo ra, và độ dai sau khi hóa cứng suy giảm, và do đó hàm lượng của N tốt hơn là 0,003% hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp ở đó Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn, B: 0,0005% đến 0,004%

Trong trường hợp ở đó hàm lượng của Mn+Cr bằng 1,0% hoặc lớn hơn, B được bổ sung nằm trong khoảng 0,0005% đến 0,004%. Khi B được bổ sung, ngay cả khi bước làm mát được tiến hành ở tốc độ làm mát bằng 100°C/giây hoặc thấp hơn trong khi dập nóng, độ thấm ủ có thể được đảm bảo.

Giới hạn dưới của hàm lượng của B có thể được thiết lập ở 0,0008%, và tốt hơn là 0,0010% sao cho thu được hiệu quả bổ sung của B. Tuy nhiên, khi hàm lượng của B lớn hơn 0,004%, hiệu quả bổ sung này bị bão hòa, và do đó giới hạn trên của hàm lượng của B là 0,004%, và tốt hơn là 0,002%.

Ngoài ra, như được mô tả dưới đây, ngay cả trong trường hợp mà ở đó hàm lượng của Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, B có thể được bổ sung.

Hỗn hợp thành phần của vật phẩm dập nóng theo phương án này có thể chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm B, Ti, Nb, V, và Mo dưới dạng nguyên tố chọn lọc. Đó là, sáng chế bao gồm trường hợp mà các nguyên tố này có mặt với lượng 0%.

Trong trường hợp nếu Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, B: 0% đến 0,004%

B là nguyên tố cải thiện độ thấm ủ, và do đó thậm chí trong trường hợp

hàm lượng C là nhỏ, B được bổ sung để cho phép cấu trúc của thép bao gồm bainit hoặc martensit đảm bảo được độ bền kéo cần thiết.

Theo đó, ngay cả trong trường hợp ở đó $Mn+Cr$ nhỏ hơn 1,0%, giới hạn dưới của hàm lượng của B có thể được thiết lập ở 0,0005% để thu được hiệu quả bổ sung của B, và tốt hơn là 0,0008% hoặc 0,0010%. Tuy nhiên, khi hàm lượng của B lớn hơn 0,004%, hiệu quả bổ sung này bị bão hòa, và do đó giới hạn trên của hàm lượng của B là 0,004%, và tốt hơn là 0,002%.

Ti: 0% đến 0,1%

Nb: 0% đến 0,05%

Ti và Nb là các nguyên tố tạo ra cacbua mịn, và tạo ra cỡ hạt mịn tiền austenit sau khi dập nóng. Để thu được hiệu quả bổ sung, giới hạn dưới của mỗi Ti và Nb có thể được thiết lập ở 0,001%, và tốt hơn là 0,01%. Mặt khác, khi các nguyên tố này được bổ sung dư, hiệu quả bổ sung này bị bão hòa, và chi phí sản xuất tăng lên. Do đó, liên quan đến hàm lượng của Ti, giới hạn trên của nó được thiết lập tới 0,1%, và tốt hơn là 0,08%, và liên quan đến hàm lượng của Nb, giới hạn trên của nó được thiết lập tới 0,05%, và tốt hơn là 0,03%.

V: 0% đến 0,1%

V là nguyên tố tạo ra cacbua và tạo ra cấu trúc mịn. Khi tấm thép được gia nhiệt tới điểm Ac_3 hoặc cao hơn, V cacbua mịn ức chế sự tái kết tinh và sự lớn lên của hạt, do đó tạo ra hạt austenit mịn và cải thiện độ dai. Khi hàm lượng của V nhỏ hơn 0,005%, hiệu quả bổ sung có thể không thu được, và do đó giới hạn dưới của V được thiết lập tới 0,005%, và tốt hơn là 0,01%. Mặt khác, khi hàm lượng của V lớn hơn 0,1%, hiệu quả bổ sung này bị bão hòa, và chi phí sản xuất tăng lên. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng của V được thiết lập tới 0,1%, và tốt hơn là 0,07%.

Mo: 0% đến 0,5%

Tương tự với Ti, Nb, và V, Mo là nguyên tố cũng tạo ra cacbua mịn khi tấm thép được gia nhiệt tới điểm Ac_3 hoặc cao hơn, ức chế quá trình tái kết tinh và sự lớn lên của hạt, tạo ra các hạt austenit mịn, và cải thiện độ dai. Khi hàm lượng của Mo nhỏ hơn 0,02%, hiệu quả bổ sung có thể không thu được, và do đó giới hạn dưới của hàm lượng của Mo có thể được thiết lập ở 0,02%, và tốt hơn là 0,08%.

Mặt khác, khi hàm lượng của Mo lớn hơn 0,5%, hiệu quả bổ sung này bị bão hòa, và chi phí sản xuất tăng lên. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng của Mo được thiết lập tới 0,5%, và tốt hơn là 0,3%.

Ngoài ra, vật phẩm dập nóng theo sáng chế có thể chứa Cu, Sn, Ni, và các nguyên tố tương tự, mà được trộn từ vật liệu thải hoặc các nguồn tương tự trong giai đoạn luyện thép, trong khoảng không làm giảm hiệu quả của theo sáng chế. Ngoài ra, vật phẩm dập nóng có thể chứa Ca mà được sử dụng làm nguyên tố tách oxy, và REM bao gồm Ce và các nguyên tố tương tự nằm trong khoảng không làm giảm hiệu quả của sáng chế. Cụ thể, vật phẩm dập nóng có thể chứa 0,1% Cu hoặc nhỏ hơn, 0,02% Sn hoặc nhỏ hơn, 0,1% Ni hoặc nhỏ hơn, 0,01% Ca hoặc nhỏ hơn, và 0,01% REM dưới dạng các tạp chất không tránh khỏi.

Dưới đây, phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo phương án này sẽ được mô tả chi tiết.

Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo phương án này bao gồm ít nhất một quy trình gia nhiệt, quy trình cán nóng, và quy trình dập nóng. Đó là, vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi được tạo ra bằng cách kiểm soát thích hợp các điều kiện gia nhiệt, các điều kiện cán nóng, và các điều kiện dập nóng.

Quy trình gia nhiệt

Trong quy trình gia nhiệt, phôi tấm có hỗn hợp thành phần được mô tả trên đây được gia nhiệt để nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng nhiệt độ điểm A_{r3} đến 1400°C . Điều này là vì cần thiết tạo ra cỡ hạt của tiền austenit, mà thu được sau khi dập nóng, nhỏ nhất có thể từ quan điểm về đảm bảo các đặc tính sự nứt gãy trễ và độ dai cần thiết. Đó là, để tạo ra cấu trúc mịn của tấm cán nóng, nhiệt độ gia nhiệt được thiết lập tới 1400°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn là 1250°C hoặc thấp hơn. Mặt khác, trong trường hợp ở đó nhiệt độ bề mặt lớn hơn 1400°C , các tính chất cán suy giảm, và do đó giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt được thiết lập tới 1400°C .

Ngoài ra, phương pháp sản xuất phôi tấm thép mà được tạo ra để cán nóng là không được giới hạn ở phương pháp đúc liên tục. Phương pháp đúc liên tục thông thường, hoặc phương pháp đúc phôi tấm mỏng có độ dày bằng 100 mm hoặc nhỏ hơn có thể được sử dụng.

Quy trình cán nóng

Trong quy trình cán nóng, phôi tấm được gia nhiệt được trải qua quy trình cán cuối cùng mà tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay trước giá cuối cùng được thiết lập tới 40% hoặc lớn hơn nằm trong khoảng nhiệt độ trong đó nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng từ điểm A_{r3} đến 1400°C , và bước làm mát được bắt đầu trong một giây sau bước cán hoàn thiện. Theo đó, tấm thép cán nóng mà được sử dụng làm tấm thép dùng để dập nóng được tạo ra.

Quy trình quấn

Trong quy trình quấn, tấm thép cán nóng được cuộn trong khoảng nhiệt độ bằng 650°C hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp cuộn tấm thép cán nóng trong khoảng nhiệt độ lớn hơn 650°C , sự biến dạng cuộn có xu hướng xảy ra sau khi cuộn, và 650°C được thiết lập làm giới hạn trên.

Ngoài ra, khi tấm thép cán nóng được cuộn ở nhiệt độ thấp hơn 400°C , độ bền kéo của tấm thép cán nóng tăng lên quá lớn, và do đó nhiệt độ làm mát tốt hơn là 400°C hoặc cao hơn. Tuy nhiên, sau khi được cuộn ở nhiệt độ thấp hơn 400°C , tấm thép cán nóng có thể được tái gia nhiệt cho mục đích làm mềm.

