



(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)



1-0034046

(51)⁸ C22C 38/00; C21C 7/00; C21C 7/04; (13) B
C21C 7/068; C21C 7/076; C21D 9/46;
B21B 3/02; C22C 38/02; C22C 38/04;
C22C 38/40; C22C 38/42; C22C 38/44;
C22C 38/58

(21) 1-2018-01828

(22) 05/07/2016

(86) PCT/JP2016/069952 05/07/2016

(87) WO 2017/056618 06/04/2017

(30) 2015-191221 29/09/2015 JP

(45) 25/11/2022 416

(43) 25/07/2018 364A

(73) Nippon Steel Stainless Steel Corporation (JP)

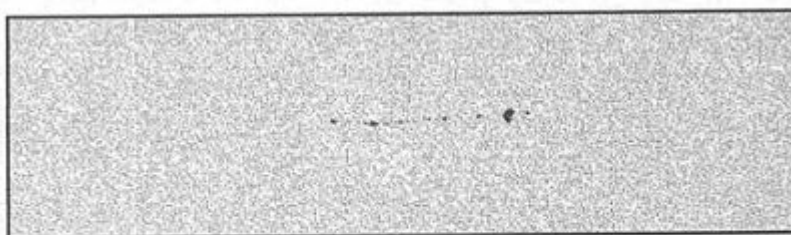
8-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005, Japan

(72) EHARA Yasuhiro (JP); SAITO Shun (JP); MATSUBAYASHI Hiroyasu (JP).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) TẤM THÉP KHÔNG GỈ VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP KHÔNG GỈ NÀY

(57) Sáng chế nhằm tìm ra vật liệu dạng tấm mỏng có sự phân bố tạp chất phi kim loại hữu hiệu để cải thiện đặc tính chịu mỏi trong thép không gỉ thuộc loại tạo pha mactensit gây biến dạng có hàm lượng Si cao. Theo đó, sáng chế đề cập đến tấm thép không gỉ mỏng chứa các thành phần tính theo tỷ lệ % khối lượng bao gồm: C với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Si với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 2,00% đến 4,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 3,00% đến nhỏ hơn 10,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,00% đến 20,00%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Mo với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 3,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,00%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,008%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,008%, P với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,040%, S với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,002%, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,002%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được; và có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm , và mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 40 μm , là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 tạp chất/ mm^2 trên mặt cắt ngang L. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ.



50 μm

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến loại thép không gỉ có khả năng tạo ra độ bền rất cao bằng cách sử dụng sự tạo thành pha mactensit gây biến dạng, tăng cường dung dịch rắn bằng cách tăng hàm lượng Si, và tăng cứng theo thời gian, tấm thép được ức chế đáng kể về sự tạo ra tạp chất phi kim loại dạng thô cứng. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do thép không gỉ có độ bền cao, thép không gỉ austenit chưa ổn định được ký hiệu bằng SUS301 đã được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, để tạo ra độ bền cao cho SUS301, tỷ lệ cán nguội cần được tăng lên, và theo đó độ cứng liên quan đến tỷ lệ cán nguội bị giảm đi. Để khắc phục vấn đề nêu trên trong khi vẫn đạt được cả độ bền và độ cứng cao đồng thời, phương pháp để đạt được độ bền cao bằng cách sử dụng sự tạo pha mactensit gây biến dạng, tăng cường dung dịch rắn bằng cách tăng hàm lượng Si, và sự tăng cứng theo thời gian là đã biết, và đã được sử dụng trong các mục đích này làm nền của lưới cửa ID và sản phẩm tương tự (tài liệu sáng chế 1).

Thép không gỉ thuộc loại được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 có độ bền và độ cứng cao nhờ sự tạo thành pha cấu trúc kép gồm pha mactensit gây biến dạng và austenit bằng cách cán nguội, và có đặc tính chịu mài mòn tốt làm chi tiết quay có độ dày tấm lớn hơn hoặc bằng 0,1mm, như lưới cửa ID. Tuy nhiên, cần làm tăng thêm nữa đặc tính chịu mài mòn trong trường hợp thép không gỉ được gia công thành vật liệu dạng tấm mỏng có độ dày nhỏ hơn 0,1mm, cụ thể là nằm trong khoảng từ 20 đến 70 μ m, và được sử dụng cho mục đích làm vật liệu đàn hồi, vật liệu này chịu tác dụng nhiều lần của sự biến dạng đàn hồi. Ví dụ về các yếu tố làm giảm đặc tính chịu mài mòn của vật liệu thép bao gồm sự có mặt của tạp chất phi kim loại. Ngay cả khi giả thiết rằng các tạp

chất có cùng kích thước, khi độ dày tấm giảm đi, tỷ lệ chiều dài theo hướng độ dày của tấm mà tạp chất có mặt trong độ dày tấm được tăng lên, và ứng suất được tập trung vào chu vi của các hạt tạp chất, yếu tố này có tác dụng như điểm bắt đầu hoặc đường phát triển vết nứt. Cần khó tránh được sự giảm đặc tính chịu mỏi của vật liệu dạng tấm mỏng do tạp chất phi kim loại gây ra.

Để làm giảm lượng tạp chất phi kim loại trong vật liệu thép (tức là làm tăng mức độ sạch của nó), phương pháp tối ưu hóa thành phần tạo xỉ khi tinh luyện đã được đánh giá theo nhiều cách khác nhau. Tuy nhiên, theo quan điểm ngăn ngừa sự xuất hiện vết nứt khi gia công và sự đứt gãy do mỏi, chỉ làm tăng mức độ sạch là không đủ, và việc kiểm soát thành phần của tạp chất phi kim loại được cho là cách hữu hiệu. Ví dụ, tài liệu sáng chế 2 mô tả phương pháp, trong đó khi sản xuất các loại thép austenit dùng cho mục đích thông thường, như SUS304, thành phần của tạp chất phi kim loại được kiểm soát bằng cách điều chỉnh độ bazơ của xỉ nằm trong khoảng từ 1,4 đến 2,4 bằng lò tinh luyện có lớp lót lò bằng vật liệu chịu lửa dolomit, và nhờ đó tạo ra thép không gỉ austenit không có vết nứt khi gia công. Tuy nhiên, theo các nghiên cứu của các tác giả sáng chế, đã phát hiện được rằng ngay cả khi phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 được sử dụng cho loại thép có hàm lượng Si cao, vẫn khó cải thiện đáng kể đặc tính chịu mỏi của vật liệu dạng tấm mỏng.

Tài liệu sáng chế 3 mô tả kỹ thuật trong đó thép không gỉ austenit có hàm lượng Si cao, tổng lượng tạp chất loại B₁ có điểm nóng chảy cao chủ yếu được tạo ra từ nhôm oxit được giảm đi, và nhờ đó tính chống ăn mòn ở nhiệt độ cao và axit nitric ở nồng độ cao được cải thiện. Tài liệu này mô tả phương pháp ngăn ngừa sự tạo ra tạp chất loại B₁, việc thu hồi Cr bằng cách khử bằng Al không được thực hiện, và hợp kim Fe-Si có hàm lượng Al thấp khoảng 0,1% được thêm vào (các đoạn 0052 và 0053). Tuy nhiên, thép đích trong tài liệu sáng chế 3 là thép austenit một pha có hàm lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 10% (đoạn 0033), không phải là loại thép có khả năng làm tăng độ bền bằng cách tạo thành pha mactensit gây biến dạng. Tài liệu này không bộc lộ

phương pháp cải thiện đặc tính chịu mài mòn trong vật liệu dạng tấm mỏng dùng cho mục đích đàn hồi. Như được mô tả sau đây, điều quan trọng là sự tạo ra tạp chất trên cơ sở TiN được ngăn chặn để cải thiện đặc tính chịu mài mòn của các loại thép đích theo sáng chế, nhưng phương pháp sản xuất được mô tả trong tài liệu này không thể làm giảm ổn định lượng tạp chất trên cơ sở TiN.

Trong số các tạp chất phi kim loại có mặt trong thép, tạp chất thuộc loại có điểm nóng chảy cao và độ cứng cao vẫn ở dạng hạt sau khi cán nóng, và sau khi cán nguội, các hạt cứng được nghiền đến mức độ nhất định và thẳng hàng theo hướng cán. Do đó, đặc tính chịu mài mòn của vật liệu dạng tấm mỏng được cho là có thể được tăng lên bằng cách ngăn ngừa đáng kể sự tạo ra tạp chất phi kim loại dạng cứng thuộc loại này. Tuy nhiên, để tạo ra độ bền cao đáng kể cho các loại thép thuộc loại tạo thành pha mactensit gây biến dạng, thép này cần chứa Si với lượng lớn hơn 2% khối lượng. Khi hàm lượng Si trong thép được tăng lên theo cách này, rất khó ngăn chặn sự tạo ra tạp chất phi kim loại dạng cứng. Như được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, ngay cả khi phương pháp trong tài liệu này được sử dụng, nếu Al không được thêm vào mà hợp kim Fe-Si có hàm lượng Al thấp được thêm vào, đặc tính chịu mài mòn của vật liệu dạng tấm mỏng không thể được cải thiện ổn định.

