



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0021024

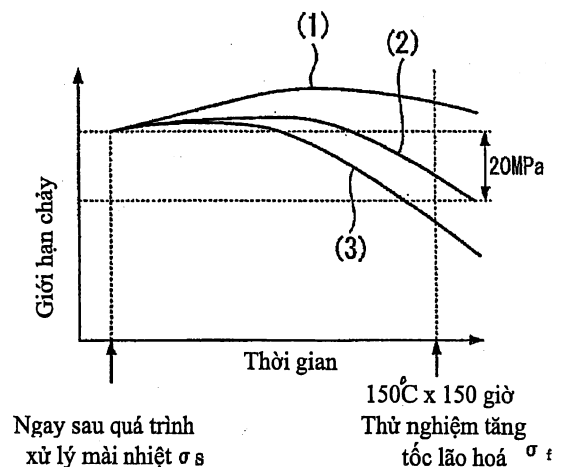
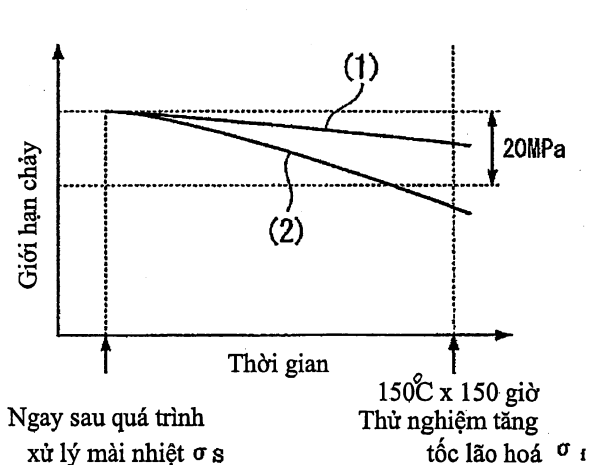
(51)⁷ C22C 38/28, 38/54, C21D 9/46

(13) B

- (21) 1-2013-01605 (22) 22.06.2011
(86) PCT/JP2011/064317 22.06.2011 (87) WO2012/070271A1 31.05.2012
(30) 2010-260590 22.11.2010 JP
(45) 27.05.2019 374 (43) 26.08.2013 305
(73) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan
(72) MARUYAMA, Naoki (JP), HASHIMOTO, Koji (JP), KAMEDA, Masaharu (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP KIỂU HÓA CỨNG LÃO HÓA DO ỨNG SUẤT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt và phương pháp sản xuất tấm thép này. Tấm thép này chứa: C: 0,0010 đến 0,010%; Si: 0,005 đến 1,0%; Mn: 0,08 đến 1,0%; P: 0,003 đến 0,10%; S: 0,0005 đến 0,020%; Al: 0,010 đến 0,10%; Cr: 0,005 đến 0,20%; Mo: 0,005 đến 0,20%; Ti: 0,002 đến 0,10%; Nb: 0,002 đến 0,10%; N: 0,001 đến 0,005%, tính theo % khối lượng; và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh được, trong đó thành phần ferit là bằng hoặc lớn hơn 98%, đường kính hạt trung bình của ferit nằm trong khoảng từ 5 đến 30 μm , trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm và trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần lớp bề mặt là bằng hoặc lớn hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$, và mật độ lệch mạng trung bình nằm trong khoảng từ 5×10^{12} đến $1 \times 10^{15}/\text{m}^2$.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép để chế tạo tấm bên ngoài được dùng cho tấm bên, mui xe, hoặc các phần khác của xe ô tô cần có độ bền tấm và tính chống lõm (đặc tính lõm). Để cải thiện đặc tính lõm nêu trên, tốt hơn là gia tăng giới hạn chảy. Mặt khác, để hạn chế xảy ra sự biến dạng bề mặt để đảm bảo độ chính xác bề mặt cao khi tiến hành quá trình ép tạo hình, giới hạn chảy cần được giảm.

Để làm tấm thép mà thỏa mãn hai đặc tính trái ngược này để đạt được sự tạo hình bằng quá trình ép và gia tăng độ bền, tấm thép nung tôi (BH-bake hardening) đã được phát triển. Tấm thép BH nêu trên là tấm thép mà giới hạn chảy của nó gia tăng nhờ quá trình xử lý nung sau quá trình quá trình ép tạo hình.

Ở đây, tấm thép BH sẽ được giải thích một cách chi tiết. Fig.1A là sơ đồ thể hiện sự thay đổi theo thời gian của giới hạn chảy của tấm thép BH thông thường. Trong suốt quá trình nung sau khi phủ (đồng thời tấm thép được nung nóng đến khoảng 170°C và được giữ trong vài chục phút), C và N còn lại trong dung dịch trong tấm thép tràn đến chỗ lệch mạng được hình thành ở thời điểm ép tạo hình để cố định đối với sự lệch mạng nêu trên, và nhờ đó giới hạn chảy gia tăng. Phần giới hạn chảy gia tăng nêu trên là mức nung tôi (mức BH), và mức BH gia tăng bằng cách gia tăng hàm lượng của dung dịch chất rắn C hoặc hàm lượng của dung dịch chất rắn N nói chung.

Tuy nhiên, cơ chế tôi này có các vấn đề sau đây. Fig.1B là sơ đồ thể hiện sự biến đổi theo thời gian của giới hạn chảy của tấm thép BH thông thường trong trường hợp khi hàm lượng của dung dịch chất rắn C hoặc hàm lượng của dung dịch chất rắn N đã được gia tăng.

Khi hàm lượng của dung dịch chất rắn C hoặc hàm lượng của dung dịch chất rắn N được gia tăng để gia tăng mức BH, như được thể hiện trên Fig.1B, phần lệch mạng được cố định bằng dung dịch chất rắn C hoặc dung dịch chất rắn N trước khi ép tạo hình (sự lão hóa tự nhiên). Sau đó, ở thời điểm ép tạo hình, khuyết tật bề mặt dạng sóng được gọi là biến dạng do kéo căng xảy ra do độ giãn giới hạn chảy, và do đó đặc tính của sản phẩm suy giảm đáng kể. Hơn nữa, sau khi nung, dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N kết lắng dưới dạng các sắt cacbua và sắt nitrua. Sau đó, trải qua một thời gian, các cacbua và nitrua phát triển, và tiếp đó vì quá trình tăng trưởng tiếp tục, giới hạn chảy giảm đáng kể.

Đã nhận thấy rằng khó giải quyết vấn đề lão hóa tự nhiên nêu trên và khó thu được tấm thép thoả mãn về tính chống lão hóa tự nhiên và tính thấm tôi tuyệt vời, đây là vấn đề đã tồn tại từ lâu.

Về vấn đề nêu trên, phương pháp bổ sung Mo để nhờ đó đạt được độ thấm tôi và độ thấm tôi lão hóa được đề cập trong tài liệu sáng chế 1, tài liệu sáng chế 2, và tài liệu sáng chế 3.

Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 4, có đề cập đến phương pháp điều khiển tải trọng dòng cán phẳng ở thời điểm cán là và hình dạng tấm thép ở quá trình cán là để nhờ đó ngăn chặn sự xuất hiện hiện tượng biến dạng do kéo căng.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số S62-109927

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H4-120217

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2000-17386

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2002-235117

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế 1 và tài liệu sáng chế 2, khoảng lượng

hợp phần Mo đã được xác định, nhưng có khả năng là đạt được sự làm cứng hoặc không phụ thuộc vào hàm lượng của C, và hàm lượng của Ti và Nb. Ví dụ, lượng bổ sung của Mo đã được đề cập trong giải pháp trước là lượng này nằm trong khoảng từ 0,001 đến 3,0% hoặc nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,16%. Tuy nhiên, chỉ có sự điều chỉnh lượng bổ sung của Mo là không đủ để làm ổn định chức năng của tấm thép mà Mo được bổ sung để nâng cao độ thấm tôi của tấm thép, dẫn đến xuất hiện trường hợp có thể đạt được mức nung tôi 50MPa hoặc trường hợp mà chỉ đạt được mức nung tôi 10MPa.

Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 3, không chỉ khoảng hợp phần của Mo, mà còn mật độ lệch mạng cũng đã được xác định. Tuy nhiên, ngay cả tấm thép được đề cập trong tài liệu sáng chế 3 có khả năng là sau khi nung tôi, giới hạn chảy giảm dần theo thời gian.

Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 4, việc điều khiển tải trọng dòng cán phẳng và hình dạng tấm thép ở thời điểm cán là đã được xác định. Trong tài liệu sáng chế 4, ứng suất ở thời điểm cán là, ứng suất này là thông số quan trọng ảnh hưởng đến tính đồng đều của mật độ lệch mạng trong tấm thép, và mối tương quan giữa ứng suất nêu trên và tải trọng dòng cán phẳng chưa được xác định. Ngoài ra, việc ngăn ngừa sự xuất hiện biến dạng do kéo căng sau khi cán là đã được đề cập, nhưng tính chất lão hóa sau quá trình ép tạo hình và quá trình nung chưa được đề cập, và như vậy việc duy trì được giới hạn chảy, đảm bảo được đặc tính lõm, và các đặc tính khác không ổn định.

Các tác giả sáng chế đã giải thích rằng giới hạn chảy mà đã gia tăng một lần do sự hóa cứng lão hóa do ứng suất bởi quá trình xử lý nung bắt đầu giảm sau khi xử lý nung, bởi vậy gây ra sự suy giảm đặc tính lõm (suy giảm do lão hóa).

Theo các tác giả sáng chế, có thể hiểu được rằng sự suy giảm do lão hóa được gây ra bởi cơ chế sau đây. Sau đây, cơ chế này sẽ được giải thích một cách chi tiết với dựa vào Fig.1A.

Trước tiên, bằng cách tiến hành quá trình ép tạo hình, ứng suất được áp lên tấm thép để đưa sự lệch mạng là khuyết tật tuyến tính vào tấm thép. Tuy nhiên, đôi

khi xảy ra trường hợp là phần ở đó sự phân bố ứng suất được áp bởi quá trình ép tạo hình (ứng suất trước) trở nên không đồng đều và hơn nữa ứng suất trước trở nên nhỏ hơn 1%. Trong trường hợp đó, mức lệch mạng không được đảm bảo đầy đủ, và hơn nữa độ lệch mạng được phân bố không đồng đều. Hậu quả là, ở phần mà ở đó không có sự lệch mạng, dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N kết tủa dưới dạng sắt cacbua và sắt nitrua sau khi nung. Có sắt cacbua và sắt nitrua mịn này ngay sau khi xử lý nung, do vậy mức độ bền được gia tăng tạm thời, nhưng sau đó, theo thời gian, các cacbua và nitrua phát triển và quá trình tăng trưởng tiếp tục. Vì quá trình tăng trưởng tiếp tục, khả năng tăng cường sự phân tán giảm, và như vậy, như được thể hiện trên Fig.1A, giới hạn chảy bắt đầu giảm dần và đặc tính lõm suy giảm. Mặt khác, khi độ lệch mạng tồn tại trong tấm thép nguyên liệu ở giá trị nhất định hoặc lớn hơn nữa, thậm chí sau khi tạo hình và nung, quá trình tăng trưởng của các cacbua và nitrua bị kiềm chế và sự suy giảm đặc tính lõm được gây ra bởi sự suy giảm giới hạn chảy được kìm hãm.

Vấn đề suy giảm do lão hóa sau khi nung có thể được ngăn chặn nếu mức định hình ở thời điểm quá trình ép tạo hình được gia tăng và bằng cách đó ứng suất ổn định được áp lên tấm thép để đảm bảo mật độ lệch mạng. Tuy nhiên, mức ép tạo hình có giới hạn bởi vì trong panen tấm ngoài hoặc các phần khác của xe ô tô, hình dạng của nó được xác định trước. Vì lý do này, khó đảm bảo được mật độ lệch mạng và phân bố độ lệch mạng một cách đồng đều đối với toàn bộ tấm thép.

Bởi vậy, sáng chế đã được hoàn thành xét về các khía cạnh nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất mà đạt được tính chất không lão hóa tự nhiên và tính thấm tôi và tính chống lão hóa tốt sau khi nung.