Quy trình dập nóng

Trong quy trình dập nóng, tấm thép cán nóng được mô tả trên đây được sử dụng tấm thép dùng để dập nóng, và tấm thép dùng để dập nóng được tạo ra sử dụng khuôn ở trạng thái mà trong đó tấm thép được gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm A_{c3} hoặc cao hơn. Ngoài ra, tấm thép dùng để dập nóng được làm mát trong khuôn ở tốc độ làm mát lớn hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong trường hợp ở đó $\text{Mn}+\text{Cr}$ nhỏ hơn 1,0%, hoặc tấm thép dùng để dập nóng được làm mát trong khuôn ở tốc độ làm mát bằng $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong trường hợp ở đó $\text{Mn}+\text{Cr}$ bằng 1,0% hoặc lớn hơn. Khi bước dập nóng được tiến hành dưới các điều kiện nhiệt độ này, vật phẩm dập

nóng có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi được tạo ra.

Ngoài việc sử dụng tấm thép cán nóng làm tấm thép dùng để dập nóng, các loại các tấm thép khác nhau, mà có thể thu được bằng tiến hành cán nguội thích hợp, ủ, bước xử lý mạ, và các bước tương tự đối với tấm thép cán nóng, có thể được dùng làm tấm thép dùng để dập nóng. Mỗi điều kiện của bước cán nguội, ủ, và mạ là không được xác định cụ thể, và có thể là điều kiện thông thường. Bước cán nguội có thể được tiến hành trong khoảng tỷ lệ giảm cán nguội thông thường, ví dụ, 40% đến 80%. Bước mạ được tiến hành sau khi cán nóng, cán nguội, hoặc ủ tái kết tinh, nhưng các điều kiện gia nhiệt hoặc các điều kiện làm mát là không được xác định một cách cụ thể. Dùng làm lớp mạ, lớp mạ Zn hoặc lớp mạ Al là được ưu tiên chính. Đối với lớp mạ Zn, bước xử lý tạo hợp kim có thể được tiến hành hoặc không được tiến hành. Đối với lớp mạ Al, ngay cả khi Si được chứa trong lớp mạ, lớp mạ này không có hiệu quả theo sáng chế. Việc cán thô tấm thép cán nóng, tấm thép cán nguội, tấm thép được ủ, và tấm thép được mạ có thể được tiến hành một cách thích hợp để điều chỉnh một cách thích hợp hình dạng.

Trong quy trình dập nóng, tấm thép dùng để dập nóng được gia nhiệt tới điểm A_{c3} hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn điểm A_{c3} , vùng mà không được austenit hóa một phần xuất hiện. Trong vùng này, bainit hoặc martensit không được tạo ra, và do đó độ bền kéo đáp ứng trên toàn bộ tấm thép có thể không thu được.

Tuy nhiên, nhiệt độ gia nhiệt có tác dụng đáng kể đến kích thước hạt của tiền austenit, và khi nhiệt độ gia nhiệt lớn hơn 950°C , kích thước hạt của tiền austenit được mở rộng, và do đó nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là 950°C hoặc thấp hơn.

Ngoài ra, thời gian gia nhiệt tốt hơn là 5 giây đến 600 giây. Khi thời gian gia nhiệt ngắn hơn 5 giây, việc tái nóng chảy cacbua là không đạt yêu cầu, và khó có thể đảm bảo C hòa tan trong dung dịch rắn với lượng đủ để đảm bảo độ bền kéo.

Mặt khác, khi thời gian gia nhiệt lớn hơn 600 giây, kích thước hạt của tiền austenit tăng lên, và do đó đặc tính dễ uốn cục bộ có xu hướng giảm đi.

Trong trường hợp ở đó hàm lượng của Mn+Cr nhỏ hơn 1,0%, bước làm mát trong khi dập nóng được tiến hành ở tốc độ làm mát lớn hơn 100 °C/giây. Điều này là do khi tốc độ làm mát bằng 100 °C/giây hoặc thấp hơn, ferit hoặc pearlit được tạo ra, cấu trúc đồng nhất không thu được, 50% λ hoặc lớn hơn là không thu được, và đặc tính biến dạng cục bộ suy giảm.

Mặt khác, trong trường hợp ở đó hàm lượng của Mn+Cr là 1,0% hoặc lớn hơn, bước làm mát trong khi dập nóng được tiến hành ở tốc độ làm mát bằng 10 °C/giây đến 100 °C/giây. Điều này là vì khi tốc độ làm mát nhỏ hơn 10 °C/giây, ferit hoặc pearlit được sinh ra, cấu trúc đồng nhất không thu được, 50% λ hoặc lớn hơn là không thu được, và đặc tính biến dạng cục bộ suy giảm. Tốc độ làm mát tốt hơn là 25 °C/giây hoặc lớn hơn. Khi tốc độ làm mát lớn hơn 100 °C/giây, độ bền kéo có thể lớn hơn trong một số trường hợp 980 MPa, và do đó giới hạn trên của tốc độ làm mát được thiết lập tới 100 °C/giây. Giới hạn trên tốt hơn là 85 °C/giây hoặc thấp hơn.

Ngoài ra, cần thiết phải tiến hành làm mát sau khi gia nhiệt từ nhiệt độ lớn hơn điểm Ar_3 . Khi bước làm mát được bắt đầu từ nhiệt độ của điểm Ar_3 hoặc thấp hơn, ferit được sinh ra, cấu trúc đồng nhất không thu được, λ trở nên thấp, và đặc tính biến dạng cục bộ suy giảm.

Phương án thứ hai

Phương án thứ hai của sáng chế đề cập đến chi tiết hấp thụ năng lượng bao gồm phần biến dạng uốn có độ bền kéo nhỏ hơn 980 MPa, mà tương ứng với vật phẩm dập nóng được mô tả trong phương án thứ nhất, và phần hạn chế biến dạng có độ bền kéo bằng 1180 MPa hoặc lớn hơn. Đó là, trong chi tiết hấp thụ năng lượng, độ chênh lệch về độ bền kéo giữa phần biến dạng uốn và phần biến hạn chế biến dạng được thiết kế ở 200 MPa hoặc lớn hơn.

Ví dụ, chi tiết hấp thụ năng lượng được sử dụng cho chi tiết như khung phía trước mà kèm theo một cách cụ thể với, độ biến dạng lực nén dọc trục, và chi

tiết như phần dưới của trụ trung tâm mà là phần biến dạng uốn nhưng đòi hỏi sự biến dạng phẳng tới mức độ nhất định, trong số các phương tiện vận chuyển. Chi tiết có sự biến dạng lực nén dọc trục bao gồm phần hấp thụ năng lượng (phần tương ứng với tấm thép dùng để dập nóng) bởi sự biến dạng uốn, và phần (phần tương ứng với tấm thép dùng để nối) như phần cong mà hạn chế tối đa sự biến dạng.

Độ bền kéo của phần biến dạng uốn (phần tương ứng với tấm thép dùng để dập nóng) thấp hơn độ bền kéo của phần biến hạn chế biến dạng (phần tương ứng với tấm thép dùng để nối) khoảng 200 MPa hoặc lớn hơn để cho phép sự biến dạng tiến triển theo cách thức kết chặt. Thậm chí trong chi tiết mà sự biến dạng dẹt là cần thiết, độ bền kéo nhỏ hơn 980 MPa là được ưu tiên để cho phép sự biến dạng dẹt tiến triển trong phần biến dạng uốn.

Chi tiết hấp thụ năng lượng theo phương án này có thể thu được bằng cách tiến hành bước xử lý dập nóng bằng cách sử dụng tấm thép được nối, mà thu được bằng cách nối tấm thép dùng để nối với tấm thép dùng để dập nóng như tấm thép cán nóng, tấm thép cán nguội, tấm thép được ủ, và tấm thép được mạ mà được mô tả trong phương án thứ nhất, dùng làm tấm thép để ép nóng.

Đó là, chi tiết hấp thụ năng lượng theo phương án này được tạo ra như sau.

(1) Phôi tấm có hỗn hợp thành phần được mô tả trong phương án thứ nhất được gia nhiệt để nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng nhiệt độ điểm Ar_3 đến $1400^{\circ}C$,

(2) Phôi tấm được gia nhiệt được trải qua quy trình cán cuối cùng mà tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay trước giá cuối cùng được thiết lập tới 40% hoặc lớn hơn nằm trong khoảng nhiệt độ mà nhiệt độ bề mặt là từ điểm Ar_3 đến $1400^{\circ}C$, và bước làm mát được bắt đầu trong một giây sau bước cán hoàn thiện để tạo ra tấm thép cán nóng,

(3) Tấm thép cán nóng được cuộn trong khoảng nhiệt độ bằng $650^{\circ}C$ hoặc thấp hơn,

(4) Tấm thép cán nóng được nối với tấm thép dùng để nối để tạo ra tấm thép được nối,

(5) Tấm thép được nối được tạo hình bằng khuôn ở trạng thái mà trong đó

tấm thép được nôi được gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm Ac_3 hoặc cao hơn,

(6) Tấm thép được nôi được làm mát trong khuôn ở tốc độ làm mát lớn hơn $100\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong trường hợp ở đó $Mn+Cr$ nhỏ hơn 1,0%, hoặc tấm thép được nôi được làm mát trong khuôn ở tốc độ làm mát bằng $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $100\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trong trường hợp ở đó $Mn+Cr$ bằng 1,0% hoặc lớn hơn để tạo ra vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 100% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi. Ngoài ra, đối tượng, mà thu được bằng cách nôi tấm thép thu được bằng cách đưa tấm thép cán nóng trải qua một hoặc nhiều quy trình cán nguội, quy trình ủ liên tục, và xử lý mạ đối với tấm thép dùng để nôi, có thể được dùng làm tấm thép được nôi.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các ví dụ theo sáng chế sẽ được mô tả, nhưng điều kiện trong các ví dụ này chỉ là ví dụ về điều kiện được sử dụng để khẳng định khả năng sản xuất lặp lại được và hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ điều kiện này. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác nhau miễn là mục đích theo sáng chế có thể đạt được mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Ví dụ $\alpha 1$

Thép nóng chảy có hỗn hợp thành phần được thể hiện trong Bảng 3 được lấy từ lò luyện để tạo ra phôi tấm, và phôi tấm này được trải qua quy trình cán nóng dưới các điều kiện cán nóng (nhiệt độ gia nhiệt: 1220°C , nhiệt độ cuối cùng: 870°C , tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay phía trước giá cuối cùng: 65%, thời gian từ khi kết thúc cán hoàn thiện đến khi bắt đầu làm mát: 1 giây, và nhiệt độ làm mát: 630°C) theo sáng chế, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng có độ dày tấm bằng 3 mm.