Tài liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 3219117

Tài liệu sáng chế 2: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 3865853

Tài liệu sáng chế 3: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5212581

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là tìm ra vật liệu dạng tấm mỏng được sản xuất hàng loạt, có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến 500 μ m và có sự phân bố của tạp chất phi kim loại hữu hiệu để cải thiện đặc tính chịu mài mòn, trong thép không gỉ thuộc loại tạo pha mactensit gây biến dạng có hàm lượng Si cao.

Nhờ sự đánh giá chi tiết của các tác giả sáng chế, đã phát hiện được rằng trong các loại thép không gỉ có hàm lượng Si cao thuộc loại tạo pha mactensit gây biến dạng,

để cải thiện đặc tính chịu mài mòn khi sử dụng làm vật liệu đàn hồi dạng tấm mỏng, cách hữu hiệu đáng kể là giảm lượng tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0\mu\text{m}$ có mặt trong tấm thép được cán nóng. Cũng đã phát hiện được rằng sự giảm lượng tạp chất thô có thể đạt được khi tiến hành sản xuất hàng loạt bằng cách kiểm soát chặt chẽ lượng Ti và Al được đưa vào từ lớp bám dính ở đồ chứa dùng để đùn thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ, và việc kiểm soát độ bazơ của xỉ cuối được tạo ra sau khi cho thêm Si với lượng nhỏ hơn khoảng thông thường. Khi tấm thép đã cán nóng được tạo hình thành tấm mỏng bằng quy trình cán nguội, các tạp chất trong tấm mỏng này vẫn tồn tại trong đó có lợi đáng kể cho việc cải thiện đặc tính chịu mài mòn. Sáng chế đã được hoàn thành dựa trên sự phát hiện này.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất tấm thép không gỉ có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến $500\mu\text{m}$ và có thành phần hóa học tính theo tỷ lệ % khối lượng bao gồm: C với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Si với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 2,00% đến 4,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 3,00% đến nhỏ hơn 10,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,00 đến 20,00%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Mo với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 3,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 1,00%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,008%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,008%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được; và với giả thiết rằng theo mặt cắt ngang (mặt cắt ngang L) song song với hướng cán và hướng độ dày của tấm, nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ (tức là nằm trong khoảng từ 0 đến $20\mu\text{m}$) và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$ (tức là nằm trong khoảng từ 0 đến $10\mu\text{m}$) là một tạp chất phi kim loại, mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán

lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$, là nhỏ hơn hoặc bằng $3,0$ tạp chất/ mm^2 trên mặt cắt ngang L.

Ở đây, khoảng cách giữa các hạt (μm) theo hướng cán của hai hạt xuất hiện trên mặt cắt ngang L là khoảng cách (μm) theo hướng cán giữa các vùng theo hướng cán trong đó các hạt tương ứng có mặt trong trường hợp các vùng theo hướng cán không trùng nhau, hoặc bằng $0\mu\text{m}$ trong trường hợp các vùng này trùng nhau. Tương tự, khoảng cách giữa các hạt (μm) theo hướng độ dày của tấm của hai hạt xuất hiện trên mặt cắt ngang L là khoảng cách (μm) theo hướng độ dày của tấm giữa các vùng theo hướng độ dày của tấm mà các hạt tương ứng có mặt trong trường hợp các vùng theo hướng độ dày của tấm không trùng nhau, hoặc bằng $0\mu\text{m}$ trong trường hợp các vùng này trùng nhau. Hai hạt này có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$ thuộc về cùng "nhóm".

Trong tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$, các ví dụ của nó có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến đặc tính chịu mỏi bao gồm vật liệu chứa một hoặc hai thành phần trong số (i) và (ii): (i) hạt tạp chất trên cơ sở TiN và (ii) hạt tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg.

Hàm lượng Ti là tổng hàm lượng Ti trong thép bao gồm cả lượng Ti có mặt dưới dạng tạp chất. Tương tự, hàm lượng Al là tổng hàm lượng Al trong thép bao gồm cả lượng Al có mặt dưới dạng tạp chất.

Mật độ số lượng hạt tạp chất có thể được xác định bằng cách quan sát mặt phẳng thu được bằng cách chụp ảnh mặt cắt ngang L bằng kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope: SEM). Việc phân biệt loại tạp chất trong số tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg có thể được thực hiện, ví dụ, bằng cách phân tích nguyên tố bằng phổ tán sắc năng lượng tia X (energy dispersive X-ray spectrometry: EDX) được gắn với kính SEM.

Fig.1 thể hiện ví dụ về ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng SEM của tạp chất xuất hiện

trên mặt cắt ngang L của tấm thép được cán nguội thông thường có độ dày tấm bằng 120 μm (ví dụ so sánh số 1 được mô tả sau đây). Hướng nằm ngang trên hình vẽ tương ứng với hướng cán, và hướng thẳng đứng trên hình vẽ tương ứng với hướng độ dày của tấm. Các nhóm hạt tạp chất phi kim loại gần như thẳng hàng dọc theo hướng cán xuất hiện ở hai vị trí (A) và (B). Khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm giữa các hạt gần nhất của các nhóm (A) và (B) được thể hiện bằng ký hiệu S trên Fig.1. Khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm S lớn hơn 10 μm , và do đó sử dụng toàn bộ các hạt của nhóm (A) và (B) làm đích, các hạt này không tương ứng với "nhóm hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm ". Chỉ sử dụng các hạt của nhóm (A) làm đích, toàn bộ các hạt thành phần, mỗi hạt có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm so với ít nhất một trong số các hạt khác, và do đó các hạt tạo thành nhóm (A) tương ứng với "nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm ". Do đó, các hạt tạo thành nhóm (A) được cho là một tạp chất phi kim loại. Tương tự, các hạt tạo thành nhóm (B) cũng được cho là một tạp chất phi kim loại. Do đó, hai tạp chất phi kim loại này được thể hiện trên Fig.1, và chiều dài theo hướng cán của chúng được thể hiện tương ứng là L_A và L_B trên Fig.1. Trong đó, L_A lớn hơn hoặc bằng 40 μm , và do đó trong hai tạp chất phi kim loại, tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán L_A tương ứng với "tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 40 μm ".

Theo kết quả phân tích EDX thu được, mỗi tạp chất phi kim loại này là tạp chất trên cơ sở TiN.

Fig.2 thể hiện ví dụ về ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng SEM của tạp chất xuất hiện trên mặt cắt ngang L của tấm thép được cán nguội có độ dày bằng 120 μm theo sáng

chế (ví dụ theo sáng chế số 5 được mô tả sau đây) với trường quan sát khác với trường quan sát trên Fig.1. Hướng nằm ngang trên hình vẽ này tương ứng với hướng cán, và hướng thẳng đứng trên hình vẽ tương ứng với hướng độ dày của tấm. Các hạt tạp chất phi kim loại có mặt dưới dạng đường thẳng trên Fig.2 tương ứng với "nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$ ", và do đó các hạt tạp chất phi kim loại này được cho là một tạp chất phi kim loại. Tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn $40\mu\text{m}$ một chút, và do đó tương ứng với "tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ ".

Theo kết quả phân tích EDX thu được, mỗi tạp chất phi kim loại là tạp chất trên cơ sở TiN.

Có thể thu được mật độ số lượng tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ trên mặt cắt ngang L của tấm thép theo cách sau.

Phương pháp xác định mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$

Mặt phẳng quan sát thu được bằng cách chụp mặt cắt ngang (mặt cắt ngang L) song song với hướng cán và hướng độ dày của tấm thép được quan sát bằng kính SEM. Trường đo có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $100\mu\text{m}$ và chiều dài theo hướng độ dày của tấm của toàn bộ chiều dài theo hướng độ dày của tấm được xác định tùy ý, và trong toàn bộ "tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ " có mặt hoàn toàn hoặc một phần trong trường đo, số lượng tạp chất có mặt hoàn toàn trong trường đo và tạp chất nhô một phần ra phía ngoài trường đo nhưng một nửa hoặc hơn một nửa của nó có mặt trong trường đo có mặt trong trường đo theo hướng cán được đếm. Công đoạn này được thực hiện đối với một trường đo hoặc hai trường đo hoặc nhiều hơn mà chúng không trùng nhau cho đến khi tổng diện tích của các trường đo đạt mức lớn hơn hoặc bằng 10 mm^2 , và giá trị thu

được bằng cách chia tổng số lượng đếm được trong trường đo cho tổng diện tích của trường đo được chọn làm "mật độ số lượng (tính theo 1 mm^2) của tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40 \mu\text{m}$ ".

Trong giai đoạn tấm thép được cán nóng, tốt hơn nếu tổng mật độ số lượng của tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0 \mu\text{m}$ trên mặt cắt ngang L, là nhỏ hơn hoặc bằng $0,05$ tạp chất/ mm^2 .