Phương thức giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bằng cách tiến hành quá trình cán là dưới điều kiện thích hợp ở giai đoạn sau cùng của quá trình sản xuất tấm thép trước quá trình ép tạo hình, có thể thu được tấm thép ở đó mật độ lệch mạng được đảm bảo và hơn nữa, độ lệch mạng được phân bố đồng đều, dẫn đến tính chống

lão hóa sau khi nung được cải thiện. Sáng chế được đưa ra dựa vào điều này.

Sáng chế đề xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung chứa: C: 0,0010 đến 0,010%; Si: 0,005 đến 1,0%; Mn: 0,08 đến 1,0%; P: 0,003 đến 0,10%; S: 0,0005 đến 0,020%; Al: 0,010 đến 0,10%; Cr: 0,005 đến 0,20%; Mo: 0,005 đến 0,20%; Ti: 0,002 đến 0,10%; Nb: 0,002 đến 0,10%; N: 0,001 đến 0,005%, tính theo % khối lượng và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh được, trong đó thành phần ferit là bằng hoặc lớn hơn 98%, đường kính hạt trung bình của ferit nằm trong khoảng từ 5 đến 30 μ m, trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm và trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần lớp bề mặt là bằng hoặc lớn hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$, và mật độ lệch mạng trung bình nằm trong khoảng từ 5×10^{12} đến $1 \times 10^{15}/\text{m}^2$.

Tấm thép theo sáng chế có thể còn chứa, tính theo % khối lượng, B: bằng hoặc nhỏ hơn 0,005%. Hơn nữa, tấm thép cũng có thể còn chứa một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,3% khối lượng. Tiếp theo, tấm thép có thể còn chứa một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Ca, Mg, và REM với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,02% khối lượng. Ngoài ra, lớp mạ cũng có thể được bố trí trên ít nhất một bề mặt trước.

Tiếp theo, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung chứa: cán nóng tấm thép chứa: C: 0,0010 đến 0,010%; Si: 0,005 đến 1,0%; Mn: 0,08 đến 1,0%; P: 0,003 đến 0,10%; S: 0,0005 đến 0,020%; Al: 0,010 đến 0,10%; Cr: 0,005 đến 0,20%; Mo: 0,005 đến 0,20%; Ti: 0,002 đến 0,10%; Nb: 0,002 đến 0,10%; N: 0,001 đến 0,005%, tính theo % khối lượng; và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh được; kế tiếp, tiến hành quá trình cán nguội; sau đó tiến hành tôi ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700 đến 850°C; tiến hành làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình từ 700 đến 500°C là bằng hoặc lớn hơn 2°C/giây; và tiến hành quá trình cán là dưới điều kiện tải trọng dòng A được đặt nằm trong

khoảng từ 1×10^6 đến 2×10^7 N/m, ứng suất B được đặt nằm trong khoảng từ 1×10^7 đến 2×10^8 N/m², và ứng suất B/tải trọng dòng A được đặt nằm trong khoảng từ 2 đến 120, và hệ số giảm tiết diện cán được đặt nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2,0%.

Theo phương pháp sản xuất theo sáng chế, tấm thép có thể còn chứa B: bằng hoặc nhỏ hơn 0,005, tính theo % khối lượng. Hơn nữa, tấm thép có thể còn chứa một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,3% khối lượng. Hơn nữa, tấm thép có thể còn chứa một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Ca, Mg, và REM với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,02% khối lượng. Hơn thế nữa, trước khi cán là, lớp mạ còn có thể được bố trí trên ít nhất một bề mặt trước.

Ưu điểm của sáng chế

Sáng chế đã tạo ra tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất mà đạt được tính chất không lão hóa tự nhiên và tính thấm tôi và còn có tính chống lão hóa tốt sau khi nung.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A và Fig.1B là sơ đồ giải thích sự thay đổi theo thời gian của giới hạn chảy ở tấm thép BH thông thường;

Fig.2A và Fig.2B là sơ đồ giải thích sự biến đổi theo thời gian của giới hạn chảy ở tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất là một phương án của sáng chế; và

Fig.3 là hình vẽ giải thích cách để thu được mật độ lệch mạng từ ảnh TEM.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo sáng chế sẽ được giải thích chi tiết.

Tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo sáng chế chứa: C: 0,0010 đến 0,010%; Si: 0,005 đến 1,0%; Mn:

0,08 đến 1,0%; P: 0,003 đến 0,10%; S: 0,0005 đến 0,020%; Al: 0,010 đến 0,10%; Cr: 0,005 đến 0,20%; Mo: 0,005 đến 0,20%; Ti: 0,002 đến 0,10%; Nb: 0,002 đến 0,10%; N: 0,001 đến 0,005%, tính theo % khối lượng; và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh được, trong đó thành phần ferit là bằng hoặc lớn hơn 98%, đường kính hạt trung bình của ferit nằm trong khoảng từ 5 đến 30 μ m, trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm và trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần lớp bề mặt là bằng hoặc lớn hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$, và mật độ lệch mạng trung bình nằm trong khoảng từ 5×10^{12} đến $1 \times 10^{15}/\text{m}^2$.

Sau đây, các lý do để giới hạn các thành phần của vật liệu thép theo sáng chế sẽ được giải thích. Lưu ý rằng ký hiệu % có nghĩa là % khối lượng trừ khi được chú thích khác.

(C: không nhỏ hơn 0,0010% hoặc không lớn hơn 0,010%)

C là nguyên tố mà ảnh hưởng đến độ thấm tôi lão hóa do ứng suất, nhưng khi C được chứa vượt quá 0,010%, tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu này không được đảm bảo. Hơn nữa, C là nguyên tố mà làm gia tăng độ bền của tấm thép, và như vậy khi hàm lượng của C được gia tăng, độ bền cũng sẽ gia tăng, nhưng khả năng gia công ở thời điểm ép tạo hình suy giảm như vậy là không thích hợp làm tấm thép cho tấm ngoài của xe ô tô. Hơn nữa, để đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên, các lượng của các nguyên tố Ti và Nb cần được bổ sung được gia tăng, và sự gia tăng về độ bền do kết tủa là không tránh được và khả năng gia công giảm là bất lợi về mặt kinh tế, bởi vậy giới hạn trên được đặt ở 0,010%. Hơn nữa, tốt hơn là, C: bằng hoặc nhỏ hơn 0,0085%, và tốt hơn nữa là, C: bằng hoặc nhỏ hơn 0,007%.

Hơn nữa, khi hàm lượng của C được giảm, độ thấm tôi có khả năng giảm, và như vậy giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,0010%. Hơn nữa, tốt hơn nữa là, C: bằng hoặc lớn hơn 0,0012%, và vẫn tốt hơn nữa là, C: bằng hoặc lớn hơn 0,0015%.

(Si: không nhỏ hơn 0,005% hoặc không lớn hơn 1,0%)

Si là nguyên tố hữu ích để cải thiện độ bền của tấm thép, nhưng khi Si được chứa với lượng lớn, độ bền gia tăng quá nhiều gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công. Hơn nữa, khi quá trình mạ kẽm được thực hiện, kẽm không bám vào tấm thép dễ dàng gây ra nguy cơ suy giảm độ dính bám, và như vậy, giới hạn trên được đặt ở 1,0%. Hơn nữa, tốt hơn là, Si: bằng hoặc nhỏ hơn 0,7%.

Mặt khác, khi hàm lượng của Si bị giảm quá nhiều, gây ra sự gia tăng chi phí ở giai đoạn luyện thép, và hơn nữa độ thấm tôi có khả năng giảm, do vậy giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,005%. Hơn nữa, tốt hơn nữa là, Si: bằng hoặc lớn hơn 0,01%, và vẫn tốt hơn nữa là, Si: bằng hoặc lớn hơn 0,02%.

(Mn: không nhỏ hơn 0,08% và cũng không lớn hơn 1,0%)

Mn là nguyên tố hữu ích để cải thiện độ bền của tấm thép, nhưng khi Mn được chứa với lượng lớn, tương tự với Si, độ bền gia tăng quá nhiều gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công. Hơn nữa, khi quá trình mạ kẽm được thực hiện, kẽm không bám vào tấm thép một cách dễ dàng mà tiếp tục gây ra nguy cơ suy giảm độ dính bám, và như vậy, giới hạn trên được đặt ở 1,0%. Hơn nữa, tốt hơn là, Mn: bằng hoặc nhỏ hơn 0,8%, và tốt hơn nữa là, Mn: bằng hoặc nhỏ hơn 0,7%.

Mặt khác, khi hàm lượng của Mn bị giảm quá nhiều, độ thấm tôi có khả năng giảm, do vậy giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,08%. Hơn nữa, tốt hơn nữa là, Mn: bằng hoặc lớn hơn 0,1%, và vẫn tốt hơn nữa là, Mn: bằng hoặc lớn hơn 0,2%.

(Al: không nhỏ hơn 0,010% và cũng không lớn hơn 0,10%)

Khi hàm lượng của Al được gia tăng quá nhiều, độ bền gia tăng quá nhiều, và khả năng gia công có thể giảm đáng kể. Hơn nữa, điều này trở thành nhược điểm xét về chi phí, do vậy giới hạn trên được đặt ở 0,1%. Hơn nữa, tốt hơn là Al: bằng hoặc nhỏ hơn 0,05%, và tốt hơn nữa là Al: bằng hoặc nhỏ hơn 0,04%.

Hơn nữa, Al có tác dụng ngưng kết dung dịch chất rắn N dưới dạng AlN để kiểm soát tính chất lão hóa tự nhiên của tấm thép và giảm mức tôi cứng sau khi nung, nhưng nếu Al nhỏ hơn 0,01%, tính chất không lão hóa tự nhiên không được

đảm bảo, và hơn nữa, giới hạn chảy sau khi tạo hình và nung có xu hướng giảm. Hơn nữa, tốt hơn là, Al: bằng hoặc lớn hơn 0,02%, và tốt hơn nữa là, Al: bằng hoặc lớn hơn 0,03%.

(Mo: không nhỏ hơn 0,005% và cũng không lớn hơn 0,20%)

Mo là nguyên tố hữu ích để cải thiện tính thấm tôi, và theo sáng chế, là nguyên tố hữu ích để ức chế quá trình tăng trưởng (phát triển) của cacbua và nitrua. Như nêu trên, sau khi nung, ở phần trong đó không có sự lệch mạng, dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N kết tủa dưới dạng các cacbua và nitrua. Các cacbua và nitrua nêu trên là cứng, do vậy độ bền được gia tăng tạm thời, nhưng khi các cacbua và nitrua phát triển và quá trình tăng trưởng tiếp tục, giới hạn chảy giảm gây ra sự suy giảm do lão hóa. Hơn nữa, Mo là nguyên tố rất hữu ích để đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu. Khi hàm lượng của Mo nhỏ hơn 0,005%, không thể đạt được tác dụng ngăn chặn sự suy giảm do lão hóa sau khi nung, và như vậy, giới hạn dưới được đặt ở 0,005%. Hơn nữa, tốt hơn là, Mo: bằng hoặc lớn hơn 0,03%, và tốt hơn nữa là, Mo: bằng hoặc lớn hơn 0,05%.

Mặt khác, khi hàm lượng của Mo quá lớn, độ bền gia tăng quá nhiều gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công. Hơn nữa, tính thấm tôi cũng giảm là lãng phí và bất lợi về mặt kinh tế, và như vậy, giới hạn trên được đặt ở 0,2%.

(N: không nhỏ hơn 0,001% và cũng không lớn hơn 0,005%)

Lý do tại sao hàm lượng của N được đặt ở bằng hoặc nhỏ hơn 0,005% là bởi vì trong trường hợp bổ sung N với lượng lớn hơn 0,005%, trừ khi lượng Ti cần bổ sung được gia tăng, sẽ trở nên khó đảm bảo được tính chất không lão hóa tự nhiên cần cho vật liệu. Hơn nữa, là bởi vì sự giảm giới hạn chảy do sự lão hóa sau khi tạo hình và nung không thể kìm hãm được, và hơn nữa, độ bền gia tăng gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công. Hơn nữa, tốt hơn là, N: bằng hoặc nhỏ hơn 0,004%.