Bảng 3

Thép	C	Si	Mn	Cr	P	S	t-Al	Ti	Nb	V	Mo	B	N	Thành phần khác	Mn+Cr	Ac ₃	Ar ₃
	% khối lượng																
A-1	0,0025	0,02	0,92	0,05	0,082	0,0021	0,037	0,021	0,022	-	-	0,0007	0,0015	-	0,97	945	751
B-1	0,018	0,14	0,87	0,12	0,006	0,0028	0,029	-	-	-	-	0,0008	0,0021	-	0,99	879	765
C-1	0,021	0,28	0,82	0,05	0,008	0,0034	0,038	0,048	0,034	-	-	-	0,0022	Cu:0,11 Ni:0,04 Sn:0,013	0,87	908	830
D-1	0,028	0,12	0,77	0,21	0,008	0,0051	0,034	-	0,042	-	0,08	-	0,0015	-	0,98	877	802
E-1	0,038	0,34	0,66	0,33	0,005	0,0032	0,028	0,014	0,071	-	-	-	0,0029	-	0,99	886	787
F-1	0,048	0,18	0,85	0,12	0,007	0,0027	0,031	0,072	0,054	-	0,22	0,0006	0,0018	Cu:0,09 Ni:0,05 Sn:0,013	0,97	894	697
G-1	0,052	0,15	0,45	0,45	0,011	0,0037	0,041	0,015	0,085	0,07	-	-	0,0023	Cu:0,08 Ni:0,04 Sn:0,012	0,90	894	774
H-1	0,062	0,12	0,86	0,12	0,013	0,0033	0,028	0,037	0,052	-	0,47	-	0,0018	-	0,98	874	752
I-1	0,077	0,46	0,45	0,52	0,011	0,0071	0,038	-	-	-	-	0,0015	0,0021	-	0,97	884	756
J-1	0,082	0,21	0,65	0,33	0,009	0,0037	0,041	0,067	-	0,08	0,38	-	0,0023	-	0,98	891	797
K-1	0,097	0,23	0,56	0,32	0,014	0,0024	0,022	0,045	0,076	-	-	-	0,0022	-	0,88	877	770
L-1	0,0015	0,15	0,98	0,01	0,007	0,0093	0,028	0,015	0,015	0,05	-	0,0017	0,0024	-	0,99	907	758
M-1	0,109	0,23	0,62	0,17	0,011	0,0035	0,038	0,024	-	-	0,24	-	0,0018	Cu:0,10 Ni:0,05 Sn:0,010	0,79	867	816
N-1	0,048	0,72	0,69	0,28	0,009	0,0021	0,047	-	-	-	-	-	0,0018	-	0,97	902	852
O-1	0,076	0,21	0,35	0,08	0,005	0,0077	0,039	0,027	0,009	-	-	0,0018	0,0015	Cu:0,10 Ni:0,07 Sn:0,013	0,43	883	866

Tấm thép cán nóng được trải qua quy trình cán nguội để thu được tấm thép cán nguội 1,4 mm, và sau đó quy trình ủ liên tục, hoặc ủ và xử lý mạ sau khi ủ được tiến hành dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 4. Bước xử lý mạ được dùng là mạ kẽm nhúng nóng (GI (không có bước xử lý tạo hợp kim)/GA (có bước xử lý tạo hợp kim)), hoặc mạ nhôm nhúng nóng (Al) chứa 10% Si. Ngoài ra, sau khi ủ hoặc xử lý mạ, việc cán qua mặt ngoài được tiến hành với lượng giảm tiết diện khi cán được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4

Thép	Nhiệt độ ủ	Mạ	Vi cấu trúc (tỷ lệ diện tích)					Cán qua mặt ngoài	TS trước khi xử lý nhiệt		λ	Các tính chất của lớp mạ	Nứt gãy trễ	Độ dai	Lưu ý
			M	B	BF	F	Khác		MPa	MPa					
A-1	800	Al	0	0	100	0	<0,5	0,5	441	601	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
B-1	750	Không được tiền hành	0	100	0	0	<0,5	0,5	374	511	OK	-	OK	OK	Thép theo sáng chế
C-1	770	Al	0	100	0	0	<0,5	0,5	388	524	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
D-1	780	Al	0	100	0	0	<0,5	1,0	367	571	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
E-1	750	Không được tiền hành	0	100	0	0	<0,5	1,0	367	632	OK	-	OK	OK	Thép theo sáng chế
F-1	750	Không được tiền hành	70	30	0	0	<0,5	1,0	385	711	OK	-	OK	OK	Thép theo sáng chế
G-1	780	Al	0	100	0	0	<0,5	1,0	379	768	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
H-1	780	Không được tiền hành	75	25	0	0	<0,5	1,0	388	831	OK	-	OK	OK	Thép theo sáng chế
I-1	770	Zn (GA)	80	20	0	0	<0,5	0,5	394	891	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
J-1	750	Zn (GI)	85	15	0	0	<0,5	1,2	411	931	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
K-1	800	Không được tiền hành	88	12	0	0	<0,5	1,0	386	975	OK	-	OK	OK	Thép theo sáng chế
L-1	780	Al	0	0	100	0	<0,5	0,7	338	421	OK	OK	OK	OK	Thép theo so sánh
M-1	790	Zn (GA)	100	0	0	0	<0,5	1,2	421	1205	OK	OK	OK	OK	Thép theo so sánh
N-1	780	Zn (GA)	0	70	0	30	<0,5	1,5	384	697	NG	NG	OK	OK	Thép theo so sánh
O-1	750	Zn (GI)	0	55	0	45	<0,5	0,8	395	542	NG	OK	OK	OK	Thép theo so sánh

M: martensit, B: bainit, BF: ferit bainit, F: ferit, khác: các cấu trúc chất lẫn không tránh được

Mỗi tấm thép cán nguội và được ủ, và tấm thép mạ nhôm được gia nhiệt tới 900 °C trong lò gia nhiệt, và được đặt vào trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun từ bề mặt, và cửa thoát nước để hút nước ra. Sau đó, tấm thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở tốc độ làm mát bằng 200 °C/giây, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Mỗi tấm thép GI và tấm thép GA được gia nhiệt tới 870°C bằng cách gia nhiệt bằng điện ở tốc độ gia nhiệt bằng 100 °C/giây, được duy trì trong điều kiện gia nhiệt trong khoảng 5 giây, và sau đó được làm mát bằng không khí tới điểm $Ar_3 + 10^\circ C$. Tương tự, mỗi tấm thép GI và tấm thép GA được đặt bên trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun từ bề mặt, và cửa thoát nước mà hút nước ra. Sau đó, tấm thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở tốc độ làm mát bằng 200 °C/giây, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Độ bền kéo sau khi xử lý nhiệt được đánh giá bằng cách tạo ra mẫu thử nghiệm số 5 và bằng cách tiến hành thử nghiệm kéo căng dựa trên JIS Z 2241 (2011). Đặc tính dễ uốn cục bộ được đánh giá dưới dạng λ bằng cách đánh giá đặc tính nong rộng lỗ bằng phương pháp được mô tả trong JIS Z 2256 (2010) như được mô tả trên đây. Trường hợp mà λ là 50% hoặc lớn hơn được xem là “đạt (OK)”. Ngoài ra, các đặc trưng về sự nứt gãy trễ và độ dai ở nhiệt độ thấp cũng được đánh giá.

Đối với các đặc trưng về sự nứt gãy trễ, mẫu thử nghiệm được khía dạng chữ V được thể hiện trong Fig.3 là được sử dụng, mẫu thử nghiệm được nhúng vào trong dung dịch nước, mà thu được bằng hòa tan 3g/l amoni thioxyanat trong dung dịch muối 3%, ở nhiệt độ trong phòng trong 100 giờ, và việc đánh giá được tiến hành bởi sự có mặt hoặc không có mặt sự nứt gãy ở trạng thái mà lượng tải bằng 0,7 TS (sau khi xử lý nhiệt) được sử dụng (không có sự nứt gãy: OK, có sự nứt gãy: NG).