Đường kính tương đương của hình tròn là đường kính hạt được chuyển đổi thành đường kính của hình tròn có cùng diện tích như diện tích nhô ra của hạt tạp chất xuất hiện trên bề mặt quan sát. Đường kính tương đương của hình tròn của mỗi hạt trong số các hạt tạp chất có thể được tính, ví dụ, bằng cách xử lý hình ảnh bằng máy tính đối với ảnh chụp cấu trúc tế vi của tạp chất bằng SEM. Có thể thu được mật độ số lượng của tạp chất trong tấm thép được cán nóng theo cách sau.

Phương pháp xác định mật độ số lượng của tạp chất trong tấm thép được cán nóng

Quan sát mặt phẳng thu được bằng cách chụp ảnh mặt cắt ngang (mặt cắt ngang L) song song với hướng cán và hướng độ dày của tấm của tấm thép bằng kính SEM. Trường đo hình chữ nhật được xác định trong trường quan sát được chọn một cách ngẫu nhiên, và toàn bộ các hạt tạp chất được quan sát trong trường quan sát này là tạp chất trên cơ sở TiN hoặc tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg và có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0 \mu\text{m}$, số lượng hạt có mặt hoàn toàn trong trường đo và hạt nhô một phần ra ngoài trường đo nhưng một nửa hoặc hơn một nửa diện tích của hạt này vẫn có mặt trong trường đo được đếm. Công đoạn này được thực hiện đối với nhiều trường quan sát không trùng nhau cho đến khi tổng diện tích của các trường đo đạt mức lớn hơn hoặc bằng 200 mm^2 , và giá trị thu được bằng cách chia tổng số lượng đếm được trường quan sát cho tổng diện tích của các trường đo được chọn làm "tổng mật độ số lượng (trong 1 mm^2) của tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên

tổ Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0\mu\text{m}$ ".

Đối với tấm thép được cán nóng có sự phân bố tạp chất nêu trên, vật liệu dạng tấm mỏng thu được từ tấm thép này bằng cách cán nguội sau đó tạo ra sự phân bố tạp chất cần thiết nêu trên, có tác dụng cải thiện đáng kể đặc tính chịu mỏi. Đối với vật liệu dạng tấm mỏng, các ví dụ của nó được ưu tiên đặc biệt bao gồm vật liệu dạng tấm mỏng có độ bền kéo theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 2000 N/mm^2 . Tấm thép thu được bằng cách cán nguội tấm thép đã cán nóng có thành phần nêu trên có cấu trúc hỗn hợp gồm pha mactensit gây biến dạng và pha austenit của thành phần nền (vật liệu trên cơ sở kim loại).

Để làm phương pháp sản xuất tấm thép nêu trên, phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ được đề xuất bao gồm các bước:

tạo ra thép nóng chảy có thành phần hóa học nêu trên, theo cách sao cho kiểm soát thành phần bằng cách bổ sung nguyên liệu phụ trợ và chất trợ dung tạo xỉ vào thép nóng chảy có hàm lượng C nhỏ hơn hoặc bằng 0,20% và có xỉ chứa Cr oxit trên bề mặt thép nóng chảy sau khi được khử cacbon bằng cách thổi oxy vào sắt nóng chảy chứa Cr, đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ được sử dụng được chọn sao cho thu được hàm lượng Ti trong thép nóng chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng và hàm lượng Al trong đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng, ít nhất là hợp kim Fe-Si làm nguyên liệu phụ trợ được hoà tan trong thép nóng chảy để tiến hành khử oxy, khử và thu hồi Cr trong xỉ để đưa vào thép nóng chảy, và kiểm soát hàm lượng Si trong thép này, và chất trợ dung tạo xỉ chứa Ca được bổ sung vào để kiểm soát độ bazơ của xỉ (tức là tỷ lệ khối lượng CaO/SiO_2) nằm trong khoảng từ 1,3 đến 1,5;

tạo ra chi tiết đúc bằng cách đúc thép nóng chảy thu được trong bước nêu trên;

tạo ra tấm thép được cán nóng bằng cách gia công nóng chi tiết đúc bao gồm ít nhất một công đoạn cán nóng; và

tạo ra tấm thép được cán nguội có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến 500 μ m bằng cách tôi và cán nguội tấm thép được cán nóng một hoặc nhiều lần.

Ở đây, thuật ngữ "chọn đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ được sử dụng để làm cho hàm lượng Ti trong thép nóng chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng và hàm lượng Al trong đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng" có nghĩa là đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy có lượng nhỏ lớp bám dính hoặc không có lớp bám dính được sử dụng, và nguyên liệu phụ trợ và chất trợ dung tạo xỉ có hàm lượng tạp chất được kiểm soát đến mức thấp được sử dụng để ngăn ngừa hiện tượng hàm lượng Ti trong thép nóng chảy lớn hơn 0,008% khối lượng và để ngăn ngừa hàm lượng Al trong đó lớn hơn 0,008% khối lượng, do Ti và Al được đưa vào từ lớp bám dính ở đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ vào thép nóng chảy. Thép nóng chảy trong giai đoạn sau khi kết thúc bước khử cacbon bằng cách thổi oxy vào sắt nóng chảy chứa Cr có thể được cho là có hàm lượng Ti và Al gần như bằng 0. Do đó, có thể thu được thép có hàm lượng Ti nằm trong khoảng từ 0 đến 0,008% và hàm lượng Al nằm trong khoảng từ 0 đến 0,008% bằng cách ngăn ngừa hoặc làm giảm mức độ đưa vào của chúng từ bên ngoài càng nhiều càng tốt.

Tốt hơn, nữa nếu đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ được sử dụng được chọn để thu được hàm lượng Ti trong thép nóng chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,006% khối lượng và hàm lượng Al trong đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,006% khối lượng.

Ví dụ cụ thể về đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy bao gồm thùng tinh luyện và gàu rót được phủ vật liệu chịu lửa. Gàu rót này có thể được sử dụng trực tiếp làm thùng tinh luyện. Tốt hơn, nếu đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy được sử dụng là đồ chứa có lớp vật liệu chịu lửa phủ được phủ lên bề mặt bên trong của đồ chứa không được dùng để đựng thép nóng chảy (tức là gàu rót mới).

Tốt hơn, nếu hợp kim Fe-Si được sử dụng có hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng

0,05% khối lượng, và hàm lượng Ti nhỏ hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng.

Trong khi hàm lượng Mg, là nguyên tố tạo thành tạp chất trên cơ sở spinel, trong thép không được xác định cụ thể, đã khẳng định rằng hàm lượng Mg có thể được giảm đến mức sao cho không gây ra các vấn đề gặp phải trong lĩnh vực này bằng cách lựa chọn đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ hữu hiệu để làm giảm hàm lượng Ti và Al. Trong trường hợp này, tổng hàm lượng Mg trong thép có thể nhỏ hơn hoặc bằng 0,002% khối lượng.

Tấm thép đã cán nguội có thể được xử lý xử lý hóa già, và nhờ đó tạo ra tấm thép có cấu trúc hỗn hợp gồm pha mactensit gây biến dạng và pha austenit dùng làm thành phần nền (vật liệu trên cơ sở kim loại) và độ bền kéo theo hướng cán, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 2000 N/mm².

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được vật liệu dạng tấm mỏng có số lượng tạp chất phi kim loại cứng được giảm đáng kể và có chiều dài theo hướng cán lớn trong các loại thép không gỉ có hàm lượng Si cao thuộc loại tạo ra pha mactensit gây biến dạng khi tiến hành sản xuất hàng loạt. Loại thép không gỉ có hàm lượng Si cao thuộc loại này có thể có độ bền cao nhất trong số các loại thép không gỉ, và được sử dụng chủ yếu cho các mục đích như lưỡi cưa ID. Vật liệu dạng tấm mỏng này có thể được cải thiện về đặc tính chịu mỏi bằng cách kiểm soát hàm lượng tạp chất theo sáng chế, và do đó, vật liệu dạng tấm mỏng có thể được sử dụng cho mục đích làm vật liệu đàn hồi dạng tấm mỏng. Do đó, sáng chế có thể góp phần làm giảm thêm kích thước của chi tiết đàn hồi dạng tấm mỏng được sử dụng trong thiết bị điện tử và thiết bị tương tự bằng cách sử dụng đặc tính độ bền cao vốn có của các loại thép.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng kính SEM của tạp chất phi kim loại xuất hiện trên mặt cắt ngang L của tấm thép cán nguội thông thường thu được từ ví dụ so sánh 1.

Fig.2 là ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng kính SEM của tạp chất phi kim loại xuất hiện trên mặt cắt ngang L của tấm thép cán nguội thu được từ ví dụ 5 theo sáng chế.

Fig.3 là ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng kính SEM của tạp chất trên cơ sở TiN điển hình quan sát được trên mặt cắt ngang L của tấm thép được cán nóng thông thường thu được từ ví dụ so sánh 4.

Fig.4 là ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng kính SEM của tạp chất trên cơ sở TiN thông thường quan sát được trên mặt cắt ngang L của tấm thép được cán nóng thu được từ ví dụ 5 theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thành phần hóa học

Tỷ lệ % của thành phần hóa học là tỷ lệ % theo khối lượng, trừ khi có chỉ dẫn theo cách khác.