Mặt khác, khi hàm lượng của N giảm, độ thấm tôi có khả năng giảm, và như vậy, giới hạn dưới được đặt ở bằng hoặc lớn hơn 0,001%. Hơn nữa, tốt hơn là

N: bằng hoặc lớn hơn 0,002%.

(Cr: không nhỏ hơn 0,005% và cũng không lớn hơn 0,20%)

Cr ức chế quá trình tăng trưởng các kết tủa trong tấm thép trong suốt quá trình lão hóa và còn có chức năng nâng cao tính chất không lão hóa tự nhiên. Tuy nhiên, Cr có tác dụng giảm mức nung tôi, và khi Cr được bổ sung quá nhiều, độ bền gia tăng tiếp gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công, và như vậy, giới hạn trên được đặt ở 0,2%. Hơn nữa, tốt hơn là Cr: bằng hoặc nhỏ hơn 0,1%, và tốt hơn nữa là Cr: bằng hoặc nhỏ hơn 0,05%.

Khi hàm lượng của Cr quá nhỏ, các tác dụng này là nhỏ, và như vậy, giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,005%. Hơn nữa, tốt hơn nữa là Cr: bằng hoặc lớn hơn 0,01%, và vẫn tốt hơn nữa là Cr: bằng hoặc lớn hơn 0,03%.

(Ti: không nhỏ hơn 0,002% và cũng không lớn hơn 0,10%)

(Nb: không nhỏ hơn 0,002% và cũng không lớn hơn 0,10%)

Cả Ti lẫn Nb đều là nguyên tố cần thiết để thu được thép có khả năng gia công tốt (hoặc khả năng mạ), thép này còn được gọi là thép Nb-Ti-IF. Tuy nhiên, khi Ti và Nb được chứa với lượng lớn, mức BH giảm, và tiếp theo, nhiệt độ tái kết tinh gia tăng gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công, và như vậy, các giới hạn trên của Ti và Nb được đặt ở 0,10%. Hơn nữa, hàm lượng của Ti tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,08%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,01%. Hàm lượng của Nb tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,07%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,05%.

Hơn nữa, lý do tại sao các giới hạn dưới của Ti và Nb được đặt ở 0,002% là bởi vì nếu chúng nhỏ hơn 0,002%, đường kính hạt ferit gia tăng, và sự không đồng đều về mật độ lệch mạng ở tấm thép sau khi cán là cũng gia tăng, như vậy làm cho khó kìm hãm được sự giảm giới hạn chảy sau khi tạo hình và nung. Hơn nữa, là bởi vì nếu chúng nhỏ hơn 0,002%, thì trở nên khó ngưng kết dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N để đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu. Hơn nữa, hàm lượng của Ti tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,003%.

Hàm lượng của Nb tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,003%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,005%.

(P: không nhỏ hơn 0,003% và cũng không lớn hơn 0,10%)

P, tương tự với Si và Mn, là nguyên tố hữu ích để cải thiện độ bền của tấm thép, nhưng nếu P được chứa với lượng lớn, độ bền gia tăng quá nhiều gây ra nguy cơ suy giảm khả năng gia công. Hơn nữa, khi quá trình mạ kẽm được thực hiện, kẽm không bám vào tấm thép một cách dễ dàng nên còn gây ra nguy cơ suy giảm độ dính bám. Hơn nữa, P là nguyên tố cần được tập trung ở các biên hạt để dễ dàng gây ra sự hóa giòn biên hạt, do vậy giới hạn trên được đặt ở 0,10%. Hơn nữa, tốt hơn là P: bằng hoặc nhỏ hơn 0,06%, và tốt hơn nữa là P: bằng hoặc nhỏ hơn 0,04%.

Hơn nữa, khi hàm lượng của P quá nhỏ sẽ gây ra sự gia tăng chi phí ở giai đoạn luyện thép, và theo đó độ thấm tôi có khả năng giảm, do vậy giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,003%. Ngoài ra, tốt hơn nữa là, P: bằng hoặc lớn hơn 0,01%, và vẫn tốt hơn nữa là, P: bằng hoặc lớn hơn 0,02%.

(S: không nhỏ hơn 0,0005% và cũng không lớn hơn 0,020%)

Si là nguyên tố có sẵn trong thép dưới dạng tạp chất, và còn tạo ra TiS để làm giảm Ti hữu hiệu. Hơn nữa, khi S được bổ sung với lượng lớn hơn 0,02%, cái gọi là tính giòn nóng, trong đó ở thời điểm cán nóng, tính giòn đỏ được gây ra để gây ra sự rạn nứt ở bề mặt trước của tấm thép, có khả năng được gây ra, và như vậy S tốt hơn là được giảm càng nhiều càng tốt. Hơn nữa, tốt hơn là, S: bằng hoặc nhỏ hơn 0,01%, và tốt hơn nữa là, S: bằng hoặc nhỏ hơn 0,005%.

Hơn nữa, khi hàm lượng của S quá nhỏ sẽ gây ra sự gia tăng về chi phí ở giai đoạn luyện thép, và hơn nữa độ thấm tôi có khả năng giảm, do vậy giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,0005%. Hơn nữa, tốt hơn nữa là S: bằng hoặc lớn hơn 0,002%.

Lưu ý rằng, S và P là các tạp chất không thể tránh được, và tốt hơn là được giảm càng nhiều càng tốt.

Hơn nữa, theo sáng chế, ngoài các nguyên tố nêu trên, B cũng có thể được bổ sung với lượng ở khoảng bằng hoặc nhỏ hơn 0,005%.

Các tác giả sáng chế nhận thấy rằng tự B không đủ để biểu hiện tác dụng của nó mà B nên được bổ sung kết hợp với Mo nêu trên, bằng cách đó có thể thoả mãn cả tính thấm tôi và tính chất không lão hóa tự nhiên.

Cụ thể, khi C được bổ sung với lượng lớn hơn 0,006%, xảy ra trường hợp là có xu hướng tính chất không lão hóa tự nhiên hơi suy giảm, nhưng khi B được bổ sung ở thời điểm này, tính chất không lão hóa tự nhiên sẽ được nâng cao. Tuy nhiên, dù là B được bổ sung quá nhiều, tác dụng nâng cao tính chất không lão hóa tự nhiên được bảo hoà, như vậy trở nên bất lợi xét về mặt chi phí sản xuất. Hơn nữa, độ giãn dài toàn phần giảm và năng suất của vật liệu thép suy giảm, do vậy giới hạn trên tốt hơn là được đặt ở 0,005%.

Hơn nữa, giới hạn dưới của B được bổ sung không bị giới hạn cụ thể, nhưng để nâng cao tính chất không lão hóa tự nhiên và ngăn chặn sự xuất hiện độ giãn giới hạn chảy, giới hạn dưới tốt hơn là được đặt ở 0,0002%. Hơn nữa, tốt hơn nữa là B: bằng hoặc lớn hơn 0,0004%, và vẫn tốt hơn nữa là B: bằng hoặc lớn hơn 0,0006%.

Hơn nữa, theo sáng chế, ngoài các nguyên tố nêu trên, một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V cũng có thể được bổ sung với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,3%.

Cu, Ni, Sn, W, và V là các nguyên tố gia tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, khi chúng được bổ sung quá nhiều, khả năng gia công có thể suy giảm, và như vậy, giới hạn trên của hàm lượng tổng của một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V tốt hơn là được đặt ở 0,3%. Hơn nữa, hàm lượng tổng của một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 0,15%.

Hơn nữa, giới hạn dưới của hàm lượng tổng của một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V không bị giới hạn cụ thể, nhưng

để thu được tác dụng gia tăng độ bền trong quá trình xử lý nhiệt, giới hạn dưới tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,005%. Hơn nữa, hàm lượng tổng của một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,01%.

Theo sáng chế, ngoài các nguyên tố nêu trên, một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Ca, Mg, và REM cũng có thể được bổ sung với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,02% khối lượng.

Ca, Mg, và REM là các nguyên tố hữu hiệu để kiểm soát các dạng oxit và sulfua, và có tác dụng nâng cao khả năng tạo hình. Giới hạn dưới của hàm lượng của các nguyên tố này không được xác định cụ thể, nhưng để kiểm soát các dạng này một cách hữu hiệu, hàm lượng Ca, hàm lượng Mg, và hàm lượng REM tốt hơn là với tổng lượng bằng hoặc lớn hơn 0,0005%. Mặt khác, khi các nguyên tố này được bổ sung quá nhiều, hàm lượng của oxit và sulfua trở nên quá lớn làm giảm khả năng tạo hình, và như vậy, hàm lượng Ca, hàm lượng Mg, và hàm lượng REM tốt hơn là với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,02%. Lưu ý rằng, REM theo sáng chế là các nguyên tố La và chuỗi lanthanoid.

Hơn nữa, ở tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế, thành phần ferit tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 98%. Lượng còn lại không kể ferit bao gồm một loại hoặc hai loại peclit và bainit. Khi thành phần ferit nhỏ hơn 98% và peclit hoặc bainit gia tăng, khả năng gia công giảm, và như vậy thành phần ferit, tốt hơn là, được đặt ở mức bằng hoặc lớn hơn 98%.

Hơn nữa, trong tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế, đường kính hạt trung bình của ferit tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 30 μ m. Như nêu trên, đường kính hạt ferit trong tấm thép được phân bố kỹ lưỡng và đồng đều, và nhờ đó đạt được tác dụng phân tán đồng đều hơn đối với sự lệch mạng được nêu dưới đây.

Tuy nhiên, khi đường kính hạt trung bình của ferit nhỏ hơn 5 μ m, giới hạn chảy của vật liệu gia tăng, và nhờ đó sự nhão còn được gọi là sự biến dạng bề mặt xảy ra sau quá trình ép tạo hình và tiếp đến, tính chống lão hóa sau khi tạo hình và

nung giảm. Mặt khác, đường kính hạt trung bình của ferit lớn hơn $30\mu\text{m}$, mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng $1/2$ độ dày tấm không được đảm bảo đầy đủ, và hơn nữa sự không đồng đều của mật độ lệch mạng ở tấm thép gia tăng và tính chống lão hóa sau khi tạo hình và nung giảm. Vì lý do này, khoảng đường kính hạt trung bình của ferit tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến $30\mu\text{m}$.

Hơn nữa, các kết quả quan sát hiển vi điện tử cho thấy rõ ràng rằng tính chất lão hóa tự nhiên, tính thấm tôi, và còn tính chống lão hóa sau khi nung thay đổi lớn theo mức phân bố độ lệch mạng.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành quan sát hiển vi điện tử các mẫu có tính chất lão hóa tự nhiên tốt, tính thấm tôi, và tính chống lão hóa sau khi nung tốt. Kết quả là, đã nhận thấy rằng trong trường hợp khi trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng $1/2$ độ dày tấm và trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần lớp bề mặt bằng hoặc lớn hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$ và tiếp đó, mật độ lệch mạng trung bình nằm trong khoảng từ 5×10^{12} đến $1 \times 10^{15}/\text{m}^2$, sự giảm theo thời gian của đặc tính lõm hoặc giảm giới hạn chảy sau khi tạo hình và nung, mà là vấn đề đã biết, được hạn chế. Hơn nữa, ngoài ra trong trường hợp có mật độ lệch mạng nằm trong khoảng nêu trên, đạt được khả năng ép tạo hình là tuyệt vời và đạt được mức nung tôi nhất định.

Sau đây, các lý do để giới hạn trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng nêu trên và mật độ lệch mạng trung bình sẽ được giải thích.

Khi mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng $1/2$ độ dày tấm và phần lớp bề mặt quá nhỏ, tác dụng kim hãm sự kết lắng cacbua sau khi nung không thể đạt được một cách đầy đủ gây ra nguy cơ làm giảm giới hạn chảy do sự thay đổi theo thời gian, cụ thể là, xảy ra sự suy giảm đặc tính lõm, và như vậy, trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng $1/2$ độ dày tấm và trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần lớp bề mặt tốt hơn là được đặt ở bằng hoặc lớn hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$.