Về đặc tính giòn ở nhiệt độ thấp, thử nghiệm Charpy được tiến hành ở -

40°C, và trường hợp mà thu được % gãy dẻo bằng 50% hoặc lớn hơn được xem như là “đạt (OK)”, và trường hợp mà % gãy dẻo là nhỏ hơn 50% được xem như “không đạt (NG)”.

Các kết quả thu được được thể hiện tập trung trong Bảng 4. Trong thép (thép A-1 đến thép K-1) theo sáng chế, thu được đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời mà TS là 490 MPa đến 980 MPa, không có vấn đề về các đặc trưng nứt gãy trễ hoặc độ dai ở nhiệt độ thấp.

Trong thép L-1 mà hàm lượng C là thấp, và nằm ngoài khoảng theo sáng chế, độ bền kéo sau khi xử lý nhiệt tương ứng với quy trình dập nóng là thấp. Trong thép M-1 mà hàm lượng C là cao, và nằm ngoài khoảng theo sáng chế, độ bền kéo lớn hơn 1180 MPa, và biến dạng uốn là không ổn định trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục, và do đó có mối liên quan về sự suy giảm về các đặc tính hấp thụ năng lượng.

Trong thép N-1 mà trong đó hàm lượng của Si lớn hơn khoảng theo sáng chế, và trong thép O-1 mà trong đó hàm lượng của Mn+Cr nằm ngoài khoảng theo sáng chế theo hướng thấp hơn, ferit được tạo ra, và cấu trúc trở nên không đồng nhất, và do đó λ thấp hơn 50%. Do đó, có mối liên quan về sự suy giảm các đặc tính hấp thụ năng lượng do sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ. Ngoài ra, trong thép N-1, hàm lượng của Si nằm ngoài khoảng theo sáng chế theo hướng lớn hơn, và do đó các tính chất của lớp mạ là kém.

Ví dụ $\alpha 2$

Đối với thép K-1 được thể hiện trong Bảng 3, thu được tấm thép cán nóng có độ dày tấm bằng 2 mm dưới các điều kiện cán nóng nằm trong khoảng theo sáng chế (nhiệt độ gia nhiệt: 1250°C, nhiệt độ cuối cùng: 880°C, tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay phía trước giá cuối cùng: 60%, thời gian từ khi kết thúc cán hoàn thiện đến khi bắt đầu làm mát: 0,8 giây, và nhiệt độ làm mát: 550°C), và sau đó tấm thép cán nóng được tẩy axit.

Tấm thép sau khi tẩy được gia nhiệt đến 880°C trong lò gia nhiệt, và sau đó được đặt bên trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun

từ bề mặt, và cửa thoát nước mà hút nước ra. Tấm thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng. Ngoài ra, các tấm thép sau khi tẩy axit được trải qua quy trình mạ kẽm (GI, GA), hoặc mạ nhôm nhúng nóng chứa 10% Si, và sau đó được trải qua các quy trình xử lý gia nhiệt và làm mát.

Đối với thép K-1 được thể hiện trong Bảng 3, thu được tấm thép cán nóng có độ dày tấm bằng 3,2 mm dưới các điều kiện cán nóng nằm trong khoảng theo sáng chế (nhiệt độ gia nhiệt: 1250°C, nhiệt độ cuối cùng: 890°C, tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay phía trước giá cuối cùng: 45%, thời gian từ khi kết thúc cán hoàn thiện đến khi bắt đầu làm mát: 0,5 giây, và nhiệt độ làm mát: 500°C), tấm thép cán nóng được tẩy, và thu được tấm thép cán nguội 1,6 mm ở bước giảm bằng cách cán nguội 50%.

Tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 900°C trong lò gia nhiệt, và sau đó được đặt bên trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun từ bề mặt, và cửa thoát nước để hút nước ra. Tấm thép cán nguội được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Tấm thép, mà thu được bằng đưa tấm thép cán nguội trải qua quy trình mạ kẽm (GI, GA), được gia nhiệt tới 870°C bằng cách gia nhiệt bằng điện trong 5 giây, và được duy trì trong điều kiện gia nhiệt trong khoảng 5 giây, và sau đó được làm mát bằng không khí tới 650°C. Sau đó, tấm thép được đặt bên trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun từ bề mặt, và cửa thoát nước mà hút nước ra. Sau đó, tấm thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Các quy trình xử lý gia nhiệt và làm mát tương tự cũng được tiến hành đối với tấm thép được mạ nhôm nhúng nóng chứa 10% Si. Ngoài ra, sau bước cán nóng, ủ, hoặc bước xử lý mạ, bước cán qua mặt ngoài được tiến hành với quy trình cán giảm được thể hiện trong Bảng 4. Các đặc trưng của vật liệu của các tấm thép mà thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ $\alpha 1$. Các kết quả

được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5

Phương pháp	Các loại thép	Cán nguội	Mạ	Cán qua mặt ngoài	TS trước khi xử lý nhiệt	Nhiệt độ làm mát	TS sau khi làm mát	Vi cấu trúc (*)					λ	Sự nứt gãy bề	Độ dai	Ghi chú
								M	B	F	P	Khác				
a	K-1	Không được tiến hành	Không được tiến hành	1,0	378	300	938	85	15	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
b	K-1	Không được tiến hành	GI	1,2	367	200	926	80	20	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
c	K-1	Không được tiến hành	AI	1,5	369	150	915	75	25	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
d	K-1	Không được tiến hành	Không được tiến hành	2,0	372	110	922	85	15	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
e	K-1	Không được tiến hành	GA	0,8	372	50	425	0	0	30	70	<0,5	NG	OK	OK	Phương pháp so sánh
f	K-1	Được tiến hành	Không được tiến hành	1,0	381	300	952	88	12	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
g	K-1	Được tiến hành	GI	1,2	365	200	941	85	15	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
h	K-1	Được tiến hành	AI	1,5	372	150	933	80	20	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
i	K-1	Được tiến hành	Không được tiến hành	2,0	380	110	931	85	15	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
j	K-1	Được tiến hành	GA	0,8	381	50	410	0	0	35	65	<0,5	NG	OK	OK	Phương pháp so sánh

M: martensit, B: bainit, F: ferrit, P: pearlit, khác: các cấu trúc chất lẫn không tránh được

Trong các ví dụ về phương pháp a, phương pháp b, phương pháp c, phương pháp d, phương pháp f, phương pháp g, phương pháp h, và phương pháp i theo các phương pháp của sáng chế, đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời có thể thu được, và không có vấn đề về các đặc trưng nứt gãy trễ hoặc độ dai ở nhiệt độ thấp.

Mặt khác, trong các ví dụ của phương pháp e và phương pháp j mà tốc độ làm mát nằm ngoài khoảng theo sáng chế theo hướng thấp hơn, ferit và pearlit được tạo ra trong cấu trúc sau khi xử lý nhiệt, và do đó độ bền kéo sau khi đập nóng là thấp, và λ thấp hơn 50%. Do đó, có mối liên quan về sự suy giảm các đặc tính hấp thụ năng lượng do sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ.

Ví dụ $\alpha 3$

Để tạo ra chi tiết có hình dạng được thể hiện trong Fig.4 bằng phương pháp đập nóng, thép I-1 mà là thép theo sáng chế trong ví dụ $\alpha 1$ hoặc thép O-1 của thép để so sánh được bố trí ở phần có sự biến dạng lực nén dọc trục 1, tấm thép cán nguội của, tính theo % khối lượng, 0,21% C-0,2% Si-1,4% Mn-0,0025% B, mà có độ dày tấm bằng 1,4 mm, được bố trí ở phần 2 mà độ bền kéo sau khi đập nóng là 1180 MPa hoặc lớn hơn, và cả hai tấm thép được hàn laze ở vị trí hàn laze 3.

Chi tiết hàn laze được gia nhiệt tới 900°C bằng lò điện, được duy trì trong điều kiện gia nhiệt này trong 60 giây, và được đặt bên trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun từ bề mặt, và cửa thoát nước mà hút nước ra. Chi tiết hàn laze này được trải qua đồng thời bước tạo hình nóng và làm mát để tạo ra chi tiết có hình dạng được thể hiện trong Fig.4. Sau đó, tấm lưng 4 có độ bền kéo bằng 590 MPa được tháo ra và được nối với chi tiết này bằng cách hàn điểm.

Các mẫu thử nghiệm kéo kích thước nhỏ được tạo ra từ các chi tiết 1 và 2, và độ bền kéo được đo bằng thử nghiệm kéo căng. Kết quả là, trong trường hợp sử dụng thép I-1 ở phần tương ứng với chi tiết 1, độ bền kéo bằng 880 MPa, và trong trường hợp sử dụng thép O-1, độ bền kéo bằng 520 MPa. Mặt khác, độ bền kéo của phần tương ứng với chi tiết 2 bằng 1510 MPa.