Sáng chế đề cập đến thép có thành phần hóa học (A) tính theo tỷ lệ % khối lượng bao gồm:

C với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Si với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 2,00% đến 4,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 3,00% đến nhỏ hơn 10,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,00% đến 20,00%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,200%, Mo với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 3,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 1,00%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,008%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,008%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được.

Các loại thép có thành phần nêu trên tạo thành pha mactensit gây biến dạng và có độ bền tăng lên khi cán nguội. Ngoài ra, trong bước xử lý hóa già sau đó, các nguyên tử chất tan, như C và N, tạo thành môi trường Cottrell chủ yếu trong pha mactensit để cố định sự lệch mạng, điều này có tác dụng làm tăng độ bền (sự hóa già do biến dạng). Hơn nữa, Si có mặt với lượng lớn trong thép tạo ra sự tăng cường dung

dịch răn của pha mactensit và pha austenit còn lại góp phần làm tăng độ bền.

Theo sáng chế, để tạo ra đủ lợi ích về tác dụng làm tăng độ bền của Si nêu trên, thép có hàm lượng Si lớn hơn 2,00% được đề xuất. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Si quá lớn, có thể xuất hiện các vấn đề như vết nứt khi gia công, và hiện tượng tương tự cũng có thể xuất hiện. Ở đây, hàm lượng Si cần được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 4,00%.

C là nguyên tố tạo thành pha austenit và là nguyên tố cần thiết cho việc làm tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, nếu lượng C cao quá mức có thể làm giảm tính chống ăn mòn và độ cứng. Theo sáng chế, thép có hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200% được đề xuất, và cụ thể trong trường hợp cần tạo ra độ bền cao, có lợi nếu hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,050% đến 0,100%.

N là nguyên tố tạo thành pha austenit và là nguyên tố cần thiết để làm tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, lượng N cao quá mức có thể là yếu tố kích thích sự tạo ra tạp chất trên cơ sở TiN. Theo sáng chế, thép có hàm lượng N nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,200% được đề xuất. Với khoảng hàm lượng này, sự phân bố đường kính hạt của tạp chất trên cơ sở TiN có thể được tối ưu hóa đến khoảng đã được xác định theo sáng chế bằng phương pháp sản xuất để ngăn ngừa sự kết hợp với Ti được mô tả sau đây. Khoảng được ưu tiên của hàm lượng N nằm trong khoảng từ 0,050% đến 0,085%.

Mn là nguyên tố mà độ ổn định của austenit có thể được kiểm soát một cách dễ dàng bằng cách kiểm soát hàm lượng của nó, và hàm lượng Mn được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3,00%. Nếu hàm lượng Mn lớn, có thể ngăn ngừa sự tạo ra pha mactensit gây biến dạng. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng Mn được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 1,00%, và có thể được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%.

Ni là nguyên tố tạo thành pha austenit, và hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 3,00% để đảm bảo tạo ra pha austenit chưa ổn định ở nhiệt độ bình thường. Nếu hàm lượng Ni quá cao, có thể ngăn ngừa sự tạo ra pha mactensit gây biến dạng, và do đó hàm lượng Ni nhỏ hơn 10,00%. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng Ni nằm trong khoảng từ 7,00% đến 9,50%.

Cr là nguyên tố cần thiết để đảm bảo tính chống ăn mòn. Theo sáng chế, thép có hàm lượng Cr nằm trong khoảng từ 11,00% đến 20,00% được đề xuất. Cr là nguyên tố tạo thành ferit, và nếu hàm lượng của nó cao hơn khoảng nêu trên, trong một số trường hợp, có thể không thu được cấu trúc một pha của austenit ở nhiệt độ cao. Khoảng được ưu tiên hơn nữa của hàm lượng Cr nằm trong khoảng từ 12,00 đến 15,00%.

Mo là nguyên tố có thể có mặt, nếu cần, do Mo có tác dụng làm tăng tính chống ăn mòn, và cũng có tác dụng góp phần làm tăng độ bền bằng cách tạo ra chất kết tủa Mo trong bước xử lý hóa già và ngăn ngừa hiện tượng cấu trúc đã hóa cứng khi gia công khi cán nguội khỏi bị làm mềm khi xử lý hóa già. Để tạo ra đủ lợi ích của các chức năng, tốt hơn nếu đảm bảo hàm lượng Mo lớn hơn hoặc bằng 1,0%. Trong trường hợp cần tạo ra độ bền kéo theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 2000 N/mm², đặt biệt hữu hiệu nếu hàm lượng Mo lớn hơn hoặc bằng 2,00%. Tuy nhiên, hàm lượng Mo quá lớn có thể gây ra sự tạo pha ferit δ ở nhiệt độ cao, và do đó trong trường hợp Mo có mặt, hàm lượng của nó nhỏ hơn hoặc bằng 3,00%, và có thể được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 2,50%.

Cu là nguyên tố có thể có mặt, nếu cần, do Cu có tác dụng làm tăng độ bền nhờ tác dụng tương hỗ với Si khi xử lý hóa già. Trong trường hợp này, tốt hơn nếu hàm lượng Cu lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Hàm lượng Cu quá cao có thể là yếu tố làm giảm khả năng gia công nóng. Trong trường hợp Cu có mặt, hàm lượng của nó nhỏ hơn hoặc bằng 1,00%.

Ti là nguyên tố tạo thành tạp chất trên cơ sở TiN, và hàm lượng Ti cần được giới hạn ở mức thấp, cụ thể là trong thép có hàm lượng Si cao, trong đó TiN được tạo ra một cách dễ dàng. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng Ti cần phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,008%, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,006% khối lượng. Tốt hơn, nếu hàm lượng Ti càng nhỏ càng tốt, nhưng khi tính đến chi phí sản xuất hàng loạt, tốt hơn nếu hàm lượng Ti lớn hơn hoặc bằng 0,001%.

Al là yếu tố tạo ra tạp chất trên cơ sở spinel do sự tạo thành Al_2O_3 , và hàm lượng Al cần được giới hạn ở mức thấp, cụ thể là trong thép nóng chảy có hàm lượng Si cao, trong đó Al_2O_3 được tạo ra một cách dễ dàng. Theo sáng chế, tốt hơn nếu hàm lượng Al càng nhỏ càng tốt. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng Al cần phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,008%, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,006% khối lượng. Tốt hơn, nếu hàm lượng Al càng nhỏ càng tốt nhưng khi tính đến chi phí sản xuất hàng loạt, tốt hơn là hàm lượng Al lớn hơn hoặc bằng 0,001%. Tuy nhiên, ngay cả khi hàm lượng Al nằm trong khoảng nêu trên, có thể khó tạo ra sự phân bố ổn định đường kính hạt của tạp chất trên cơ sở spinel nằm trong khoảng đã được xác định theo sáng chế, trừ khi độ bazơ của xỉ sau khi bổ sung Si được tối ưu hóa như được mô tả sau đây.

Đối với các tạp chất không tránh được, tốt hơn nếu hàm lượng P nhỏ hơn hoặc bằng 0,040%, và hàm lượng S nhỏ hơn hoặc bằng 0,002%, và cũng tốt hơn nếu hàm lượng Mg nằm trong khoảng từ 0 đến 0,002%.

Để kiểm soát tính dễ dàng tạo ra pha mactensit gây biến dạng khi cán nguội, tốt hơn nếu giá trị Md_{30} được xác định theo công thức (1) sau đây nằm trong khoảng từ -50 đến 0.

$$Md_{30} = 551 - 462(C+N) - 9,2Si - 8,1Mn - 13,7Cr - 29(Ni+Cu) - 18,5Mo \quad (1)$$

Ở đây, các ký hiệu nguyên tố trong công thức (1) thể hiện hàm lượng của nguyên tố tương ứng tính theo tỷ lệ % khối lượng.

Tạp chất phi kim loại

Tạp chất phi kim loại có mặt trong thép được phân loại sơ bộ thành loại mềm có điểm nóng chảy thấp và loại cứng có điểm nóng chảy cao. Trong thép được đề xuất theo sáng chế, loại mềm chủ yếu là nguyên liệu trên cơ sở $CaO-SiO_2$. Tạp chất loại mềm được mở rộng theo hướng cán khi cán nóng do nó ở trạng thái lỏng ở nhiệt độ cán nóng, và sau đó được sa lắng và phân tán mịn trong bước cán nguội sau đó. Tạp chất mềm thuộc loại này gần như không có ảnh hưởng bất lợi đến đặc tính chịu mỏi

của vật liệu dạng tấm mỏng.