Hơn nữa, khi mật độ lệch mạng trung bình nhỏ hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$, không chỉ làm giảm giới hạn chảy do sự thay đổi theo thời gian sau khi nung, cụ thể là xảy ra

sự suy giảm đặc tính lõm, mà còn có xu hướng làm giảm tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu. Nguyên nhân của sự giảm tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu là chưa rõ ràng, nhưng có thể cho rằng bởi vì mật độ lệch mạng là nhỏ so với dung dịch chất rắn C và như vậy, sự lệch mạng động mà lưu động tương đối dễ dàng trong tấm thép được cố định nhanh chóng do sự lão hóa tự nhiên.

Hơn nữa, rõ ràng là khi mật độ lệch mạng trung bình lớn hơn $1 \times 10^{15}/\text{m}^2$, không chỉ độ giãn dài của tấm thép giảm và xuất hiện sự rạn nứt ở thời điểm ép tạo hình, mà còn làm giảm tính thấm tôi. Nguyên nhân của thực tế trên là chưa được biết, nhưng có thể suy đoán là bởi vì mật độ lệch mạng ban đầu trước khi xử lý nung là cao, vì vậy làm cho không thể cố định mức lệch mạng động trong suốt quá trình xử lý nung.

Hơn nữa, mật độ lệch mạng ρ được đo theo cách mà các mẫu màng mỏng cho kính hiển vi điện tử truyền dẫn (TEM) được tạo ra bằng cách cắt ra từ vùng nằm trong 500 μm từ lớp bề mặt của tấm thép và phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm thép, và sau đó quan sát hình ảnh bằng kính hiển vi điện tử truyền dẫn để tính mật độ lệch mạng bằng cách áp dụng $\rho = 2N/(Lt)$. Ở đây, L để chỉ tổng độ dài dòng của các dòng song song 5, 5 được vẽ trên ảnh TEM và giao nhau ở các góc phải như được thể hiện trên Fig.3, N để chỉ số lượng các dòng 5 này giao với các dòng biến vị, và t để chỉ độ dày của mẫu màng mỏng. Giá trị t có thể thu được một cách chính xác, nhưng nói chung, trị số 0,1 μm cũng có thể được sử dụng một cách dễ dàng. Hơn nữa, ba mẫu màng mỏng từ vùng nằm trong 500 μm từ lớp bề mặt của tấm thép và ba mẫu màng mỏng từ phần có 1/2 độ dày của tấm thép được đem đi quan sát hình ảnh, và phần có mật độ lệch mạng thấp nhất ở các vùng quan sát được của ba mẫu này và mật độ lệch mạng trung bình của ba mẫu được đo.

Hơn nữa, trong tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế, tốt hơn đối với giới hạn chảy hậu lão hóa σ_f sau khi nung không bị giảm khoảng bằng hoặc lớn hơn 20MPa so với giới hạn chảy σ_s ngay sau khi nung. Tức là, tốt hơn là $\sigma_f > \sigma_s - 20 \text{ MPa}$. Ở đây, giới hạn chảy sau khi lão hóa σ_f sau quá trình nung và giới hạn chảy σ_s ngay sau khi nung sẽ được giải thích dựa vào Fig.2A và

Fig.2B.

Fig.2A và Fig.2B là các biểu đồ thể hiện sự thay đổi theo thời gian của giới hạn chảy sau quá trình xử lý nung tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.2A, giới hạn chảy ngay sau quá trình xử lý nung được đặt ở σ_s , và giới hạn chảy sau khi lão hóa sau thử nghiệm lão hóa tăng tốc (quá trình xử lý nhiệt lão hóa tăng tốc) $150^\circ\text{C} \times 150$ giờ được đặt ở σ_f . Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã làm rõ rằng khi giới hạn chảy sau khi lão hóa σ_f nằm dưới giới hạn chảy $\sigma_s - 20$ MPa (xem đường cong (2) trên Fig.2A), đặc tính lõm giảm nhiều. Vì lý do này, theo phương án này, giới hạn chảy sau khi lão hóa σ_f nêu trên tốt hơn là lớn hơn giới hạn chảy $\sigma_s - 20$ MPa (xem đường cong (1) trên Fig.2A).

Ở đây, điều kiện của thử nghiệm lão hóa tăng tốc được đặt để tương thích với môi trường sử dụng thực của sản phẩm có tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế được sử dụng trong đó. Theo phương án này, quá trình xử lý nhiệt $150^\circ\text{C} \times 150$ giờ thoả mãn điều kiện được đặt cho thử nghiệm lão hóa tăng tốc.

Hơn nữa, theo phương án này, như được thể hiện bởi đường cong (1) và đường cong (2) trên Fig.2B, xảy ra trường hợp là giới hạn chảy gia tăng tạm thời sau quá trình xử lý nung. Điều này có thể xảy ra tùy thuộc vào hàm lượng cacbon của tấm thép. Tuy nhiên, thậm chí trong trường hợp như vậy, giới hạn chảy sau khi lão hóa σ_f chỉ cần lớn hơn giới hạn chảy $\sigma_s - 20$ MPa. Không có vấn đề gì ngay cả khi giới hạn chảy gia tăng tạm thời sau quá trình xử lý nung bởi vì đạt được hiệu quả của sáng chế.

Tuy nhiên, ngay cả khi giới hạn chảy gia tăng tạm thời như trên, như được thể hiện bởi đường cong (3) trên Fig.2B, nếu giới hạn chảy sau khi lão hóa σ_f nằm dưới giới hạn chảy $\sigma_s - 20$ MPa, không thể nói rằng tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất thoả mãn phương án này.

Hơn nữa, tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế có thể có được hiệu quả của sáng chế trong bất kỳ tấm thép cán nguội, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng hợp kim, tấm thép mạ điện, và các tấm thép được xử lý bề mặt khác nhau. Về lớp mạ, bất kỳ sự mạ kẽm, mạ nhôm, mạ thiếc, mạ đồng, mạ niken, mạ crom, và mạ hợp kim trên cơ sở các nguyên tố này có thể được áp dụng, và nguyên tố khác với các nguyên tố nêu trên cũng có thể được bao gồm. Hơn nữa, khi lớp chứa kẽm được bố trí trên ít nhất một bề mặt của các tấm thép này, sự oxy hóa và sự tách cacbon trong khi tạo hình nóng (ví dụ, quá trình ép tạo hình nóng) được ngăn chặn để làm cho tấm thép có thể có được hiệu quả của sáng chế một cách hữu hiệu hơn.

Ngoài ra, lớp chứa kẽm trên ít nhất một bề mặt trước cũng có thể được tạo ra bằng phương pháp bất kỳ như phương pháp mạ điện, phương pháp nhúng nóng, phương pháp phủ, hoặc phương pháp kết tủa từ hơi, và phương pháp này không bị giới hạn. Hơn nữa, cũng chấp nhận rằng nguyên tố khác với kẽm được chứa trong lớp chứa kẽm.

Hơn nữa, tốt hơn nữa là, tấm thép theo sáng chế nên là tấm thép cán nguội cho phép đường kính hạt tinh thể nhỏ như nêu trên thu được một cách tương đối dễ dàng.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo sáng chế sẽ được giải thích. Lưu ý rằng, tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế không bị giới hạn ở tấm thép được sản xuất bằng phương pháp sản xuất dưới đây.

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, trước khi cán là là giai đoạn sau cùng của quy trình sản xuất tấm thép, quá trình tôi được thực hiện ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700 đến 850°C, và tiếp đến, làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình từ 700 đến 500°C là bằng hoặc lớn hơn 2°C/giây được thực hiện. Sau đó, quá trình cán là được thực hiện dưới điều kiện khi tải trọng dòng bởi trục ép trong quá trình cán là được đặt ở A (N/m) và ứng suất được áp lên tấm thép ở thời điểm cán là được đặt ở B (N/m²), tải trọng dòng A thỏa mãn điều kiện nằm trong

khoảng từ 1×10^6 đến 2×10^7 N/m, ứng suất B thoả mãn điều kiện nằm trong khoảng từ 1×10^7 đến 2×10^8 N/m², và ứng suất B/tải trọng dòng A thoả mãn điều kiện nằm trong khoảng từ 2 đến 120, và hệ số giảm tiết diện cán nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2,0%.

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

Trước tiên, thép nóng chảy có các thành phần nêu trên được tạo thành tấm đúc hoặc tấm thép bằng phương pháp đúc liên tục, hoặc tấm thép được tạo ra bằng phương pháp tạo thổi đúc, và tấm đúc hoặc tấm thép được đem đi cán nóng ở nhiệt độ cao mà không cần nung nóng, hoặc được đem đi cán nóng sau khi được nung nóng.

Hơn nữa, để có được hiệu quả theo sáng chế một cách hữu hiệu hơn, tốt hơn là tấm thép sau khi được cán nóng nên được đem đi xử lý khử cặn sau khi cán nóng để được cán nguội để bằng cách đó tạo ra tấm thép cán nguội.

Hơn nữa, cũng có thể tiến hành tôi sau đó để bằng cách đó tạo ra tấm thép cán nguội, nhưng tốt hơn nữa là quá trình mạ kẽm nên được thực hiện trên ít nhất một bề mặt trước của tấm thép cán nguội sau khi tôi để bằng cách đó tạo ra lớp chứa kẽm để tạo ra tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng hợp kim, hoặc tấm thép mạ điện.

Ngoài ra, lớp chứa kẽm cũng có thể được tạo ra bằng phương pháp bất kỳ như phương pháp mạ điện, phương pháp nhúng nóng, phương pháp phủ, hoặc phương pháp kết tủa từ hơi, và phương pháp này không bị giới hạn.

Hơn nữa, theo sáng chế, độ dày của tấm thép không bị giới hạn, nhưng tốt nhất là độ dày tấm nằm trong khoảng từ 0,4 đến 6mm.

Hơn nữa, quá trình ủ theo sáng chế tốt hơn là được thực hiện ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700 đến 850°C và ở tốc độ làm nguội trung bình từ 700 đến 500°C là bằng hoặc lớn hơn 2°C/giây. Điều này là bởi vì nếu nhiệt độ ủ nằm ngoài khoảng nêu trên, có nguy cơ là không thể kiểm soát dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N đến lượng thích hợp hoặc khó làm cho Mo có chức năng kim hãm

sự kết tủa cacbua sau quá trình nung có trong các hạt tinh thể. Hơn nữa, nếu nhiệt độ ủ là quá cao, đường kính hạt tinh thể có thể tăng lên, và như vậy, nhiệt độ ủ và tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là nằm trong khoảng nêu trên.

Hơn nữa, để thu được đường kính hạt tinh thể thích hợp theo sáng chế, thời gian duy trì trong khoảng nêu trên của nhiệt độ ủ tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 20 đến 280 giây.

Tiếp theo, tấm thép cán nguội, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, hoặc tấm thép mạ kẽm nhúng nóng hợp kim được tạo ra, và sau đó được đem đi cán là.

Theo sáng chế, điều kiện của quá trình cán là được thiết lập là khi tải trọng dòng ở thời điểm cán là được đặt ở A (N/m) và ứng suất được áp lên tấm thép ở thời điểm cán là được đặt ở B (N/m²), A thoả mãn điều kiện nằm trong khoảng từ 1×10^6 đến 2×10^7 N/m, B thoả mãn điều kiện nằm trong khoảng từ 1×10^7 đến 2×10^8 N/m², và B/A thoả mãn điều kiện nằm trong khoảng từ 2 đến 120, và hệ số giảm tiết diện cán tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2,0%.

Khi tải trọng dòng A nhỏ hơn 1×10^6 N/m, mức độ lệch mạng đưa vào trong tấm thép là nhỏ, làm giảm giới hạn chảy do sự thay đổi theo thời gian, cụ thể là, xảy ra sự suy giảm đặc tính lõm, và tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu có xu hướng giảm.

Hơn nữa, khi tải trọng dòng A vượt quá 2×10^7 N/m, mật độ lệch mạng trung bình gia tăng, và như vậy, không chỉ độ giãn của tấm thép giảm gây ra sự rạn nứt ở thời điểm quá trình ép tạo hình, mà còn độ thấm tôi có khả năng giảm.