Thử nghiệm thả trọng lượng được tiến hành đối với chi tiết được thể hiện trong Fig.4. Lực gây biến dạng được tác dụng lên chi tiết được thể hiện trong Fig.4

từ chiều của chiều tải 5 trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục, mà được thể hiện trong Fig.4, với lượng tải bằng 150 kg ở tốc độ bằng 15 m/giây. Trong chi tiết sử dụng thép I-1 mà là tập thép theo sáng chế, biến dạng uốn xảy ra mà không có sự xuất hiện của vết nứt, nhưng trong chi tiết sử dụng thép O-1 của thép so sánh, vết nứt xuất hiện ở phần biến dạng uốn, và do đó lượng hấp thụ năng lượng giảm đi.

Ví dụ $\alpha 4$

Khi tạo ra chi tiết có hình dạng được thể hiện trong Fig.4 bằng cách đập nóng, thép A-1 và thép H-1 mà là thép theo sáng chế trong ví dụ $\alpha 1$ được sử dụng. Mỗi chi tiết được gia nhiệt tới 950°C, và được duy trì trong điều kiện gia nhiệt này trong 60 giây. Sau đó, giống với ví dụ $\alpha 3$, chi tiết được đặt bên trong khuôn có bố trí cửa cấp nước mà thông qua đó nước được phun từ bề mặt, và cửa thoát nước mà hút nước ra. Chi tiết được trải qua đồng thời quy trình ép tạo hình và làm mát.

Thử nghiệm thả trọng lượng được tiến hành để đánh giá trạng thái biến dạng của chi tiết. Về độ biến dạng lực nén dọc trục, lượng tải 150 kg được tác dụng từ chiều tải 5 trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục mà được thể hiện trong Fig.4 ở tốc độ bằng 15 m/giây. Đối với độ biến dạng uốn cong, lực gây biến dạng được tác dụng lên chi tiết từ chiều tải 6 trong khi có sự biến dạng uốn cong ở tốc độ bằng 5 m/giây. Đã khẳng định được rằng mỗi chi tiết bị biến dạng không có sự nứt gãy theo cách thức biến dạng bất kỳ, và có hiệu quả hấp thụ năng lượng đáp ứng.

Ví dụ $\beta 1$

Thép nóng chảy có hỗn hợp thành phần được thể hiện trong Bảng 6 được lấy ra từ thiết bị chuyển đổi để tạo ra phôi tấm, và phôi tấm này được trải qua quy trình cán nóng dưới các điều kiện cán nóng (nhiệt độ gia nhiệt: 1220°C, nhiệt độ cuối cùng: 870°C, tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay phía trước giá cuối cùng: 65%, thời gian từ khi kết thúc cán hoàn thiện đến khi bắt đầu làm mát: 1 giây, và nhiệt độ làm mát: 630°C) theo sáng chế, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng có độ dày tấm bằng 3 mm.

Bảng 6

Thép	% khối lượng														Mn+Cr	Ac ₃ °C	Ar ₃ °C
	C	Si	Mn	Cr	P	S	t-Al	Ti	Nb	V	Mo	B	N	Thành phần khác			
A-2	0,0025	0,02	1,52	0,05	0,082	0,0021	0,037	0,021	0,022	-	-	0,0007	0,0015	-	1,57	927	703
B-2	0,018	0,14	1,12	0,25	0,006	0,0028	0,029	-	-	-	-	0,0008	0,0021	-	1,37	871	734
C-2	0,021	0,28	1,08	0,52	0,008	0,0034	0,038	0,048	0,002	-	-	0,0011	0,0022	Cu:0,09 Ni:0,04 Sn:0,013	1,60	901	717
D-2	0,028	0,12	1,75	0,02	0,008	0,0051	0,034	-	0,042	-	0,03	0,0015	0,0015	-	1,77	848	663
E-2	0,038	0,34	1,32	0,33	0,005	0,0032	0,028	0,014	0,071	-	-	0,0008	0,0029	-	1,65	866	654
F-2	0,048	0,18	1,11	0,85	0,007	0,0027	0,031	0,072	0,054	-	0,22	0,0006	0,0018	Cu:0,11 Ni:0,05 Sn:0,013	1,96	886	618
G-2	0,052	0,15	1,12	0,55	0,011	0,0037	0,041	0,002	0,085	0,07	-	0,0014	0,0023	Cu:0,08 Ni:0,05 Sn:0,011	1,67	869	632
H-2	0,062	0,12	1,25	0,04	0,013	0,0033	0,028	0,037	0,052	-	0,47	0,0008	0,0018	-	1,29	862	647
I-2	0,077	0,46	0,51	1,35	0,011	0,0071	0,038	-	-	-	-	0,0010	0,0021	-	1,86	882	685
J-2	0,082	0,21	0,87	0,78	0,009	0,0037	0,041	0,067	-	0,08	0,38	0,0008	0,0023	-	1,65	885	663
K-2	0,097	0,23	1,18	0,32	0,014	0,0024	0,022	0,045	0,076	-	-	0,0007	0,0022	-	1,50	858	641
L-2	0,0015	0,15	1,25	0,25	0,007	0,0093	0,028	0,015	0,015	0,05	-	0,0015	0,0024	-	1,50	833	717
M-2	0,109	0,23	1,21	0,33	0,011	0,0035	0,038	0,024	-	-	0,24	0,0008	0,0018	Cu:0,10 Ni:0,04 Sn:0,012	1,54	849	676
N-2	0,048	0,72	1,32	0,24	0,009	0,0021	0,047	-	-	-	-	0,0011	0,0018	-	1,56	883	724
O-2	0,039	0,21	0,72	0,15	0,005	0,0077	0,039	0,027	0,009	-	-	0,0018	0,0015	Cu:0,12 Ni:0,07 Sn:0,015	0,87	888	762
P-2	0,038	0,22	1,25	0,26	0,004	0,0029	0,031	0,024	-	-	0,38	=	0,0023	-	1,51	868	769

Tấm thép cán nóng được trải qua quy trình cán nguội để thu được tấm thép cán nguội 1,4 mm, và sau đó là quy trình ủ liên tục, hoặc ủ và bước xử lý mạ sau khi ủ được tiến hành dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 7. Bước xử lý mạ được thiết lập cho quy trình mạ kẽm nhúng nóng (GI (không có bước xử lý tạo hợp kim)/GA (có bước xử lý tạo hợp kim)), hoặc mạ nhôm nhúng nóng (Al) chứa 10% Si. Ngoài ra, sau khi ủ hoặc bước xử lý mạ, bước cán qua mặt ngoài được tiến hành với quy trình cán giảm được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7

Thép	Nhiệt độ ủ °C	Mạ	Vi cấu trúc (tỷ lệ diện tích)					Cán qua mặt ngoài %	TS trước khi xử lý nhiệt		TS sau khi làm mát		λ	Các tính chất của lớp mạ	Sự nứt gãy bề	Độ dai	Ghi chú
			M	B	BF	F	Khác		MPa	MPa	MPa	MPa					
A-2	800	Al	0	0	100	0	<0,5	0,5	457	594	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
B-2	750	Không được tiến hành	0	100	0	0	<0,5	0,5	374	498	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
C-2	770	Al	0	100	0	0	<0,5	0,5	388	516	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
D-2	780	Al	0	100	0	0	<0,5	1,0	367	556	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
E-2	750	Không được tiến hành	0	100	0	0	<0,5	1,0	367	612	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
F-2	750	Không được tiến hành	50	50	0	0	<0,5	1,0	385	694	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
G-2	780	Al	0	100	0	0	<0,5	1,0	379	752	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
H-2	780	Không được tiến hành	75	25	0	0	<0,5	1,0	388	814	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
I-2	770	Zn (GA)	80	20	0	0	<0,5	0,5	394	865	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
J-2	750	Zn (GI)	80	20	0	0	<0,5	1,2	411	910	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
K-2	800	Không được tiến hành	85	15	0	0	<0,5	1,0	386	964	OK	Thép theo sáng chế	OK	OK	OK	OK	Thép theo sáng chế
L-2	780	Al	0	0	100	0	<0,5	0,7	338	408	OK	Thép theo so sánh	OK	OK	OK	OK	Thép theo so sánh
M-2	790	Zn (GA)	100	0	0	0	<0,5	1,2	421	1192	OK	Thép theo so sánh	OK	OK	OK	OK	Thép theo so sánh
N-2	780	Zn (GA)	0	85	0	15	<0,5	1,5	384	688	NG	Thép theo so sánh	NG	OK	OK	OK	Thép theo so sánh
O-2	750	Zn (GI)	0	70	0	30	<0,5	0,8	395	522	NG	Thép theo so sánh	NG	OK	OK	OK	Thép theo so sánh
P-2	790	Không được tiến hành	0	50	0	50	<0,5	1,0	368	791	NG	Thép theo so sánh	NG	OK	OK	OK	Thép theo so sánh

M: martensit, B: bainit, BF: ferrit bainit, F: ferrit, khác: các cấu trúc chất lẫn không tránh được

Mỗi tấm thép cán nguội và được ủ này, và tấm thép mạ nhôm được gia nhiệt tới 900°C trong lò gia nhiệt, và được đặt vào trong khuôn. Sau đó, tấm thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở tốc độ làm mát bằng 50 °C/giây, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Mỗi tấm thép GI và tấm thép GA được gia nhiệt tới 870°C bằng cách gia nhiệt bằng điện ở tốc độ gia nhiệt bằng 100 °C/giây, được duy trì trong điều kiện gia nhiệt trong khoảng 5 giây, và sau đó được làm mát bằng không khí tới điểm $Ar_3 + 10^\circ C$. Tương tự, mỗi tấm thép GI và tấm thép GA được đặt vào trong khuôn. Sau đó, tấm thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở tốc độ làm mát bằng 50 °C/giây, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Độ bền kéo sau khi xử lý nhiệt được đánh giá bằng cách tạo ra mẫu thử nghiệm số 5 và bằng cách tiến hành thử nghiệm kéo căng dựa trên JIS Z 2241 (2011). Đặc tính dễ uốn cục bộ được đánh giá dưới dạng λ bằng cách đánh giá đặc tính nong rộng lỗ bằng phương pháp được mô tả trong JIS Z 2256 (2010) như được mô tả trên đây. Trường hợp mà λ bằng 50% hoặc lớn hơn được coi là “đạt (OK)”. Ngoài ra, các đặc trưng về sự nứt gãy trễ và độ dai ở nhiệt độ thấp cũng được đánh giá.