Liên quan đến tạp chất cứng, tạp chất thuộc loại này vẫn ở dạng hạt sau khi cán nóng, và sau khi cán nguội, các hạt cứng được nghiền đến mức độ nhất định vẫn ở dạng thẳng hàng theo hướng cán. Tỷ lệ chiều dài theo hướng độ dày của tấm mà tạp chất có mặt trong đó có độ dày tấm tăng lên khi độ dày tấm nhỏ hơn, và các hạt tạp chất có xu hướng có tác dụng làm điểm bắt đầu và đường phát triển vết nứt do sự tập trung ứng suất quanh các hạt tạp chất. Đã phát hiện được rằng tạp chất loại cứng trở thành vấn đề trong thép được đề xuất theo sáng chế là tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg. Cụ thể, tạp chất trên cơ sở TiN có xu hướng phát triển khi khả năng hoà tan của Ti giảm đi trong quá trình gia công mà trong đó nhiệt độ của thép nóng chảy được giảm đi khi đúc, và do đó trở thành vấn đề cần giải quyết.

Theo nghiên cứu của tác giả sáng chế, khi tỷ lệ theo số lượng của tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel được mô tả trên đây có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0\mu\text{m}$ bị giảm đi trong giai đoạn tấm thép được cán nóng, có thể thu được cách phân bố tạp chất có lợi để cải thiện đặc tính chịu mỏi khi chịu sự tác dụng biến dạng đàn hồi lặp lại ở dạng vật liệu dạng tấm mỏng có độ dày nằm trong khoảng, ví dụ, từ 20 đến $500\mu\text{m}$. Cụ thể, đặc biệt có lợi nếu tạo ra trạng thái cấu trúc ở giai đoạn tấm thép được cán nóng, trong đó tổng mật độ số lượng của tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0\mu\text{m}$ trên mặt cắt ngang song song với hướng cán và hướng độ dày của tấm (mặt cắt ngang L) là nhỏ hơn hoặc bằng $0,05/\text{mm}^2$.

Ví dụ về trạng thái cấu trúc được ưu tiên hơn của tấm thép được cán nóng bao gồm cấu trúc kim loại, trong đó ngoài điều kiện về mật độ số lượng nêu trên, đường kính hạt tối đa của đường kính tương đương của hình tròn của tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg trên mặt cắt

ngang L là nhỏ hơn hoặc bằng $10,0\mu\text{m}$. Trong trường hợp này, diện tích đo của mặt cắt ngang L để xác định đường kính hạt tối đa đáp ứng điều kiện lớn hơn hoặc bằng 200 mm^2 .

Đã phát hiện được rằng trong vật liệu dạng tấm mỏng có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến $500\mu\text{m}$, đặc biệt hữu hiệu nếu mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$, là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 tạp chất/ mm^2 trên mặt cắt ngang L để cải thiện đặc tính chịu mỏi khi chịu sự biến dạng đàn hồi lặp lại. Ở đây, nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$ được cho là một tạp chất phi kim loại, như được mô tả trong phần trên đây.

Đối với đặc tính chịu mỏi, các hạt tạp chất liên kết thẳng hàng với nhau ở mức độ nhất định có tác dụng làm điểm bắt đầu xuất hiện vết nứt, tương tự như với trường hợp các hạt có mặt dưới dạng một nhóm các hạt liên tục. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng nhóm các hạt được tạo ra gồm nhiều hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng trong khi duy trì khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$ (được cho là một tạp chất phi kim loại), cụ thể là có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ có xu hướng làm điểm bắt đầu của các vết nứt khi chịu sự biến dạng đàn hồi lặp lại trong thép có độ bền cao làm đích của sáng chế. Tuy nhiên, ngay cả khi tạp chất phi kim loại thuộc loại này, đặc tính chịu mỏi có thể được cải thiện bằng cách làm giảm mật độ số lượng của nó nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 tạp chất/ mm^2 trên mặt cắt ngang L. Đã đánh giá được rằng cơ chế của nó là ở chỗ trong trường hợp mật độ tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ được giảm đi thích hợp, tạp chất phi kim loại được ngăn không cho có tác dụng làm đường phát triển vết nứt.

Có lợi nếu mật độ số lượng của tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng

cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ trên mặt cắt ngang L càng thấp càng tốt để làm tăng đặc tính chịu mỏi của vật liệu dạng tấm mỏng. Trong trường hợp thép được sản xuất bằng cách sử dụng các nguyên liệu có hàm lượng tạp chất cao mà không sử dụng phế liệu kim loại, ví dụ, với lò nấu chảy thử nghiệm, vật liệu dạng tấm mỏng được cho là chứa lượng rất nhỏ tạp chất phi kim loại có thể được sản xuất. Tuy nhiên, trong trường hợp tấm thép có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến $500\mu\text{m}$ được sản xuất ở vị trí sản xuất hàng loạt, việc ngăn ngừa hoàn toàn sự tạo ra tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ làm gia tăng gánh nặng cho quá trình sản xuất thép, điều này dẫn đến làm tăng chi phí. Do đó, tốt hơn nếu trong vật liệu dạng tấm mỏng có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến $500\mu\text{m}$, mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$, nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3,0 tạp chất/ mm^2 trên mặt cắt ngang L.

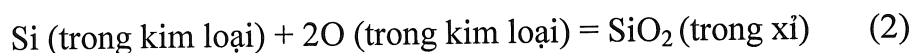
Phương pháp sản xuất

Tấm thép không gỉ có sự phân bố cỡ hạt tối ưu của tạp chất phi kim loại dạng cứng đã mô tả trên đây có thể được sản xuất bằng cách sử dụng thiết bị sản xuất thông thường dùng cho thép không gỉ. Các ví dụ làm đại diện của phương pháp này bao gồm quy trình khử cacbon bằng oxy và chân không (Oxygen Decarburization: VOD) và quy trình khử cacbon bằng oxy và argon (Argon Oxygen Decarburization: AOD). Trong quy trình bất kỳ, thép nóng chảy có hàm lượng C nhỏ hơn hoặc bằng 0,20% có xỉ chứa Cr oxit trên bề mặt thép nóng chảy sau khi được khử cacbon bằng cách thổi oxy vào sắt nóng chảy chứa Cr được tạo ra trước tiên. Quy trình sản xuất thép diễn ra cho đến giai đoạn này có thể được thực hiện theo phương pháp thông thường, chỉ khác là đồ chứa được chọn là đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy mà Ti và Al gần như bị không bị đưa vào hoặc hoàn toàn không bị đưa vào từ lớp bám dính và lớp tương tự của đồ chứa này.

Thép nóng chảy trong giai đoạn này là thép nóng chảy được khử cacbon bằng cách thổi oxy, và do đó có thể oxy hóa một cách dễ dàng các nguyên tố, Ti, Al, Mg,

và Si, được oxy hóa và loại bỏ đáng kể. Cụ thể Ti, Al, Mg, Si gần như không có mặt trong thép nóng chảy. Hơn nữa, một phần Cr, có mặt với lượng lớn trong thép nóng chảy, được oxy hóa để tạo ra xỉ dưới dạng Cr oxit trên bề mặt thép nóng chảy. Xỉ được tạo ra chủ yếu gồm Cr oxit chứa các oxit của Ti, Al, Mg, và Si được loại bỏ ra khỏi thép nóng chảy. Thép nóng chảy còn chứa một lượng lớn oxy được hòa tan trong đó đã được thổi để khử cacbon. Do đó, việc khử oxy nhất thiết phải được thực hiện trước khi đúc. Theo sáng chế, Si cần có mặt trong thép để sản xuất thép có hàm lượng Si cao hơn 2,00%. Hơn nữa, tốt hơn nếu tiến hành việc đưa Cr thoát ra từ thép nóng chảy trong bước khử cacbon từ xỉ trở lại thép (khử và thu hồi Cr). Do đó, theo sáng chế, các bước "khử oxy", "kiểm soát hàm lượng Si", và "khử và thu hồi Cr" được tiến hành trước khi cho thêm hợp kim Fe-Si vào thép nóng chảy. Ngoài ra, việc kiểm soát thành phần được thực hiện bằng cách cho thêm các nguyên liệu phụ trợ khác, nếu cần.

Bằng cách kiểm soát hàm lượng Si cao hơn 2,00% bằng cách cho thêm hợp kim Fe-Si vào thép nóng chảy, bước khử oxy trong thép được tiến hành với nguồn Si được thêm vào với lượng lớn. Nồng độ oxy trong thép khi khử oxy được xác định theo sự cân bằng hóa học của phản ứng hóa học có công thức (2) dưới đây.

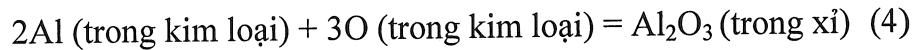


Hằng số cân bằng K được thể hiện bằng công thức (3) dưới đây.

$$K = A(\text{SiO}_2)/A(\text{Si})/A(\text{O})^2 \quad (3)$$

Trong công thức trên đây, $A(X)$ là hoạt tính của thành phần X. Như được thể hiện trong công thức (3), khi hoạt tính của Si (tức là nồng độ Si) trong thép nóng chảy lớn hơn, hoạt tính oxy (tức là nồng độ oxy) trong thép nóng chảy có sự cân bằng ở mức thấp hơn. Do đó, trong thép nóng chảy có lượng lớn nguồn Si được bổ sung theo mục đích của sáng chế, nồng độ oxy trong thép nóng chảy trở nên nhỏ hơn thép có hàm lượng Si thấp (ví dụ, thép thông thường, như SUS 304).