Khi ứng suất B nhỏ hơn 1×10^7 N/m², hình dạng của tấm thép là xấu, và khi tấm thép được sử dụng làm tấm ngoài cho xe ô tô, ví dụ, tấm thép đôi khi trở nên không phù hợp.

Hơn nữa, khi ứng suất B vượt quá 2×10^8 N/m², sự gãy nứt tấm có khả năng xảy ra, sự gãy nứt này là không thích hợp một cách có lợi.

Ở đây, B/A là thông số quan trọng nhất theo sáng chế tác động đến sự đồng đều của mật độ lệch mạng trong tấm thép. Khi B/A nhỏ hơn 2, sự lệch mạng không

được đưa vào phần giữa của độ dày tấm, và làm giảm giới hạn chảy do sự thay đổi theo thời gian sau khi tạo hình và nung, cụ thể là, xảy ra sự suy giảm đặc tính lõm. Mặt khác, ngay cả khi B/A lớn hơn 120, đôi khi xảy ra trường hợp là mức độ lệch mạng được đưa vào phần giữa của độ dày tấm là không đủ, và còn có thể đôi khi xảy ra trường hợp là sự không đồng đều mật độ lệch mạng ở bề mặt của tấm thép gia tăng, dẫn đến làm giảm giới hạn chảy do sự thay đổi theo thời gian sau khi tạo hình và nung, cụ thể là, xảy ra sự suy giảm đặc tính lõm.

Hơn nữa, khi hệ số giảm tiết diện cán của quá trình cán là nhỏ hơn 0,2%, mức đưa độ lệch mạng vào tấm thép trở nên không đủ, tính chất không lão hóa tự nhiên của vật liệu giảm, và tính không đồng đều của mật độ lệch mạng sau khi tạo hình gia tăng. Vì lý do này, sự giảm giới hạn chảy do sự thay đổi theo thời gian sau khi nung, cụ thể là, sự suy giảm đặc tính lõm có khả năng xảy ra.

Mặt khác, khi hệ số giảm tiết diện cán của quá trình cán là lớn hơn 2,0%, độ dẻo của tấm thép suy giảm làm giảm khả năng tạo hình, và mức nung tôi có khả năng giảm.

Bằng cách thiết lập quy trình cán là như nêu trên, mức ứng suất đều và đủ có thể được áp lên tấm thép. Do vậy, mật độ lệch mạng cho phép đạt được độ thấm tôi đầy đủ có thể được đảm bảo, và hơn nữa, độ lệch mạng có thể được phân bố một cách đồng đều. Vì lý do này, có thể kìm hãm được sự kết tủa cacbua và nitrua mà sự kết tủa này là nguyên nhân của sự suy giảm do lão hóa sau quá trình nung.

Tiếp theo, sau quá trình cán là, quá trình tạo hình, cụ thể là, quá trình ép tạo hình như ram, ví dụ, được thực hiện. Phương pháp ép tạo hình không được xác định cụ thể, và cũng có thể chấp nhận bổ sung quá trình ram, làm phòng, uốn, dát, dập, và v.v..

Theo tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế, tấm thép này đã được giải thích ở trên, các thành phần và sự tạo hình nêu trên cho phép áp mức ứng suất đầy đủ ở giai đoạn trước khi ép tạo hình. Do vậy, mật độ lệch mạng đầy đủ có thể được đảm bảo, do vậy có thể ngưng kết dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N đến độ lệch mạng ổn định. Điều này cho phép có thể hoàn

toàn đạt được độ thấm tôi.

Hơn nữa, có thể nâng cao mức nung tôi lên 2% ứng suất trước là bằng hoặc lớn hơn 30MPa.

Hơn nữa, ứng suất được áp lên tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế một cách đồng đều bằng quá trình cán là, do vậy có thể nâng cao độ đồng đều của mức phân bố độ lệch mạng. Do vậy, phần trong đó độ lệch mạng được đưa vào có thể bị giảm, và các sự kết tủa cacbua và nitrua, mà là nguyên nhân gây ra suy giảm do lão hóa sau quá trình nung, có thể được kìm hãm. Do vậy, giới hạn chảy sau khi lão hóa sau khi nung có thể được đặt lớn hơn giới hạn chảy ngay sau khi nung - 20MPa. Tức là, mức giảm của giới hạn chảy do sự lão hóa sau khi nung có thể được kìm hãm mạnh, và hơn nữa, sự suy giảm đặc tính lõm có thể được ngăn chặn.

Hơn nữa, theo tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế, có thể thu được tính chất không lão hóa tự nhiên, do vậy khả năng ép tạo hình có thể được nâng cao.

Ngoài ra, theo phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất của sáng chế, quá trình ủ được thực hiện dưới điều kiện ủ như nêu trên, và bằng cách đó có thể làm cho Mo tồn tại trong các hạt tinh thể trong dung dịch. Mo tồn tại trong các hạt có chức năng kìm hãm sự kết tủa cacbua sau khi nung, do vậy tính chống sự suy giảm do lão hóa sau khi nung có thể được nâng cao hơn nữa. Hơn nữa, cũng có thể điều chỉnh dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N trong tấm thép đến các mức thích hợp, dẫn đến độ thấm tôi và tính kháng sự suy giảm do lão hóa có thể được nâng cao.

Hơn nữa, ngay cả khi cacbua và nitrua kết tủa, quá trình tăng trưởng cacbua và nitrua có thể được kìm hãm bởi vì Mo được bổ sung. Điều này cho phép ngăn chặn sự suy giảm giới hạn chảy được gây ra bởi quá trình tăng trưởng cacbua và nitrua và sự suy giảm đặc tính lõm.

Hơn nữa, đường kính hạt ferit trong tấm thép được phân bố một cách kỹ

lượng, nhờ đó cho phép phân bố mức lệch mạng một cách đồng đều hơn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, hiệu quả của sáng chế sẽ được giải thích nhờ vào các ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các điều kiện được sử dụng trong các ví dụ dưới đây.

Trong các ví dụ theo sáng chế, trước tiên, thép có các thành phần được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2 đều được nung chảy để tạo ra tấm bằng cách cán liên tục theo phương pháp thông thường. Tiếp theo, mỗi tấm được nung nóng đến 1200°C trong lò nung, và được đem đi cán nóng ở nhiệt độ gia công 900°C để được quán ở nhiệt độ 700°C, và sau đó được đem đi tẩy gỉ bằng axit để tạo ra tấm thép cán nóng.

Tiếp theo, mỗi tấm thép cán nóng được đem đi cán nguội ở hệ số giảm tiết diện cán 80%, và sau đó được ủ tái kết tinh dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 3 và bảng 4. Hơn nữa, độ dày tấm của các tấm thép thu được ở thời điểm này được thể hiện ở bảng 3 và bảng 4.

Tiếp theo, quá trình mạ được thực hiện trên các bề mặt trước của các tấm thép dưới các điều kiện được thể hiện ở bảng 3 và bảng 4 để tạo ra lớp chứa kẽm trên các lớp bề mặt của tấm thép.

Tiếp theo, mỗi tấm thép có quá trình mạ được tiến hành trên đó được sử dụng để đem đi cán là, và các tấm thép cán nguội có đường kính hạt trung bình của ferit, mật độ lệch mạng tối thiểu, và mật độ lệch mạng trung bình được thể hiện ở bảng 5 và bảng 6 được tạo ra. Hơn nữa, các điều kiện tương ứng của tải trọng dòng A, ứng suất B, và hệ số giảm tiết diện cán được thể hiện ở bảng 3 và bảng 4.

Tiếp theo, thử nghiệm đánh giá tính chất không lão hóa tự nhiên được tiến hành. Cụ thể, về điều kiện lão hóa tăng tốc, quá trình xử lý nhiệt ở 100°C × 60 phút được thực hiện, và sau đó mảnh thử nghiệm JIS 5 được tạo ra từ mỗi tấm thép cán nguội thu được bằng phương pháp sản xuất nêu trên. Với các mảnh thử nghiệm nêu trên, thử nghiệm ứng suất được thực hiện để đo mức độ giãn giới hạn

chảy (YPEL). Các kết quả được thể hiện ở bảng 5 và bảng 6. Ngoài ra, khi mức YPEL vượt quá 0,5%, khiếm khuyết của mẫu còn được gọi là biến dạng do kéo căng xuất hiện trong quá trình ép tạo hình được thực hiện sau quá trình cán là không phù hợp làm panen tấm ngoài, và các tấm thép như vậy có mức YPEL lớn hơn 0,5% được đánh giá là NG (no good - không tốt).

Tiếp theo, mức BH được đo để bằng cách đó tiến hành thử nghiệm đánh giá tính thấm tôi. Trước tiên, mảnh thử nghiệm JIS 5 được tạo ra từ mỗi tấm thép cán nguội thu được bằng phương pháp sản xuất nêu trên để có 2% ứng suất trước kéo căng được áp lên, và sau đó được đem đi xử lý nhiệt tương thích với quá trình nung dưới điều kiện duy trì $170^{\circ}\text{C} \times 20$ phút để đo mức nung tôi (mức BH). Các kết quả nêu trên được thể hiện ở bảng 5 và bảng 6. Ngoài ra, theo đánh giá, các mảnh thử nghiệm có mức nung tôi (mức BH) nhỏ hơn 30MPa được xác định là mức BH cần thiết cho tấm thép kiểu nung tôi theo tiêu chuẩn của Liên đoàn sắt thép Nhật Bản (The Japan Iron và Steel Federation) được đánh giá là NG.

Tiếp theo, thử nghiệm đánh giá tính chống lão hóa được tiến hành. Cụ thể, thử nghiệm đánh giá tính chống lão hóa được tiến hành theo cách đo sự thay đổi theo thời gian của giới hạn chảy liên quan đến đặc tính lõm giữa lúc trước và sau quá trình xử lý nung. Cụ thể, mảnh thử nghiệm thu được sau quá trình xử lý nhiệt nêu trên được đem đi thử nghiệm lão hóa tăng tốc tương thích với môi trường sử dụng thực tế của sản phẩm (ví dụ, xe ô tô, hoặc các phương tiện khác) có tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất theo sáng chế được sử dụng để đo sự biến đổi giới hạn chảy trong quá trình lão hóa.

Trước tiên, về mảnh thử nghiệm, mảnh thử nghiệm JIS 5 được sử dụng để có 2% ứng suất trước kéo căng được áp lên, và sau đó được đem đi xử lý nhiệt tương thích với quá trình nung $170^{\circ}\text{C} \times 20$ phút. Tiếp theo, về thử nghiệm lão hóa tăng tốc, quá trình xử lý nhiệt được tiến hành dưới điều kiện $150^{\circ}\text{C} \times 150$ giờ, và sau đó giới hạn chảy sau khi lão hóa tăng tốc được đo bằng thử nghiệm ứng suất để đo mức giảm giới hạn chảy giữa lúc trước và sau khi thử nghiệm lão hóa tăng tốc. Ngoài ra, trong phương pháp đánh giá tính chống lão hóa, khi mức giảm nêu

trên (giới hạn chảy trước khi lão hóa tăng tốc - giới hạn chảy sau khi lão hóa tăng tốc) lớn hơn 20MPa, đặc tính lõm giảm nhiều, và các mảnh thử nghiệm như vậy có mức giảm lớn hơn 20MPa được đánh giá là NG.

Các kết quả đánh giá nêu trên được thể hiện ở bảng 5 và bảng 6.