Đối với các đặc trưng về sự nứt gãy trễ, mẫu thử nghiệm được khía dạng chữ V được thể hiện trong Fig.3 được sử dụng, mẫu thử nghiệm được nhúng vào trong dung dịch nước, mà thu được bằng cách hòa tan 3g/l amoni thioxyanat trong dung dịch muối 3%, ở nhiệt độ trong phòng trong 100 giờ, và việc đánh giá được tiến hành nhờ sự có mặt hoặc không có mặt của dự gãy ở trạng thái mà lượng tải bằng 0,7 TS (sau khi xử lý nhiệt) được sử dụng (không có sự nứt gãy: OK, có sự nứt gãy: NG).

Đối với đặc tính giòn ở nhiệt độ thấp, thử nghiệm Charpy được tiến hành ở -40°C, và trường hợp mà thu được % gãy dẻo bằng 50% hoặc lớn hơn được xem như là “đạt (OK)”, và trường hợp mà % gãy dẻo là nhỏ hơn 50% được coi là “không đạt (NG)”.

Các kết quả thu được được thể hiện tập trung trong Bảng 7. Trong các thép

(thép A-2 đến thép K-2) theo sáng chế, thu được đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời mà TS bằng 490 MPa đến 980 MPa, và không có vấn đề về các đặc trưng về sự nứt gãy trễ hoặc độ dai ở nhiệt độ thấp.

Trong thép L-2 mà hàm lượng C là thấp, và nằm ngoài khoảng theo sáng chế, độ bền kéo sau khi xử lý nhiệt tương ứng với quy trình dập nóng là thấp. Trong thép M-2 mà hàm lượng C cao, và nằm ngoài khoảng theo sáng chế, độ bền kéo lớn hơn 1180 MPa, và biến dạng uốn là không ổn định khi có sự biến dạng lực nén dọc trục, và do đó có mối liên quan về sự suy giảm các đặc tính hấp thụ năng lượng.

Trong thép N-2 mà trong đó hàm lượng của Si lớn hơn khoảng theo sáng chế, trong thép O-2 mà trong đó hàm lượng của Mn+Cr là thấp do tốc độ làm mát bằng 50 °C/giây, và trong thép P-2 mà trong đó hàm lượng của Mn+Cr là 1,0% hoặc lớn hơn, và B không được bổ sung, ferit được tạo ra, và cấu trúc trở nên không đồng nhất, và do đó λ thấp hơn 50%. Do đó, có mối liên quan về sự suy giảm các đặc tính hấp thụ năng lượng do sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ. Ngoài ra, trong thép M-2, hàm lượng của Si nằm ngoài khoảng theo sáng chế theo hướng cao hơn, và do đó các tính chất của lớp mạ là kém.

Ví dụ β2

Đối với thép K-2 được thể hiện trong Bảng 6, thu được tấm thép cán nóng có độ dày tấm bằng 2 mm dưới các điều kiện cán nóng nằm trong khoảng theo sáng chế (nhiệt độ gia nhiệt: 1250°C, nhiệt độ cuối cùng: 880°C, tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay phía trước giá cuối cùng: 60%, thời gian từ khi kết thúc cán hoàn thiện đến khi bắt đầu làm mát: 0,8 giây, và nhiệt độ làm mát: 550°C), và sau đó tấm thép cán nóng được tẩy.

Tấm thép sau khi tẩy được gia nhiệt 880°C trong lò gia nhiệt, và sau đó được đặt vào trong khuôn. Thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng. Ngoài ra, các tấm thép sau khi tẩy được trải qua quy trình mạ kẽm (GI, GA), hoặc mạ nhôm nhúng nóng chứa 10% Si, và sau đó được trải qua các quy trình xử lý gia

nhật và làm mát.

Đối với thép K-2 được thể hiện trong Bảng 7, thu được tấm thép cán nóng có độ dày tấm bằng 3,2 mm dưới các điều kiện cán nóng nằm trong khoảng theo sáng chế (nhiệt độ gia nhiệt: 1250°C, nhiệt độ cuối cùng: 890°C, tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay phía trước giá cuối cùng: 45%, thời gian từ khi kết thúc cán hoàn thiện đến khi bắt đầu làm mát: 0,5 giây, và nhiệt độ làm mát: 500°C), tấm thép cán nóng được tẩy, và thu được tấm thép cán nguội 1,6 mm ở bước giảm bằng cách cán nguội 50%.

Tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 900°C trong lò gia nhiệt, và sau đó được đặt vào trong khuôn. Tấm thép cán nguội được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng. Ngoài ra, thép, mà thu được bằng cách đưa tấm thép cán nguội vào quy trình mạ kẽm (GI, GA), được gia nhiệt tới 870°C bằng cách gia nhiệt bằng điện trong 5 giây, và được duy trì trong điều kiện gia nhiệt trong khoảng 5 giây, và sau đó được làm mát bằng không khí tới 650°C. Sau đó, thép được đặt vào trong khuôn. Sau đó, thép được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng.

Thép, mà được mạ nhôm bằng cách nhúng nóng chứa 10% Si, được gia nhiệt tới 880°C trong lò gia nhiệt, và được đặt vào trong khuôn, và được làm mát tới nhiệt độ trong phòng ở các tốc độ làm mát khác nhau, nhờ đó mô phỏng được lịch sử nhiệt độ trong khi dập nóng. Ngoài ra, sau bước cán nóng, ủ, hoặc bước xử lý mạ, bước cán qua mặt ngoài được tiến hành với quy trình cán giảm được thể hiện trong Bảng 8.

Các đặc trưng vật liệu của các tấm thép mà thu được được đánh giá theo phương pháp tương tự như trong Ví dụ β1. Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 8.

Bảng 8

Phương pháp	Các loại thép	Cán nguội	Mạ	Cán qua mặt ngoài %	TS trước khi xử lý nhiệt MPa	Nhiệt độ làm mát °C/giây	TS sau khi làm mát MPa	Vi cấu trúc (*)					λ	Sự nứt gãy bề	Độ dai	Ghi chú
								M	B	F	P	Khác				
a'	K-2	Không được tiến hành	Không được tiến hành	1,0	378	100	958	85	15	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
b'	K-2	Không được tiến hành	GI	1,2	367	50	924	80	20	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
c'	K-2	Không được tiến hành	AI	1,5	369	25	931	75	25	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
d'	K-2	Không được tiến hành	Không được tiến hành	2,0	372	10	927	70	30	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
e'	K-2	Không được tiến hành	GA	0,8	372	5	457	0	0	50	50	<0,5	NG	OK	OK	Phương pháp so sánh
f	K-2	Được tiến hành	Không được tiến hành	1,0	381	100	955	88	12	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
g'	K-2	Được tiến hành	GI	1,2	365	50	941	85	15	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
h'	K-2	Được tiến hành	AI	1,5	372	25	936	80	20	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
i'	K-2	Được tiến hành	Không được tiến hành	2,0	380	10	911	70	30	0	0	<0,5	OK	OK	OK	Phương pháp theo sáng chế
j'	K-2	Được tiến hành	GA	0,8	381	5	451	0	0	45	55	<0,5	NG	OK	OK	Phương pháp so sánh

M: martensit, B: bainit, F: ferrit, P: pearlit, khác: các cấu trúc chất lẫn không tránh được

Trong các ví dụ của phương pháp a', phương pháp b', phương pháp c', phương pháp d', phương pháp f', phương pháp g', phương pháp h', và phương pháp i' theo các phương pháp của sáng chế, đặc tính biến dạng cục bộ tuyệt vời có thể thu được, và không có vấn đề về các đặc trưng về sự nứt gãy trễ hoặc độ dai ở nhiệt độ thấp.