Sự cân bằng hóa học trên cơ sở công thức (4) sau đây được thiết lập giữa Al oxit trong xỉ và oxy trong thép nóng chảy.



Theo sự cân bằng hóa học, sự cân bằng này được duy trì bằng cách tăng nồng độ Al trong thép nóng chảy khi nồng độ oxy trong thép nóng chảy thấp. Mỗi tương quan này cũng được áp dụng cho Ti và Mg. Do đó, khi nồng độ oxy trong thép nóng chảy thấp, nồng độ Al, nồng độ Ti, và nồng độ Mg trong thép nóng chảy được tăng lên.

Khi nồng độ Al và nồng độ Mg trong thép nóng chảy lớn hơn, tạp chất trên cơ sở spinel có xu hướng được tạo ra và phát triển. Khi nồng độ Ti trong thép nóng chảy cao hơn, tạp chất trên cơ sở TiN có xu hướng được tạo ra và phát triển. Do đó, để ngăn ngừa sự tạo ra và phát triển của các tạp chất, việc làm giảm nồng độ oxy trong thép nóng chảy có liên quan với sự tăng nồng độ Si trong thép nóng chảy cần được hạn chế càng nhiều càng tốt. Để ngăn ngừa sự giảm nồng độ oxy trong thép nóng chảy, có lợi nếu nồng độ SiO_2 trong xỉ cao hơn. Do đó, sáng chế sử dụng phương pháp kiểm soát độ bazơ của xỉ (tức là tỷ lệ khối lượng CaO/SiO_2) đến mức thấp. Đặc biệt, lượng chất nền chứa Ca được thêm vào làm chất trợ dung tạo xỉ được kiểm soát. Chất trợ dung tạo xỉ được thêm vào có thể là vôi sống CaO. Ca cũng được cung cấp cho xỉ từ CaF_2 , thành phần này được bổ sung làm thành phần trợ chảy, nếu cần. Ca được cung cấp từ CaF_2 được chuyển hóa thành lượng CaO và được cộng thêm vào giá trị CaO dùng để tính độ bazơ. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng tốt hơn nếu làm cho độ bazơ của xỉ nằm trong khoảng từ 1,3 đến 1,5 trong xỉ có mặt trên bề mặt thép nóng chảy sau khi cho thêm xong hợp kim Fe-Si. Tốt hơn, nếu độ bazơ của xỉ nằm trong khoảng từ 1,3 đến 1,45, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1,3 đến 1,4. Khi độ bazơ của xỉ thấp hơn khoảng này, sự giảm nồng độ oxy trong thép nóng chảy được ngăn ngừa, và Ti, Al, và Mg được ngăn không cho kết hợp vào thép nóng chảy từ xỉ. Tuy nhiên, với độ bazơ của xỉ quá nhỏ, các tạp chất khác như Cr_2O_3 , được tạo ra với lượng lớn. Khả năng khử lưu huỳnh cũng được giảm đi. Do đó, đặc biệt hữu hiệu nếu kiểm soát độ bazơ cuối của xỉ đến mức không thấp hơn 1,3.

Như đã mô tả trên đây, thép nóng chảy đã được khử cacbon bằng cách thổi oxy gần như không chứa Ti, Al, và Mg, và các nguyên tố này có mặt dưới dạng oxit trong xỉ được tạo thành chủ yếu chứa Cr oxit. Ti, Al, và Mg trong xỉ bao gồm các nguyên tố được đưa vào từ nguyên liệu và vật liệu chịu lửa và các nguyên tố được đưa vào từ xỉ, kim loại, và thành phần tương tự của mẻ trước vẫn bám vào thiết bị, như lò điện và lò thổi. Để tối ưu hóa sự phân bố đường kính hạt của tạp chất dạng cứng trong tấm thép bằng cách kiểm soát độ bazơ của xỉ như được mô tả trên đây, cần ngăn ngừa các nguyên tố Ti, Al, và Mg được đưa vào thêm tiếp sau khi bước khử cacbon bằng cách thổi oxy được hoàn thành, tức là sau khi hợp kim Fe-Si được thêm vào. Cụ thể, đã khẳng định rằng khi xỉ vẫn bám dính trong đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, tạp chất thô cứng có xu hướng được tạo thành do lượng nhỏ Ti và Al được đưa vào từ lớp bám dính này. Để ngăn ngừa sự kết hợp các nguyên tố này từ đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy, tốt nhất là sử dụng đồ chứa có vật liệu chịu lửa được phủ lên bề mặt bên trong của đồ chứa không dùng để đựng thép nóng chảy (tức là gàu rót mới). Cũng đã khẳng định rằng hợp kim Fe-Si thường được sử dụng ở địa điểm sản xuất thép không gỉ chứa các tạp chất, như Al và Ti, và Al và Ti được đưa vào từ đó trở thành yếu tố tạo ra tạp chất thô cứng. Do đó, theo sáng chế, cần sử dụng hợp kim Fe-Si có độ tinh khiết cao. Cụ thể, tốt hơn nếu sử dụng hợp kim Fe-Si có hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng và hàm lượng Ti nhỏ hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng. Cũng tốt hơn nếu Ti và Al được ngăn không cho kết hợp từ các nguyên liệu phụ trợ khác và chất trợ dung tạo xỉ càng nhiều càng tốt.

Điều quan trọng là đồ chứa để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ sử dụng được chọn để cho hàm lượng Ti cuối trong thép nóng chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng và hàm lượng Al cuối trong đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng. Trong trường hợp hàm lượng Ti cuối và hàm lượng Al cuối trong thép cao hơn các giá trị nêu trên, khó đạt được sự phân bố đường kính hạt của tạp chất cứng dự định nêu trên một cách ổn định mặc dù độ bazơ của xỉ được

kiểm soát theo cách nêu trên. Trong khi tốt hơn nếu hàm lượng Mg cuối được kiểm soát ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 0,002% khối lượng trong thép nóng chảy, đã khẳng định được rằng khi đồ chứa để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ sử dụng được chọn để làm cho hàm lượng Ti và Al nằm trong khoảng nêu trên, sự phân bố đường kính hạt của tạp chất trên cơ sở spinel ở trạng thái dự định nêu trên mặc dù không có giới hạn cụ thể về hàm lượng Mg trong thép, và không xảy ra vấn đề gì.

Được ưu tiên hơn nữa nếu hàm lượng Ti trong thép nóng chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,006% khối lượng, và hàm lượng Al trong đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,006% khối lượng.

Bước đúc có thể được thực hiện theo phương pháp thông thường. Nói chung, chi tiết đúc thu được bằng phương pháp đúc liên tục. Trong phần mô tả ở đây, vật liệu thép thu được bằng cách đúc (tức là vật liệu có cấu trúc hóa rắn) được gọi là chi tiết đúc. Do đó, thép thu được bằng phương pháp tạo khối được bao gồm trong chi tiết đúc được nêu ở đây nhằm mục đích thuận tiện.

Chi tiết đúc tạo thành được gia công nóng bao gồm ít nhất một công đoạn cán nóng để tạo ra tấm thép cán nóng. Trong trường hợp phương pháp tạo khối được sử dụng, sau khi tiến hành cán thô và rèn nóng, bước cán nóng được thực hiện. Nhiệt độ nung nóng trong bước cán nóng có thể nằm trong khoảng từ 1100 đến 1250°C, và độ dày của tấm thép được cán nóng có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 2,5 đến 6,0mm. Theo cách này, có thể thu được tấm thép không gỉ cán nóng, trong đó tổng mật độ số lượng tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng 6,0µm trên mặt cắt ngang song song với hướng cán và hướng độ dày của tấm (mặt cắt ngang L) là nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 tạp chất/mm².