Bảng 1

Bảng 1	Thành phần hoá học (% khối lượng)																		Lưu ý
	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	Ti	Nb	N	Cr	Cu	Ni	Sn	W	V	B	Các thành phần khác	
	Ví dụ thử nghiệm 1	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,10	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 2	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 3	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 4	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 5	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 6	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 7	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 8	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 9	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 10	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 11	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 12	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 13	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 14	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 15	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 16	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 17	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 18	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 19	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 20	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 21	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 22	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 23	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 24	0,0012	0,1	0,08	0,02	0,004	0,04	0,12	0,006	0,005	0,002	0,04	—	0,02	—	—	0,0008	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 25	0,0012	0,1	0,08	0,02	0,004	0,04	0,12	0,006	0,005	0,002	0,04	—	0,02	—	—	0,0008	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 26	0,0012	0,1	0,08	0,02	0,004	0,04	0,12	0,006	0,005	0,002	0,04	—	0,02	—	—	0,0008	—	Ví dụ so sánh
	Ví dụ thử nghiệm 27	0,0018	0,02	0,5	0,03	0,003	0,03	0,05	0,005	0,003	0,02	—	—	0,006	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 28	0,0020	0,01	0,6	0,04	0,004	0,03	0,04	0,008	0,005	0,002	0,04	0,02	—	—	—	0,0006	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 29	0,0030	0,02	0,8	0,03	0,005	0,04	0,20	0,009	0,008	0,002	0,04	0,01	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
	Ví dụ thử nghiệm 30	0,0055	0,7	0,5	0,03	0,003	0,04	0,15	0,025	0,007	0,002	0,03	—	—	—	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế

Bảng 2

Thành phần hoá học (% khối lượng)																				Lưu ý
C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	Ti	Nb	N	Cr	Cu	Ni	Sn	W	V	B	Các thành phần khác			
Ví dụ thử nghiệm 31	0,0055	0,7	0,5	0,03	0,003	0,04	0,15	0,025	0,007	0,002	0,03	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 32	0,0082	0,02	0,2	0,06	0,003	0,05	0,18	0,003	0,07	0,003	0,04	—	0,02	—	—	—	0,0004	—		
Ví dụ thử nghiệm 33	0,0082	0,02	0,2	0,06	0,003	0,05	0,18	0,003	0,07	0,003	0,04	—	0,02	—	—	—	0,0004	—		
Ví dụ thử nghiệm 34	0,0084	0,02	0,2	0,06	0,003	0,05	0,18	0,003	0,07	0,003	0,04	—	0,02	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 35	0,0017	0,01	0,6	0,03	0,002	0,03	0,05	0,01	0,007	0,002	0,18	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 36	0,0017	0,01	0,6	0,03	0,002	0,03	0,05	0,01	0,007	0,002	0,18	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 37	0,0017	0,01	0,6	0,03	0,002	0,03	0,05	0,01	0,007	0,002	0,18	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 38	0,0017	0,01	0,6	0,03	0,002	0,03	0,05	0,01	0,007	0,002	0,18	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 39	0,0062	0,1	0,8	0,03	0,003	0,04	0,13	0,08	0,003	0,002	0,03	0,02	0,01	—	—	—	0,002	—		
Ví dụ thử nghiệm 40	0,002	1,5	0,2	0,02	0,003	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 41	0,002	0,02	1,3	0,02	0,003	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 42	0,002	0,02	0,2	0,12	0,003	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 43	0,002	0,02	0,2	0,02	0,025	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 44	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,004	0,1	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 45	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,15	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 46	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 47	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,42	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 48	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,001	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 49	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,15	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 50	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,01	0,001	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 51	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,01	0,15	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 52	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,007	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 53	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,001	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 54	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,3	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 55	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	1	0,8	0,1	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 56	0,002	0,02	0,2	0,02	0,003	0,03	0,002	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	0,007	—		
Ví dụ thử nghiệm 57	0,013	0,02	0,7	0,03	0,002	0,03	0,03	0,006	0,005	0,003	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 58	0,04	0,02	1,9	0,03	0,002	0,04	0,03	0,006	0,005	0,003	0,05	—	—	—	—	—	—	—		
Ví dụ thử nghiệm 59	0,0006	0,02	0,5	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	—	—	—		

Ví dụ thử nghiệm 60	0,002	0,003	0,5	0,03	0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 61	0,002	0,02	0,06	0,03	0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,05	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 62	0,002	0,02	0,5	0,03	0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,0007	0,05	—	—	—	—	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 63	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	0,1	0,05	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 64	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 65	0,0015	0,02	0,1	0,01	0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,01	0,005	0,002	0,02	0,01	—	—	—	Ví dụ theo sáng chế

Bảng 3

	Điều kiện ủ			Độ dày tấm (mm)	Điều kiện mạ			Điều kiện cán là			
	Nhiệt độ ủ (°C)	Thời gian duy trì (giờ)	Tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây)		Phương pháp mạ	Nhiệt độ bể mạ kẽm (°C)	Nhiệt độ quá trình xử lý hợp kim (°C)	Tải trọng dòng A (N/m)	Ứng suất B (N/m)	B/A	Hệ số khử (%)
VI dụ thử nghiệm 1	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
VI dụ thử nghiệm 2	870	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
VI dụ thử nghiệm 3	650	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
VI dụ thử nghiệm 4	800	60	1	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
VI dụ thử nghiệm 5	800	60	3	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
VI dụ thử nghiệm 6	800	60	40	0,6	Không	—	—	5×10^5	1×10^7	20	1
VI dụ thử nghiệm 7	800	60	40	0,6	Không	—	—	5×10^7	1×10^7	0,2	1
VI dụ thử nghiệm 8	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	4×10^6	1	1
VI dụ thử nghiệm 9	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	3×10^8	75	1
VI dụ thử nghiệm 10	800	60	40	0,6	Không	—	—	1×10^7	1×10^7	1	1
VI dụ thử nghiệm 11	800	60	40	0,6	Không	—	—	1×10^6	2×10^8	200	1
VI dụ thử nghiệm 12	800	60	40	0,6	Không	—	—	8×10^5	1×10^8	125	1
VI dụ thử nghiệm 13	800	60	40	0,6	Không	—	—	3×10^7	1×10^8	3,3	1
VI dụ thử nghiệm 14	800	60	40	0,6	Không	—	—	2×10^6	$1,5 \times 10^7$	7,5	1
VI dụ thử nghiệm 15	800	60	40	0,6	Không	—	—	1×10^6	2×10^7	20	1

Ví dụ thử nghiệm 16	800	60	40	0,6	Không	—	—	5×10^7	$1,5 \times 10^8$	3	1
Ví dụ thử nghiệm 17	800	60	40	0,6	Không	—	—	$1,5 \times 10^7$	3×10^7	2	1
Ví dụ thử nghiệm 18	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	0,1
Ví dụ thử nghiệm 19	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	0,4
Ví dụ thử nghiệm 20	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1,7
Ví dụ thử nghiệm 21	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	2,4
Ví dụ thử nghiệm 22	800	60	10	0,6	Mạ kẽm nhúng nóng	450	—	6×10^6	8×10^7	13,3	1
Ví dụ thử nghiệm 23	800	60	10	0,6	Mạ kẽm nhúng nóng	450	500	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 24	820	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 25	820	300	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 26	640	15	40	0,7	Không	—	—	6×10^6	8×10^7	13,3	1
Ví dụ thử nghiệm 27	820	60	50	0,7	Không	—	—	2×10^6	$1,5 \times 10^7$	7,5	1
Ví dụ thử nghiệm 28	820	60	50	0,8	Không	—	—	1×10^6	2×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 29	820	60	50	0,8	Không	—	—	2×10^7	$1,5 \times 10^8$	7,5	1
Ví dụ thử nghiệm 30	820	60	50	0,8	Không	—	—	$1,5 \times 10^7$	3×10^7	2	1

Bảng 4

	Điều kiện ủ			Độ dày tấm (mm)	Điều kiện mạ			Điều kiện cán là			
	Nhiệt độ ủ (°C)	Thời gian đủ trị (giờ)	Tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây)		Phương pháp mạ	Nhiệt độ bể mạ kẽm (°C)	Nhiệt độ quá trình xử lý hợp kim (°C)	Tải trọng dòng A (N/m)	Ứng suất B (N/m)	A/B	Hệ số khử (%)
Ví dụ thử nghiệm 31	820	60	10	0,8	Mạ kẽm nhúng nóng hợp kim	450	500	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 32	780	60	60	0,8	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 33	780	60	60	0,8	Mạ kẽm nhúng nóng hợp kim	450	530	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 34	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 35	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 36	800	60	40	0,7	Mạ kẽm nhúng nóng	450	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 37	800	60	40	0,7	Không	—	—	5×10^5	1×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 38	800	60	40	0,7	Không	—	—	5×10^7	1×10^7	0,2	1
Ví dụ thử nghiệm 39	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1,4
Ví dụ thử nghiệm 40	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 41	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 42	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 43	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 44	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 45	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1

Ví dụ thử nghiệm 46	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 47	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 48	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 49	800	60	40	0,7	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 50	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 51	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 52	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 53	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 54	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 55	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 56	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 57	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 58	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 59	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 60	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 61	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 62	800	60	40	0,7	Không	—	—	8×10^6	8×10^7	10	1
Ví dụ thử nghiệm 63	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 64	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1
Ví dụ thử nghiệm 65	800	60	40	0,6	Không	—	—	4×10^6	8×10^7	20	1

Bảng 5

	Đường kính hạt ferit trung bình (μm)	Mật độ lệch mạng tối thiểu (m^{-2})		YPEL (%)	Mức BH (MPa)	Mức giảm sau khi BH (MPa)	Lưu ý
		Phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm	Phần lớp bề mặt				
VI dụ thử nghiệm 1	20	3×10^{13}	6×10^{13}	0	35	10	VI dụ theo sáng chế
VI dụ thử nghiệm 2	35	4×10^{12}	5×10^{13}	0,8	35	30	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 3	10	3×10^{13}	7×10^{13}	0	15	25	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 4	20	2×10^{13}	6×10^{13}	0	10	30	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 5	18	2×10^{13}	6×10^{13}	0	30	20	VI dụ theo sáng chế
VI dụ thử nghiệm 6	20	3×10^{12}	8×10^{12}	1,8	20	25	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 7	19	6×10^{14}	2×10^{15}	0	25	10	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 8	20	3×10^{12}	2×10^{13}	0,7	30	30	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 9	21	2×10^{13}	3×10^{13}	0	31	13	VI dụ theo sáng chế
VI dụ thử nghiệm 10	20	4×10^{12}	3×10^{13}	0	30	30	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 11	22	3×10^{12}	4×10^{13}	0,6	32	30	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 12	19	1×10^{12}	8×10^{12}	0,9	31	30	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 13	20	2×10^{12}	5×10^{13}	0	22	18	VI dụ so sánh
VI dụ thử nghiệm 14	20	1×10^{13}	4×10^{13}	0	32	12	VI dụ theo sáng chế
VI dụ thử nghiệm 15	21	7×10^{12}	4×10^{13}	0	31	12	VI dụ theo sáng chế
VI dụ thử nghiệm 16	21	1×10^{13}	8×10^{13}	0	32	11	VI dụ theo sáng chế

Ví dụ thử nghiệm 17	19	6×10^{12}	5×10^{13}	7×10^{13}	0	33	8	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 18	20	1×10^{12}	4×10^{12}	4×10^{12}	2,1	34	32	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 19	19	6×10^{12}	7×10^{12}	1×10^{13}	0,3	32	17	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 20	20	8×10^{13}	5×10^{14}	7×10^{14}	0	31	11	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 21	20	4×10^{14}	2×10^{15}	5×10^{15}	0	19	19	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 22	18	3×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0	33	9	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 23	18	5×10^{13}	8×10^{13}	1×10^{14}	0	32	10	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 24	23	3×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0	33	12	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 25	33	4×10^{12}	6×10^{13}	7×10^{13}	0,3	30	31	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 26	4	3×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0,7	32	27	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 27	18	1×10^{13}	4×10^{13}	6×10^{13}	0	32	8	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 28	21	7×10^{12}	4×10^{13}	8×10^{13}	0	31	9	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 29	19	1×10^{13}	8×10^{13}	1×10^{14}	0	32	10	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 30	20	6×10^{12}	5×10^{13}	7×10^{13}	0	33	12	Ví dụ theo sáng chế