Mặt khác, trong các ví dụ của phương pháp e' và phương pháp j' mà tốc độ làm mát nằm ngoài khoảng theo sáng chế, ferit và pearlit được tạo ra trong cấu trúc sau khi xử lý nhiệt, và do đó độ bền kéo sau khi dập nóng là thấp, và λ thấp hơn 50%. Do đó, có mối liên quan về sự suy giảm các đặc tính hấp thụ năng lượng do sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ.

Ví dụ $\beta 3$

Để tạo ra chi tiết có hình dạng được thể hiện trong Fig.4 bằng cách dập nóng, tấm thép I-2 mà là tấm thép theo sáng chế trong ví dụ $\beta 1$ hoặc thép O-2 ví dụ so sánh được bố trí ở phần biến dạng lực nén dọc trục 1, tấm thép cán nguội chứa, mà có độ dày tấm bằng 1,4 mm, được bố trí ở phần 2 mà độ bền kéo sau khi dập nóng bằng 1180 MPa hoặc lớn hơn, và cả hai tấm thép được hàn laser ở vị trí của phần hàn laser 3.

Chi tiết hàn laser được gia nhiệt tới 900°C bằng lò điện, được duy trì trong điều kiện gia nhiệt này trong 60 giây, và được đặt vào trong khuôn. Chi tiết hàn laser được trải qua đồng thời bước tạo hình nóng và làm mát để tạo ra chi tiết có hình dạng được thể hiện trong Fig.4. Sau đó, tấm lưng 4 có độ bền kéo của 590 MPa được tháo rời và được nối với chi tiết bằng cách hàn nóng.

Các mẫu thử nghiệm kéo kích thước nhỏ được tạo ra từ các chi tiết 1 và 2, và độ bền kéo được đo bằng thử nghiệm kéo căng. Kết quả là, trong trường hợp sử dụng thép I-2 ở phần tương ứng với chi tiết 1, độ bền kéo bằng 880 MPa, và trong trường hợp sử dụng thép O-2, độ bền kéo bằng 520 MPa. Mặt khác, độ bền kéo của phần 2 tương ứng với chi tiết 2 bằng 1510 MPa. Theo đó, sự khác nhau (ΔTS) về độ bền kéo sau khi dập nóng bằng 200 MPa hoặc lớn hơn.

Thử nghiệm trọng lượng rơi được tiến hành đối với chi tiết được thể hiện trong Fig.4. Lực biến dạng được tác dụng lên chi tiết được thể hiện trong Fig.4 từ

chiều tải 5 trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục, mà được thể hiện trong Fig.4, với lượng tải bằng 150 kg ở tốc độ bằng 15 m/giây. Trong chi tiết sử dụng thép I-2 mà là thép theo sáng chế, biến dạng uốn xảy ra mà không xuất hiện vết nứt. Tuy nhiên, trong chi tiết sử dụng thép O-2 để so sánh, ferit và bainit được tạo ra, và vì cấu trúc trở nên không đồng nhất. Theo đó, vết nứt xuất hiện ở phần biến dạng uốn, và lượng hấp thụ năng lượng giảm đi.

Ví dụ $\beta 4$

Khi tạo ra chi tiết có hình dạng được thể hiện trong Fig.4 bằng cách dập nóng, thép A-2 và thép H-2 mà là thép theo sáng chế trong ví dụ $\beta 1$ được sử dụng. Mỗi tấm thép của các chi tiết này được gia nhiệt tới 950°C , và được duy trì trong điều kiện gia nhiệt này trong 60 giây. Sau đó, tương tự Ví dụ $\beta 3$, tấm thép được đặt vào trong khuôn. Tấm thép được trải qua đồng thời quy trình ép tạo hình và làm mát.

Thử nghiệm trọng lượng rơi được tiến hành để đánh giá trạng thái biến dạng của chi tiết. Đối với độ biến dạng lực nén dọc trục, lượng tải 150 kg được tác dụng từ chiều tải 5 trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục mà được thể hiện trong Fig.4 ở tốc độ bằng 15 m/giây. Đối với độ biến dạng uốn cong, lực biến dạng được tác dụng lên chi tiết từ chiều tải 6 trong khi có sự biến dạng uốn cong ở tốc độ bằng 5 m/giây. Đã khẳng định được rằng mỗi chi tiết bị biến dạng mà không có sự nứt gãy theo cách thức biến dạng bất kỳ, và có hiệu quả hấp thụ năng lượng đáp ứng.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như được mô tả trên đây, theo sáng chế, trong trường hợp sản xuất các bộ phận sử dụng vật liệu phù hợp, đối với vị trí biến dạng lực nén dọc trục, độ bền kéo sau khi dập nóng có thể được hạn chế đến mức thấp, và do đó đặc tính biến dạng cục bộ có thể được có được ở các bộ phận này. Kết quả là, chi tiết có các đặc tính hấp thụ năng lượng tuyệt vời trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục và độ biến dạng uốn cong có thể được tạo ra. Theo đó, sáng chế có tính ứng dụng cao trong ngành công nghiệp sản xuất các bộ phận cơ học.

Danh mục các số và ký hiệu chỉ dẫn

- 1: Vị trí biến dạng lực nén dọc trục
- 2: Phần mà độ bền kéo sau khi đập nóng ≥ 1180 Mpa
- 3: Phần hàn bằng laze
- 4: Tấm lưng
- 5: Chiều tải trong khi có sự biến dạng lực nén dọc trục
- 6: Chiều tải trong khi có sự biến dạng uốn cong.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm dập nóng mà thu được bằng cách dập nóng tấm thép dùng để dập nóng, vật phẩm dập nóng này có thành phần bao gồm, tính theo % khối lượng:

0,002% đến 0,1% C;

0,01% đến 0,5% Si;

0,5% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0% Mn+Cr;

0,1% hoặc nhỏ hơn P;

0,01% hoặc nhỏ hơn S;

0,05% hoặc nhỏ hơn t-Al;

0,005% hoặc nhỏ hơn N; và

thành phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi,

trong đó vật phẩm dập nóng này có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 70% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 30% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, trong đó độ bền kéo của vật phẩm dập nóng này là nhỏ hơn 980 Mpa.

2. Vật phẩm dập nóng theo điểm 1,

trong đó lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của vật phẩm dập nóng này.

3. Vật phẩm dập nóng theo điểm 1,

trong đó vật phẩm dập nóng có thành phần còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, tính theo % khối lượng,

0,001% đến 0,1% Ti,

0,001% đến 0,05% Nb,

0,005% đến 0,1% V, và

0,02% đến 0,5% Mo.

4. Vật phẩm dập nóng theo điểm 1,

trong đó vật phẩm dập nóng có thành phần còn bao gồm, tính theo % khối lượng, 0,0005% đến 0,004% B.

5. Chi tiết hấp thụ năng lượng bao gồm:

vật phẩm dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4; và
chi tiết nối mà được nối với vật phẩm dập nóng và có độ bền kéo bằng 1180 MPa hoặc lớn hơn,

trong đó độ chênh lệch về độ bền kéo giữa vật phẩm dập nóng và chi tiết nối là 200 MPa hoặc lớn hơn.

6. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng, phương pháp này bao gồm:

quy trình gia nhiệt để gia nhiệt phôi tấm để nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng nhiệt độ từ điểm A_{r3} đến 1400°C , phôi tấm này có thành phần bao gồm, tính theo % khối lượng, 0,002% đến 0,1% C, 0,01% đến 0,5% Si, 0,5% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0% Mn+Cr, 0,1% hoặc nhỏ hơn P, 0,01% hoặc nhỏ hơn S, 0,05% hoặc nhỏ hơn t-Al, 0,005% hoặc nhỏ hơn N, thành phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi;

quy trình cán nóng được tiến hành bằng cách đưa phôi tấm được gia nhiệt trải qua quy trình cán hoàn thiện mà tổng lượng giảm tiết diện khi cán ở giá cuối cùng và giá ngay trước giá cuối cùng được thiết lập tới 40% hoặc lớn hơn nằm trong khoảng nhiệt độ trong đó nhiệt độ bề mặt nằm trong khoảng từ điểm A_{r3} đến 1400°C , và bắt đầu làm mát trong một giây sau bước cán hoàn thiện để tạo ra tấm thép cán nóng;

quy trình cuộn để cuộn tấm thép cán nóng trong khoảng nhiệt độ bằng 650°C hoặc thấp hơn; và

quy trình dập nóng sử dụng tấm thép cán nóng làm tấm thép dùng để dập nóng, tạo hình tấm thép dùng để dập nóng này bằng cách sử dụng khuôn ở trạng thái mà tấm thép được gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm A_{c3} hoặc cao hơn, làm mát tấm thép dùng để dập nóng trong khuôn ở tốc độ làm mát lớn hơn $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ để tạo ra vật phẩm dập nóng có vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 70% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 90% martensit, 10% đến 30% bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, hoặc vi cấu trúc bao gồm, tính theo tỷ lệ diện tích, 99,5% đến 100% ferit bainit, và nhỏ hơn 0,5% các cấu trúc chất lẫn không tránh khỏi, trong đó độ bền kéo của vật phẩm dập nóng là nhỏ hơn 980 Mpa.

7. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

quy trình mạ mà tiến hành bước xử lý mạ đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng,

trong đó trong quy trình dập nóng này, tấm thép cán nóng mà ở đó bước xử lý mạ được tiến hành được sử dụng làm tấm thép dùng để dập nóng.

8. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng,

trong đó trong quy trình dập nóng này, tấm thép cán nguội được sử dụng làm tấm thép dùng để dập nóng.

9. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng; và

quy trình xử lý mạ để tiến hành bước xử lý mạ đối với tấm thép cán nguội,

trong đó trong quy trình dập nóng này, tấm thép cán nguội mà ở đó bước xử lý mạ được tiến hành được sử dụng làm tấm thép dùng để dập nóng.

10. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng; và

quy trình ủ liên tục tiến hành ủ liên tục đối với tấm thép cán nguội,

trong đó trong quy trình dập nóng này, tấm thép cán nguội mà ở đó quy trình ủ liên tục được tiến hành được sử dụng làm tấm thép dùng để dập nóng.

11. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

quy trình cán nguội để sản xuất tấm thép cán nguội bằng cách tiến hành cán nguội đối với tấm thép cán nóng trước quy trình dập nóng;

quy trình ủ liên tục tiến hành ủ liên tục đối với tấm thép cán nguội; và
 quy trình xử lý mạ để tiến hành bước xử lý mạ đối với tấm thép cán nguội
 mà ở đó quy trình ủ liên tục được tiến hành,

trong đó trong quy trình dập nóng này, tấm thép cán nguội mà ở đó quy
 trình ủ liên tục và bước xử lý mạ được tiến hành được sử dụng làm tấm thép dùng
 để dập nóng.

12. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6,

trong đó phôi tấm còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, tính
 theo % khối lượng, 0,001% đến 0,1% Ti, 0,001% đến 0,05% Nb, 0,005% đến 0,1%
 V, và 0,02% đến 0,5% Mo.

13. Phương pháp sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm 6,

trong đó phôi tấm còn chứa, tính theo % khối lượng, 0,0005% đến 0,004%
 B.

14. Phương pháp sản xuất chi tiết hấp thụ năng lượng, phương pháp này bao gồm:

quy trình nôi để nôi tấm thép dùng để dập nóng thu được từ phương pháp
 sản xuất vật phẩm dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 13 với
 tấm thép dùng để nôi để tạo ra tấm thép được nôi; và

quy trình dập nóng để tạo hình tấm thép được nôi bằng cách sử dụng khuôn
 ở trạng thái mà trong đó tấm thép được nôi được gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm
 Ac_3 hoặc cao hơn, và làm mát tấm thép được nôi trong khuôn ở tốc độ làm mát lớn
 hơn 100 °C/giây để thiết lập độ chênh lệch về độ bền kéo giữa phần tương ứng với
 tấm thép dùng để dập nóng và phần tương ứng với tấm thép dùng để nôi trong tấm
 thép được nôi đến 200 MPa hoặc lớn hơn.

FIG. 1

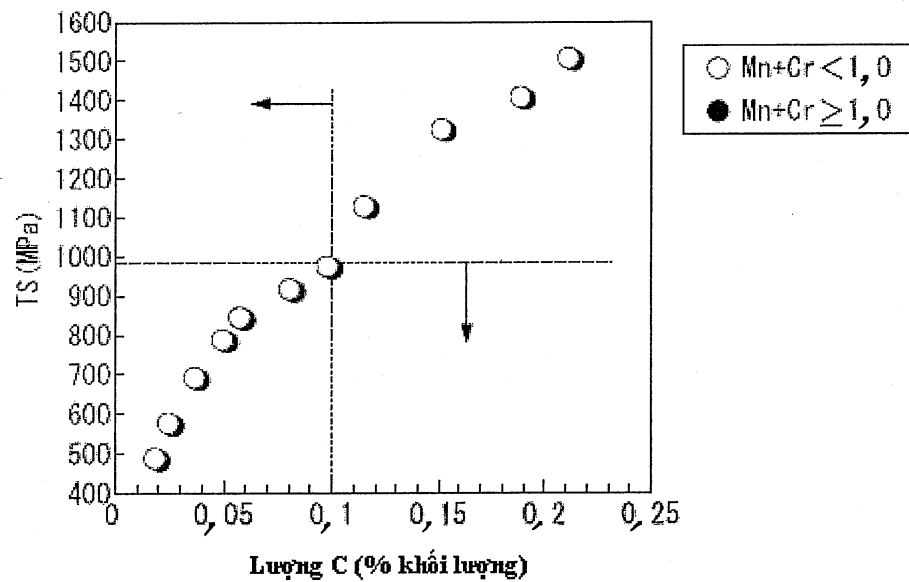


FIG. 2

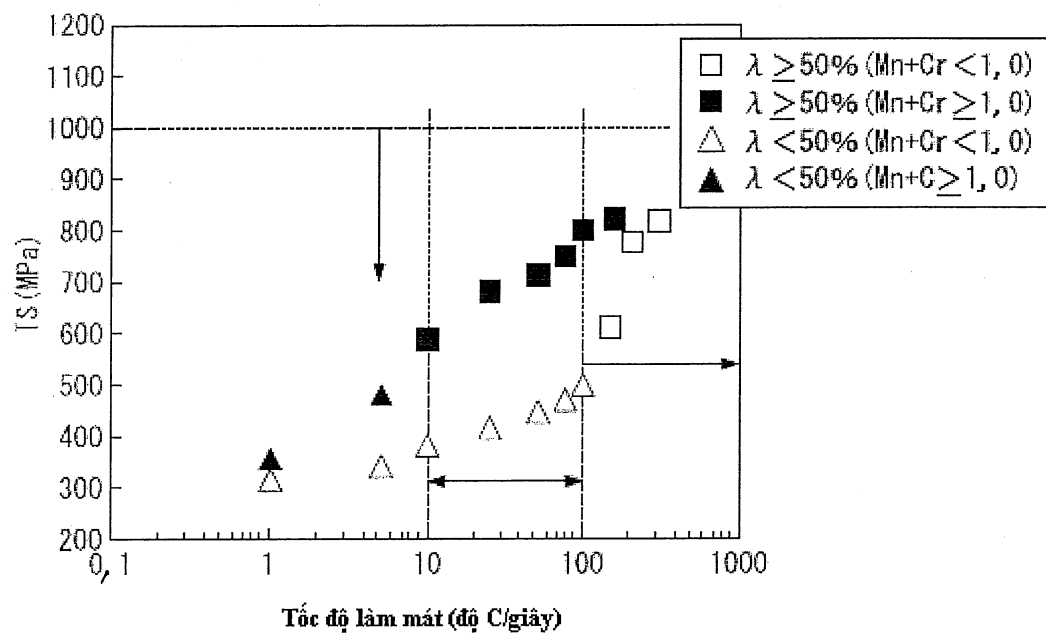


FIG. 3

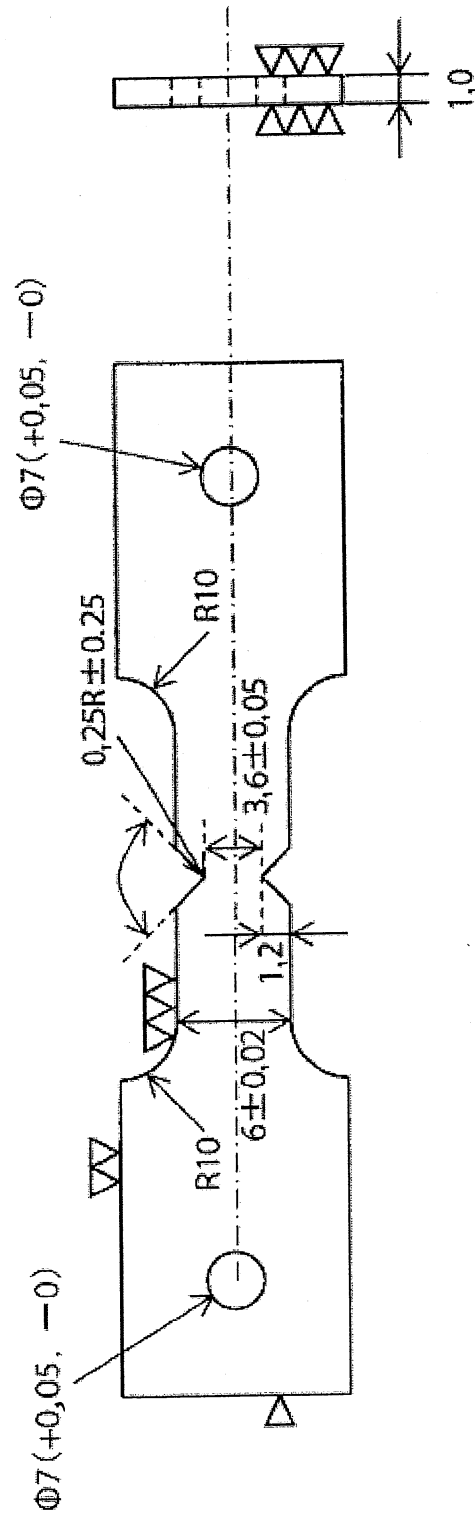


FIG. 4