Sau đó, tấm thép đã cán nóng được tôi, cán nguội, và xử lý hóa già, và nhờ đó có thể thu được vật liệu dạng tấm mỏng của tấm thép không gỉ có độ bền cao. Bước

cán nguội có thể được thực hiện nhiều lần bao gồm cả bước tôi trung gian. Sau mỗi bước xử lý nhiệt, bước tẩy bằng axit có thể được thực hiện, nếu cần. Điều kiện để tôi được sử dụng cho tấm thép đã cán nóng (tức là tôi tấm thép đã được cán nóng) có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 1000 đến 1100°C trong khoảng thời gian từ 40 đến 120 giây, tỷ lệ cán nguội cuối (là tỷ lệ cán nguội sau khi tôi trung gian trong trường hợp bước tôi trung gian được thực hiện) có thể nằm trong khoảng từ, ví dụ, từ 40% đến 70%, và điều kiện để xử lý hóa già có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 400 đến 600°C trong khoảng thời gian từ 10 đến 60 phút. Nhằm mục đích tạo ra vật liệu đàn hồi dạng tấm mỏng, tốt hơn là độ dày cuối của tấm, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 150 μ m, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 100 μ m. Ví dụ, vật liệu dạng tấm mỏng có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến 70 μ m có thể được tạo ra. Theo cách này, có thể thu được vật liệu dạng tấm mỏng của thép không gỉ có độ bền cao có cấu trúc hỗn hợp gồm pha mactensit gây biến dạng và pha austenit làm thành phần nền (vật liệu trên cơ sở kim loại). Tỷ lệ giữa hệ số diện tích M của pha mactensit gây biến dạng và hệ số diện tích A của pha austenite tính theo M/A thường nằm trong khoảng từ 30/70 đến 50/50. Trong vật liệu chứa Mo với lượng, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 2,00%, có thể thu được độ bền cao với độ bền kéo theo hướng cán bằng 2000 N/mm². Trong vật liệu dạng tấm mỏng, giả thiết rằng nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng 20 μ m và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng 10 μ m là một tạp chất phi kim loại, có thể thu được trạng thái cấu trúc, trong đó mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 40 μ m, là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 tạp chất/mm² trên mặt cắt ngang L, và vật liệu dạng tấm mỏng này có đặc tính chịu mỏi rất tốt cho mục đích dùng làm vật liệu đàn hồi, chịu ứng suất đàn hồi nhiều lần.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các loại thép được thể hiện trong Bảng 1 được sản xuất bằng quy trình VOD. Trong mỗi loại thép này, bước khử cacbon cuối bằng cách thổi oxy vào sắt nóng chảy

chứa Cr được hoàn thành trong thiết bị VOD, và thu được thép nóng chảy có hàm lượng C nhỏ hơn hoặc bằng 0,10% có xỉ chứa Cr oxit trên bề mặt thép nóng chảy. Trong giai đoạn này, hàm lượng C gần bằng hàm lượng C cuối được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

Nhóm	Số	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)												Md ₃₀
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	Ti	Al	
Ví dụ so sánh	1	0,080	2,64	0,25	0,020	0,001	8,32	13,42	2,22	0,10	0,068	0,023	0,010	-12,8
	2	0,086	2,74	0,23	0,020	0,001	8,25	13,43	2,22	0,10	0,066	0,018	0,010	-13,5
	3	0,086	2,65	0,42	0,029	0,001	8,34	13,57	2,23	0,18	0,066	0,010	0,009	-21,3
	4	0,072	2,60	0,28	0,030	0,001	8,28	13,71	2,14	0,07	0,073	0,010	0,006	-11,7
Ví dụ theo sáng chế	5	0,086	2,73	0,22	0,028	0,001	8,32	13,73	2,23	0,28	0,069	0,004	0,004	-26,3

Trong bước khử cacbon cuối trong thiết bị VOD, đồ chứa để đựng thép nóng chảy được sử dụng làm gàu rót, và chính gàu rót này được sử dụng tiếp đến khi đúc. Để làm gàu rót, gàu đã được sử dụng để sản xuất thép không gỉ chứa Ti trong bước trước đó được sử dụng cho các ví dụ so sánh 1 và 2, gàu rót đã được sử dụng để sản xuất thép không gỉ không chứa Ti trong bước trước đó được sử dụng cho các ví dụ so sánh 3 và 4, và gàu rót có vật liệu chịu lửa tạo thành bề mặt bên trong của gàu rót không được sử dụng để đựng thép nóng chảy (tức là gàu rót mới) được sử dụng cho ví dụ 5 theo sáng chế.

Cho thêm hợp kim Fe-Si vào thép nóng chảy để khử cacbon cuối, kiểm soát hàm lượng Si trong thép nóng chảy đến giá trị đích, và thực hiện bước khử oxy, và khử và thu hồi Cr trong xỉ. Trong công đoạn này, hàm lượng Si trong thép nóng chảy gần như bằng hàm lượng Si cuối được thể hiện trong Bảng 1. Đối với hợp kim Fe-Si, vật liệu tương ứng với hợp kim sắt silic số 2 đã được xác định theo tiêu chuẩn JIS G2302:1998 được sử dụng cho các ví dụ so sánh từ 1 đến 4. Theo kết quả phân tích thu được, vật liệu tương ứng với hợp kim sắt silic số 2 chứa Al với lượng khoảng 1,0% khối lượng, Mg với lượng khoảng 0,07% khối lượng, và Ti với lượng khoảng 0,08% khối lượng, trong khi vẫn có sự thay đổi nhất định, tùy thuộc vào lô sản phẩm. Mặt khác, hợp kim Fe-Si chất lượng cao có hàm lượng Al giảm đáng kể được sử dụng cho ví dụ 5 theo sáng chế. Theo kết quả phân tích thu được, hàm lượng Al, Mg, và Ti của hợp kim Fe-Si chất lượng cao chứa Al với lượng 0,009% khối lượng, Mg với lượng nhỏ hơn 0,001% khối lượng, và Ti với lượng 0,012% khối lượng.

Sau khi cho thêm hợp kim Fe-Si, vôi sống công nghiệp (CaO) được cho thêm làm chất trợ dung tạo xỉ vào xỉ. Sau đó, xỉ được thu gom và được phân tích thành phần. Kết quả là thu được độ bazơ của xỉ nằm trong khoảng từ 1,60 đến 1,65 đối với các ví dụ so sánh từ 1 đến 4, và bằng 1,33 đối với ví dụ 5 theo sáng chế.

Trong mỗi ví dụ, thép nóng chảy thu được trên đây được đúc liên tục và được cán nóng để tạo ra tấm thép cán nóng có độ dày bằng 3,8mm. Nhiệt độ nung nóng trong bước cán nóng bằng 1230°C. Đối với tấm thép cán nóng tạo thành, mặt cắt ngang L

được quan sát bằng kính SEM, và theo phần "phương pháp xác định mật độ số lượng tạp chất trong tấm thép được cán nóng" nêu trên, tổng mật độ số lượng tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0\mu\text{m}$ được xác định. Do đó, tổng mật độ số lượng nằm trong khoảng từ 0,20 đến 0,45 tạp chất/ mm^2 đối với các ví dụ so sánh từ 1 đến 4, và bằng 0,02 tạp chất/ mm^2 đối với ví dụ 5 theo sáng chế. Cần hiểu rằng sự tạo ra tạp chất thô cứng được ngăn ngừa đáng kể bằng phương pháp sản xuất theo sáng chế.

Fig.3 thể hiện ví dụ về ảnh chụp cấu trúc tế vi bằng SEM của tạp chất trên cơ sở TiN điển hình quan sát được trên mặt cắt ngang L của tấm thép được cán nóng theo ví dụ so sánh 4, và Fig.4 thể hiện ví dụ về ảnh chụp cấu trúc tế vi SEM của tạp chất trên cơ sở TiN quan sát được trên mặt cắt ngang L của tấm thép được cán nóng của ví dụ 5 theo sáng chế. Trong toàn bộ các ảnh chụp cấu trúc tế vi, hướng nằm ngang tương ứng với hướng cán. Vạch chỉ chữ thập xuất hiện trên các ảnh chụp cấu trúc tế vi thể hiện vị trí chiếu chùm tia trong phép phân tích EDX.

Sau đó, mẫu được lấy từ tấm thép đã cán nóng được tôi ở nhiệt độ 1050°C trong 60 giây, cán nguội, tôi trung gian ở nhiệt độ 1050°C trong 60 giây, cán nguội, và xử lý hóa già ở nhiệt độ 500°C trong 30 phút, để tạo ra vật liệu dạng tấm mỏng có độ dày bằng $120\mu\text{m}$ có cấu trúc hỗn hợp gồm pha mactensit gây biến dạng và pha austenit làm thành phần nền (vật liệu trên cơ sở kim loại). Trong toàn bộ vật liệu dạng tấm mỏng tạo thành, độ bền kéo theo hướng cán lớn hơn 2000 N/mm^2 .

Mặt cắt ngang L của vật liệu dạng tấm mỏng được xác định về mật độ số lượng tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ theo phần "phương pháp xác định mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ " nêu trên. Như được mô tả trên đây, nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm bằng $10\mu\text{m}$ được cho là một tạp chất phi kim loại. Theo kết quả thu được, mật độ số lượng tạp chất phi kim loại

có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$ trên mặt cắt ngang L nằm trong khoảng từ 8,2 đến 33,2 tạp chất/ mm^2 đối với các ví dụ so sánh từ 1 đến 4, và bằng 2,4 tạp chất/ mm^2 đối với ví dụ 5 theo sáng chế. Theo kết quả phân tích EDX thu được, toàn bộ tạp chất phi kim loại đếm được gồm các hạt tạp chất trên cơ sở TiN hoặc các hạt tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg.

Trong ví dụ theo sáng chế, số lượng tạp chất phi kim loại dạng cứng có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$, là yếu tố làm giảm đặc tính chịu mài, được giảm đáng kể so với ví dụ so sánh.