Bảng 6

	Đường kính hạt ferit trung bình (μm)	Mật độ lệch mạng tối thiểu ($/\text{m}^2$)		Mật độ lệch mạng trung bình ($/\text{m}^2$)	YPEL (%)	Mức BH (MPa)	Mức giảm sau khí BH (MPa)	Lưu ý
		Phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm	Phần lớp bề mặt					
Ví dụ thử nghiệm 31	20	3×10^{13}	6×10^{13}	8×10^{13}	0	35	10	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 32	11	3×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0	35	11	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 33	12	4×10^{13}	7×10^{13}	1×10^{14}	0	30	15	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 34	21	1×10^{13}	5×10^{13}	7×10^{13}	0,4	37	18	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 35	21	1×10^{13}	5×10^{13}	7×10^{13}	0	31	14	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 36	19	2×10^{13}	5×10^{13}	8×10^{13}	0	30	13	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 37	19	4×10^{12}	4×10^{13}	6×10^{13}	0,4	22	27	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 38	20	6×10^{14}	2×10^{15}	4×10^{15}	0	27	19	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 39	20	4×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0	30	8	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 40	20	4×10^{12}	7×10^{13}	8×10^{13}	0,8	30	30	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 41	16	3×10^{13}	6×10^{13}	8×10^{13}	1,2	32	24	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 42	21	2×10^{13}	5×10^{13}	7×10^{13}	0,9	31	24	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 43	17	2×10^{13}	5×10^{13}	7×10^{13}	1,1	29	21	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 44	24	6×10^{13}	7×10^{13}	7×10^{13}	0,8	30	21	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 45	23	1×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0,8	32	29	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 46	22	8×10^{12}	3×10^{13}	7×10^{13}	1,4	30	24	Ví dụ so sánh

Ví dụ thử nghiệm 47	16	4×10^{13}	8×10^{13}	1×10^{14}	0	25	8	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 48	32	2×10^{12}	2×10^{13}	5×10^{13}	0,6	30	24	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 49	12	4×10^{13}	8×10^{13}	1×10^{14}	0	9	8	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 50	32	2×10^{12}	1×10^{13}	4×10^{13}	0,6	32	24	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 51	10	4×10^{13}	7×10^{13}	1×10^{14}	0	8	9	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 52	20	4×10^{12}	2×10^{13}	7×10^{13}	1,5	32	23	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 53	20	2×10^{13}	7×10^{13}	8×10^{13}	0,6	31	12	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 54	20	3×10^{13}	6×10^{13}	1×10^{14}	0	26	13	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 55	22	9×10^{13}	7×10^{13}	1×10^{14}	0,6	33	25	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 56	18	6×10^{13}	7×10^{13}	1×10^{14}	0,8	30	24	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 57	17	3×10^{13}	7×10^{13}	1×10^{14}	1,4	43	26	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 58	11	4×10^{13}	7×10^{13}	1×10^{14}	0,9	46	38	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 59	20	3×10^{13}	8×10^{13}	9×10^{13}	0	27	6	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 60	20	2×10^{13}	5×10^{13}	7×10^{13}	0	26	13	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 61	20	4×10^{13}	5×10^{13}	7×10^{13}	0	28	12	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 62	20	2×10^{13}	6×10^{13}	8×10^{13}	0	27	9	Ví dụ so sánh
Ví dụ thử nghiệm 63	18	5×10^{13}	6×10^{13}	9×10^{13}	0	36	10	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 64	20	3×10^{13}	6×10^{13}	8×10^{13}	0	35	10	Ví dụ theo sáng chế
Ví dụ thử nghiệm 65	20	3×10^{13}	6×10^{13}	8×10^{13}	0	35	10	Ví dụ theo sáng chế

Như được thể hiện ở bảng 5 và bảng 6, có thể thu được kết quả tốt xét về từng tính chất trong số tính chất không lão hóa tự nhiên, tính thấm tôi, và tính chống lão hóa trong tất cả các ví dụ của sáng chế đều nằm trong phạm vi của sáng chế.

Mặt khác, trong ví dụ thử nghiệm 2, nhiệt độ ủ lớn hơn khoảng giá trị của sáng chế, và như vậy, đường kính hạt tinh thể trở nên lớn, dẫn đến không thể đạt được mật độ lệch mạng đầy đủ ở phần có độ dày bằng $1/2$ độ dày tấm. Hơn nữa, trong ví dụ thử nghiệm 3, không thể đạt được tính thấm tôi và tính chống lão hóa đầy đủ. Điều này được cho là bởi vì nhiệt độ ủ thấp hơn khoảng nhiệt độ theo sáng chế, do đó không thể đảm bảo đầy đủ dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N, và cũng làm cho Mo không thể tồn tại trong các hạt tinh thể một cách đầy đủ.

Trong ví dụ thử nghiệm 4, tốc độ làm nguội trung bình là quá chậm, do vậy, tương tự với ví dụ thử nghiệm 3, không thể đạt được tính thấm tôi và tính chống lão hóa đầy đủ.

Trong các ví dụ thử nghiệm 6, 12, và 37, tải trọng dòng A là quá nhỏ, bởi vậy không thể đạt được mật độ lệch mạng đầy đủ, và do vậy, các ví dụ thử nghiệm 6, 12, và 37 không thoả mãn tính chống lão hóa. Hơn nữa, trong các ví dụ thử nghiệm 7 và 38, tải trọng dòng A là quá lớn, do vậy mật độ lệch mạng trung bình gia tăng nhiều làm cho không thể đạt được tính thấm tôi đầy đủ.

Ngoài ra, trong ví dụ thử nghiệm 8, ứng suất B là quá nhỏ, do vậy giá trị B/A do vậy bị giảm và mức lệch mạng không được đưa vào phần giữa của tấm thép, bởi vậy không thể đạt được tính chống lão hóa đầy đủ.

Hơn nữa, trong ví dụ thử nghiệm 9, đạt được các kết quả thoả mãn khi xét đến tất cả các tính chất không lão hóa tự nhiên, tính thấm tôi, và tính chống lão hóa, nhưng giá trị ứng suất B là quá lớn, và như vậy, tấm thép bị nứt ở thời điểm cắt ren.

Trong các ví dụ thử nghiệm 10 và 11, tải trọng dòng A và ứng suất B nằm trong khoảng giá trị theo sáng chế, nhưng giá trị B/A nằm ngoài khoảng giá trị này

của sáng chế. Do vậy, trong cả ví dụ thử nghiệm 10 lẫn ví dụ thử nghiệm 11, sự lệch mạng không được đưa vào phần giữa của tấm thép, bởi vậy không thể đạt được tính chống lão hóa đầy đủ.

Trong ví dụ thử nghiệm 13, giá trị B/A nằm trong khoảng nêu trên, nhưng tải trọng dòng A là quá lớn, và như vậy không thể đạt được tính thấm tòi đầy đủ.

Trong ví dụ thử nghiệm 18, hệ số giảm tiết diện cán là quá thấp, do vậy không đưa được sự lệch mạng đầy đủ vào tấm thép và hơn nữa còn làm gia tăng độ không đồng đều của mức phân bố sự lệch mạng. Do vậy, YPEL gia tăng nhiều, và hơn nữa không thể đạt được tính chống lão hóa đầy đủ.

Hơn nữa, trong ví dụ thử nghiệm 21, hệ số giảm tiết diện cán là quá cao, do vậy mật độ lệch mạng trung bình gia tăng đáng kể làm cho không thể đạt được tính thấm tòi đầy đủ.

Trong ví dụ thử nghiệm 25, thời gian duy trì trong quá trình ủ là quá dài, do vậy đường kính hạt tinh thể trở nên lớn, như vậy không thể đạt được mật độ lệch mạng đầy đủ ở phần có độ dày bằng $1/2$ độ dày tấm. Hơn nữa, trong ví dụ thử nghiệm 26, nhiệt độ ủ là thấp và thời gian duy trì cũng ngắn, và như vậy đường kính hạt tinh thể không thể tăng trưởng đến mức nằm trong khoảng giá trị của sáng chế, và do vậy không thể đạt được tính chất không lão hóa tự nhiên và tính chống lão hóa đầy đủ.

Trong các ví dụ thử nghiệm 40 đến 43, 45, và 46, hàm lượng của Mo nhỏ hơn khoảng giá trị của sáng chế, và như vậy, YPEL gia tăng nhiều và mức giảm giới hạn chảy sau quá trình xử lý nung cũng gia tăng. Điều này có thể được cho là lượng Mo hữu hiệu trong việc kìm hãm sự tăng trưởng cacbua và nitrua là nhỏ, và như vậy, cacbua và nitrua đã tăng trưởng sau quá trình nung gây ra sự suy giảm do lão hóa. Hơn nữa, có thể cho rằng Mo là nguyên tố hữu hiệu để đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên, nhưng hàm lượng của Mo là không đủ và như vậy, YPEL gia tăng đáng kể.

Ngoài ra, có thể cho rằng sự gia tăng YPEL trong các ví dụ thử nghiệm 40

đến 42, và 45 gây ra cũng từ thực tế là hàm lượng của Si, Mn, P, và Al là các nguyên tố hữu ích để nâng cao độ bền của tấm thép lớn hơn khoảng hàm lượng theo sáng chế.

Hơn nữa, sự gia tăng YPEL trong ví dụ thử nghiệm 43 được cho là được gây ra bởi vì hàm lượng của S là lớn, và như vậy, dung dịch chất rắn C và dung dịch chất rắn N được ngưng kết và Ti hữu hiệu cho việc đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên bị giảm.

Trong ví dụ thử nghiệm 44, có thể thấy rằng hàm lượng của Al có tác dụng ngưng kết dung dịch chất rắn N dưới dạng AlN và ức chế tính chất lão hóa tự nhiên là quá nhỏ, và do vậy, YPEL gia tăng.

Trong ví dụ thử nghiệm 47, có thể thấy rằng hàm lượng của Mo tăng lên quá nhiều, và như vậy, độ bền trở nên quá cao và do vậy, tính thấm tôi giảm.

Hàm lượng của Ti là quá nhỏ trong ví dụ thử nghiệm 48, và hàm lượng của Nb là quá nhỏ trong ví dụ thử nghiệm 50, và như vậy, trong các ví dụ thử nghiệm 48 và 50, đường kính hạt tinh thể trở nên lớn làm cho không thể đảm bảo được mật độ lệch mạng đầy đủ. Do vậy, có thể thấy rằng không thể đảm bảo được tính chống lão hóa sau khi nung. Hơn nữa, sự gia tăng YPEL được cho là được gây ra bởi vì hàm lượng của Ti và Nb mà là các nguyên tố hữu ích đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên là quá nhỏ.

Ngoài ra, có thể thấy rằng hàm lượng của Ti là quá lớn trong ví dụ thử nghiệm 49 và hàm lượng của Nb là quá lớn trong ví dụ thử nghiệm 51, và như vậy, trong các ví dụ thử nghiệm 49 và 51, tính thấm tôi giảm.

Trong ví dụ thử nghiệm 52, có thể thấy rằng hàm lượng N là quá lớn so với hàm lượng Ti, và như vậy, YPEL gia tăng.

Trong ví dụ thử nghiệm 53, YPEL đã gia tăng. Điều này cho thấy là bởi vì hàm lượng Cr là nguyên tố hữu hiệu để đảm bảo tính chất không lão hóa tự nhiên là không đủ.

Mặt khác, trong ví dụ thử nghiệm 54, tính thấm tôi giảm, và điều này cho

thấy là bởi vì hàm lượng của Cr là quá lớn.

Trong ví dụ thử nghiệm 55, YPEL gia tăng và mức giảm giới hạn chảy sau khi xử lý nung cũng gia tăng. Điều này cho thấy là bởi vì hàm lượng Mo là quá nhỏ. Hơn nữa, trong ví dụ thử nghiệm 55, có thể thấy rằng hàm lượng tổng của Cu, Ni và Sn cũng lớn hơn nhiều so với khoảng hàm lượng theo sáng chế, và như vậy, độ bền được gia tăng, và điều này cũng đã gây ra sự gia tăng YPEL.

Trong ví dụ thử nghiệm 56, YPEL gia tăng và mức giảm giới hạn chảy sau khi xử lý nung cũng gia tăng. Sự giảm giới hạn chảy được cho là được gây ra bởi vì hàm lượng Mo là quá nhỏ, và sự gia tăng YPEL được cho là được gây ra bởi vì hàm lượng B là quá lớn.