Để so sánh, ví dụ sản xuất đối với trường hợp thép SUS 304 (có hàm lượng Si bằng 0,55%) được khử oxy bằng hợp kim Fe-Si được thể hiện. Gàu rót đã được sử dụng để sản xuất thép không gỉ chứa Ti trong mẻ trước đó được sử dụng làm đồ chứa để đựng thép nóng chảy, và bước khử cacbon cuối bằng cách thổi oxy vào sắt nóng chảy chứa Cr được hoàn thành trong thiết bị VOD, nhờ đó tạo ra thép nóng chảy có hàm lượng C khoảng 0,05% và có xỉ chứa Cr oxit trên bề mặt của thép nóng chảy. Hợp kim Fe-Si tương ứng hợp kim sắt-silic số 2 được cho thêm vào thép nóng chảy để kiểm soát hàm lượng Si. Vôi sống loại công nghiệp (CaO) được bổ sung làm chất trợ dung tạo xỉ. Sau đó, crom nitrua được bổ sung để kết thúc việc kiểm soát thành phần. Theo kết quả phân tích, xỉ cuối được thu gom, độ bazơ của xỉ bằng 1,65. Thép nóng chảy được đúc liên tục và được cán nóng theo phương pháp thông thường để tạo ra tấm thép cán nóng có độ dày bằng 3,5mm. Tấm thép đã cán nóng được đánh giá về trạng thái có mặt của tạp chất phi kim loại bằng chính phương pháp như trong các ví dụ từ 1 đến 5. Kết quả là không phát hiện thấy tạp chất trên cơ sở TiN và tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg, mỗi tạp chất có đường kính tương đương của hình tròn lớn hơn hoặc bằng $6,0\mu\text{m}$. Cần hiểu rằng từ kết quả so sánh giữa ví dụ về thép SUS 304 và các ví dụ thông thường từ 1 đến 4, rất khó ngăn ngừa sự tạo ra tạp chất cứng trong các loại thép không gỉ có hàm lượng Si cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép không gỉ có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến 500 μ m và có thành phần hóa học tính theo tỷ lệ % khối lượng bao gồm: C với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Si với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 2,00% đến 4,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 3,00% đến nhỏ hơn 10,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,00% đến 20,00%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,200%, Mo với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 3,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,00%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,008%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,008%, P với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,040%, S với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,002%, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,002%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được; và trong đó giả thiết rằng theo mặt cắt ngang, mặt cắt ngang L, song song với hướng cán và hướng độ dày của tấm, nhóm các hạt tạp chất phi kim loại thẳng hàng có khoảng cách giữa các hạt theo hướng cán nhỏ hơn hoặc bằng 20 μ m và khoảng cách giữa các hạt theo hướng độ dày của tấm nhỏ hơn hoặc bằng 10 μ m là một tạp chất phi kim loại, mật độ số lượng tạp chất phi kim loại, có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 40 μ m, là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 tạp chất/mm² trên mặt cắt ngang L.
2. Tấm thép không gỉ theo điểm 1, trong đó tạp chất phi kim loại có chiều dài theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 40 μ m chứa một hoặc hai tạp chất trong số (i) và (ii): (i) hạt tạp chất trên cơ sở TiN và hạt (ii) tạp chất trên cơ sở spinel chứa một hoặc nhiều nguyên tố Al và Mg.
3. Tấm thép không gỉ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tấm thép không gỉ này có độ bền kéo theo hướng cán lớn hơn hoặc bằng 2000 N/mm².
4. Tấm thép không gỉ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tấm thép không gỉ này có cấu trúc hỗn hợp gồm pha mactensit gây biến dạng và pha austenit làm thành phần nền.
5. Phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ bao gồm các bước:

tạo ra thép nóng chảy có thành phần hóa học (A) dưới đây, theo cách sao cho khi kiểm soát thành phần bằng cách bổ sung nguyên liệu phụ trợ và chất trợ dung tạo xỉ vào

thép nóng chảy có hàm lượng C nhỏ hơn hoặc bằng 0,20% có xỉ chứa Cr oxit trên bề mặt thép nóng chảy sau khi được khử cacbon bằng cách thổi oxy vào sắt nóng chảy chứa Cr, đồ chứa để đựng thép nóng chảy, nguyên liệu phụ trợ, và chất trợ dung tạo xỉ được sử dụng được chọn để cho hàm lượng Ti trong thép nóng chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng và hàm lượng Al trong đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% khối lượng, ít nhất một hợp kim Fe-Si làm nguyên liệu phụ trợ được hoà tan trong thép nóng chảy để tiến hành khử oxy, khử và thu hồi Cr trong xỉ để đưa vào thép nóng chảy, và kiểm soát hàm lượng Si trong thép, và chất trợ dung tạo xỉ chứa Ca được bổ sung để kiểm soát độ bazơ của xỉ, là tỷ lệ khối lượng của CaO/SiO_2 nằm trong khoảng từ 1,3 đến 1,5;

tạo ra chi tiết đúc bằng cách đúc thép nóng chảy thu được trong bước nêu trên;

tạo ra tấm thép cán nóng bằng cách gia công nóng chi tiết đúc bao gồm ít nhất một công đoạn cán nóng; và

tạo ra tấm thép cán nguội có độ dày nằm trong khoảng từ 20 đến 500 μm bằng cách tôi và cán nguội tấm thép đã cán nóng một hoặc nhiều lần; trong đó:

thành phần hóa học (A) tính theo tỷ lệ % khối lượng bao gồm: C với lượng nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,200%, Si với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 2,00% đến 4,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 3,00% đến nhỏ hơn 10,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,00% đến 20,00%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,200%, Mo với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 3,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,00%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,008%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,008%, P với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,040%, S với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,002%, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,002%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ theo điểm 5, trong đó đồ chứa dùng để đựng thép nóng chảy được sử dụng là đồ chứa có lớp vật liệu chịu lửa phủ được phủ lên bề mặt bên trong của đồ chứa không được dùng để đựng thép nóng chảy, như gàu rót mới.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ theo điểm 5, trong đó hợp kim Fe-Si được sử dụng có hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng, và hàm lượng Ti nhỏ hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng.
8. Phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ theo điểm 5, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xử lý hóa già tấm thép đã cán nguội.

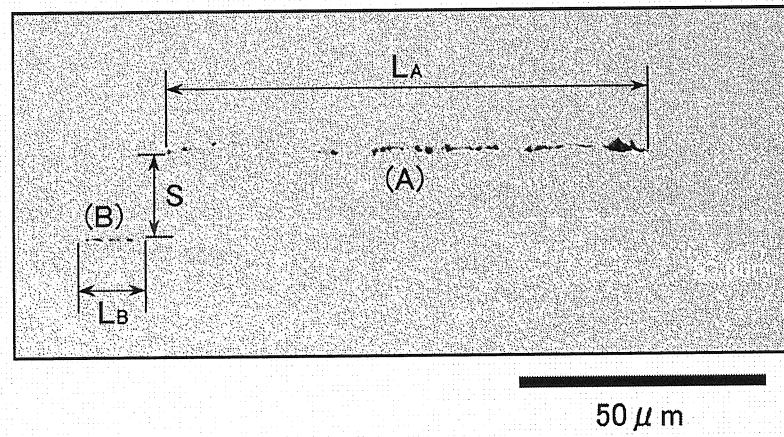
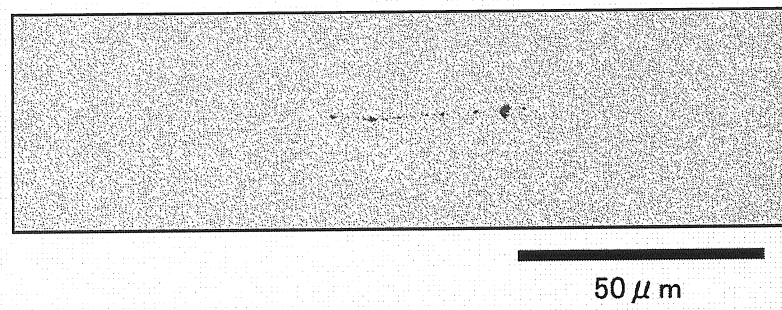
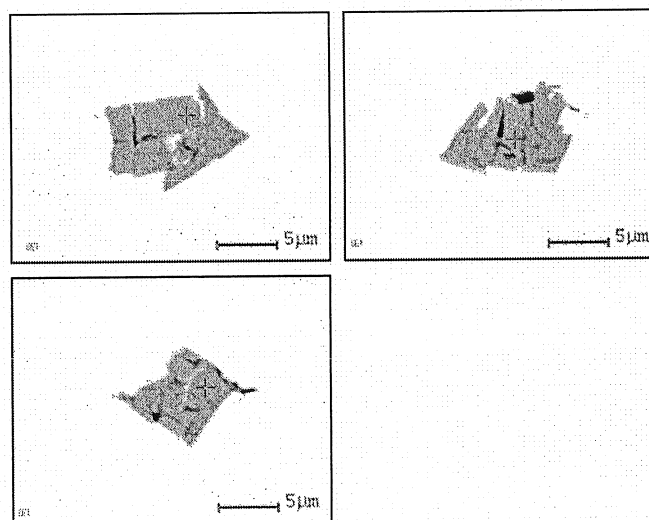
Fig.1**Fig.2****Fig.3**

Fig.4