Trong ví dụ thử nghiệm 57, có thể thấy rằng hàm lượng của C là quá lớn, và như vậy YPEL gia tăng nhiều và tính chất không lão hóa tự nhiên giảm. Hơn nữa, lý do tại sao mức giảm giới hạn chảy sau khi xử lý nung gia tăng được cho là bởi vì hàm lượng C là quá lớn, và như vậy, sau khi nung, cacbua kết tủa gia tăng và cacbua tiếp tục tăng trưởng.

Hơn nữa, trong ví dụ thử nghiệm 58, YPEL gia tăng và sự giảm giới hạn chảy sau khi xử lý nung được gia tăng đáng kể. Điều này được cho là bởi vì tương tự với ví dụ thử nghiệm 57, hàm lượng C được gia tăng đáng kể. Hơn nữa, có thể thấy rằng điều này xảy ra do thực tế là hàm lượng Mn là nguyên tố hữu ích để cải thiện độ bền được gia tăng quá nhiều.

Trong ví dụ thử nghiệm 59 đến ví dụ thử nghiệm 62, tính thấm tôi giảm trong tất cả các trường hợp. Điều này được cho là bởi vì hàm lượng của C, Si, Mn, và N hữu hiệu cho việc đảm bảo tính thấm tôi là quá nhỏ.

Từ các kết quả này có thể xác nhận kiến thức nêu trên, và còn chứng minh cho các lý do giới hạn các thành phần thép tương ứng nêu trên.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế là hữu ích cho tấm thép dùng để chế tạo tấm ngoài được sử dụng trong tấm bên, mui xe, hoặc các bộ phận khác của xe ô tô.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung chứa, tính theo % khối lượng:

C: 0,0010 đến 0,010%;

Si: 0,005 đến 1,0%;

Mn: 0,08 đến 1,0%;

P: 0,003 đến 0,10%;

S: 0,0005 đến 0,020%;

Al: 0,010 đến 0,10%;

Cr: 0,005 đến 0,20%;

Mo: 0,005 đến 0,20%;

Ti: 0,002 đến 0,10%;

Nb: 0,002 đến 0,10%;

N: 0,001 đến 0,005%; và

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

thành phần ferit là bằng hoặc lớn hơn 98%,

đường kính hạt trung bình của ferit nằm trong khoảng từ 5 đến 30 μ m,

trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần có độ dày bằng 1/2 độ dày tấm và trị số tối thiểu của mật độ lệch mạng ở phần lớp bề mặt là bằng hoặc lớn hơn $5 \times 10^{12}/\text{m}^2$, và

mật độ lệch mạng trung bình nằm trong khoảng từ 5×10^{12} đến $1 \times 10^{15}/\text{m}^2$.

2. Tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn chứa:

B: bằng hoặc nhỏ hơn 0,005% tính theo % khối lượng.

3. Tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi

nung theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn chứa:

một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,3% khối lượng.

4. Tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn chứa:

một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Ca, Mg, và REM với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,02% khối lượng.

5. Tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

lớp mạ được bố trí trên ít nhất một bề mặt trước.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung bao gồm các bước:

cán nóng tấm thép chứa, tính theo % khối lượng:

C: 0,0010 đến 0,010%;

Si: 0,005 đến 1,0%;

Mn: 0,08 đến 1,0%;

P: 0,003 đến 0,10%;

S: 0,0005 đến 0,020%;

Al: 0,010 đến 0,10%;

Cr: 0,005 đến 0,20%;

Mo: 0,005 đến 0,20%;

Ti: 0,002 đến 0,10%;

Nb: 0,002 đến 0,10%;

N: 0,001 đến 0,005%; và

lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh được;

tiếp theo, tiến hành quá trình cán nguội;

sau đó, tiến hành quá trình ủ ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700 đến 850°C;

tiến hành làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình từ 700 đến 500°C là bằng hoặc lớn hơn 2°C/giây; và

tiến hành cán là dưới điều kiện tải trọng dòng A được đặt nằm trong khoảng từ 1×10^6 đến 2×10^7 N/m, ứng suất B được đặt nằm trong khoảng từ 1×10^7 to 2×10^8 N/m², và ứng suất B/tải trọng dòng A được đặt nằm trong khoảng từ 2 đến 120, và còn hệ số giảm tiết diện cán được đặt nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2,0%.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm 6, trong đó:

tấm thép này còn chứa B: bằng hoặc nhỏ hơn 0,005 tính theo % khối lượng.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm 6, trong đó:

tấm thép này còn chứa một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Cu, Ni, Sn, W, và V với tổng lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,3% khối lượng.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm 6, trong đó:

tấm thép này còn chứa một loại hoặc hai loại hoặc nhiều loại được chọn từ Ca, Mg, và REM với lượng bằng hoặc nhỏ hơn 0,02% khối lượng tính theo tổng khối lượng của các loại này.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép kiểu hóa cứng lão hóa do ứng suất có tính chống lão hóa tốt sau khi nung theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 9, phương pháp này còn bao gồm bước:

trước khi cán là, tạo ra lớp mạ trên ít nhất một bề mặt trước.

FIG.1A

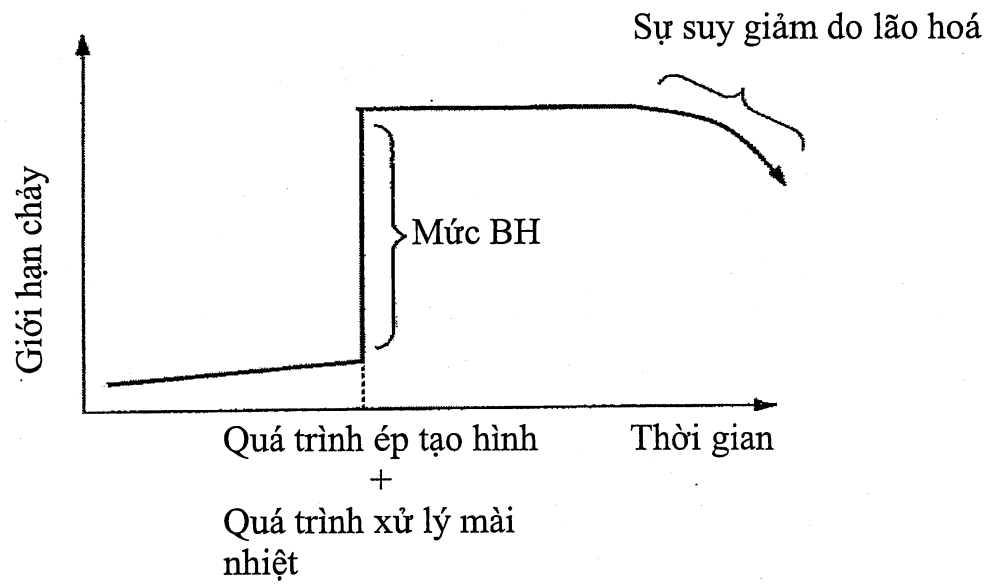


FIG.1B

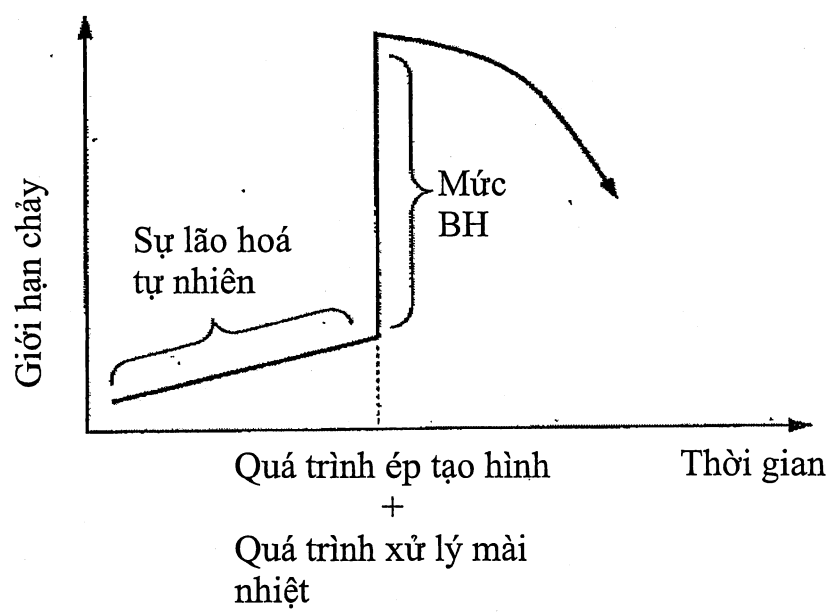


FIG.2A

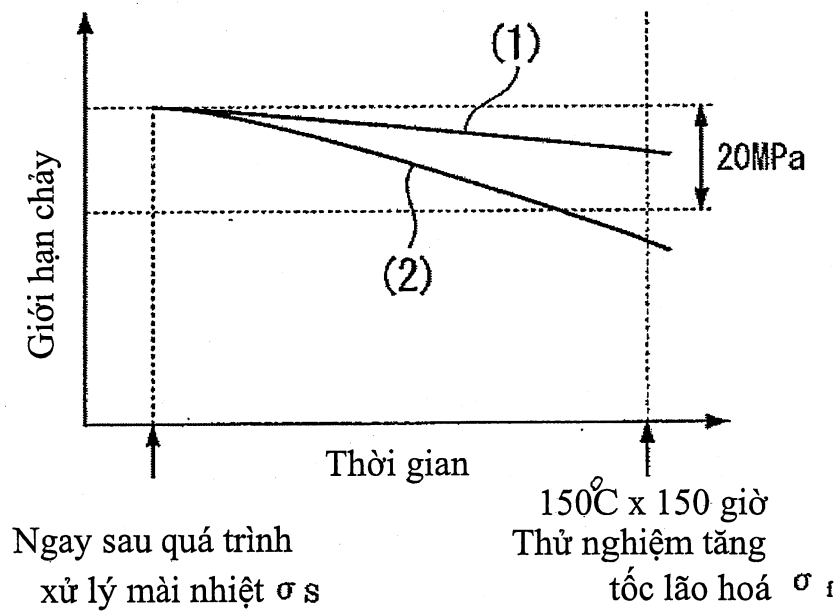


FIG.2B

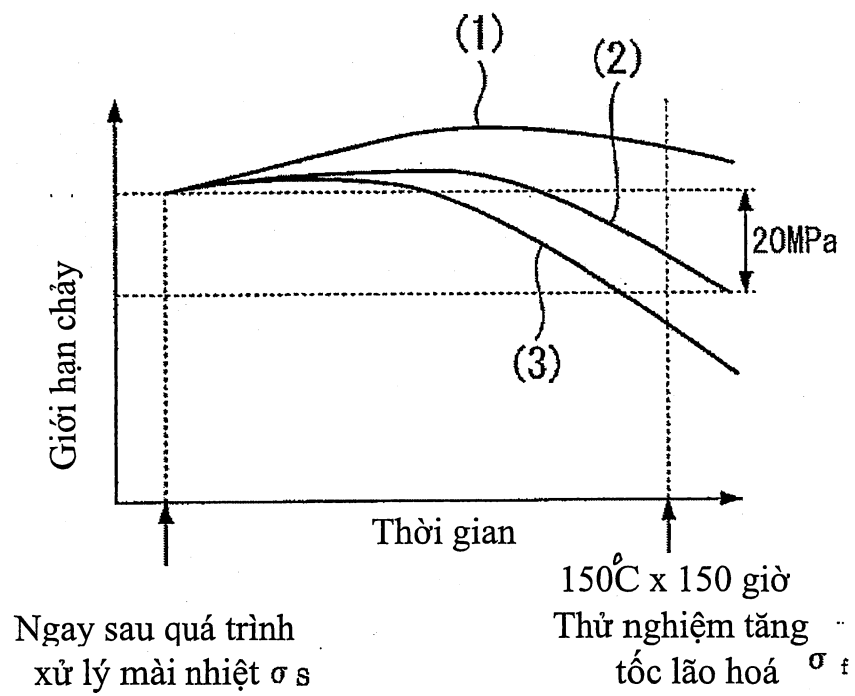


FIG.3