



(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)



1-0030983

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/58; C21D 9/46

(13) B

(21) 1-2015-03562

(22) 27/02/2014

(86) PCT/JP2014/054807 27/02/2014

(87) WO 2014/133058 04/09/2014

(30) 2013-038502 28/02/2013 JP

(45) 25/02/2022 407

(43) 25/12/2015 333A

(73) NIPPON STEEL STAINLESS STEEL CORPORATION (JP)

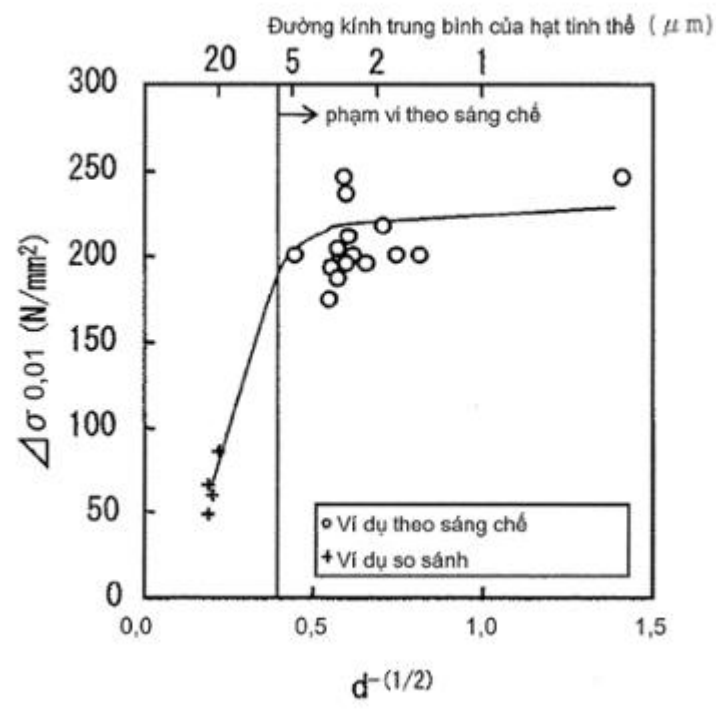
8-2, Marunouchi 1-Chome, Chiyoda-ku Tokyo 100-0005 Japan

(72) Hiroyasu MATSUBAYASHI (JP); Sadayuki NAKAMURA (JP); Ryoji HIROTA (JP).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU THÉP KHÔNG GỈ KHÔNG TỪ TÍNH CÓ GIỚI HẠN ĐÀN HỒI CAO VÀ ĐỘ BỀN CAO VÀ TÂM THÉP KHÔNG GỈ AUSTENIT

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính có giới hạn đàn hồi cao và độ bền cao và tâm thép không gỉ austenit. Tâm thép không gỉ austenit theo sáng chế chứa C với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,30 đến 3,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 2,0 đến 9,0%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 7,0 đến 15,0%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,0 đến 20,0%, và N với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, và còn chứa ít nhất một nguyên tố trong số Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, V với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, tất cả các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tâm này có đương lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 19, và có giá trị $d^{-1/2}$ lớn hơn hoặc bằng 0,40 với d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới tấm thép không gỉ austenit thích hợp dùng làm chi tiết trong nhiều loại thiết bị và dụng cụ khác nhau bằng cách sử dụng hiện tượng từ tính và có thể duy trì hiện tượng không từ tính ngay cả sau khi gia công trong điều kiện khắc nghiệt, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính có giới hạn đàn hồi cao và độ bền cao và tấm thép không gỉ austenit.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thép không gỉ austenit được ký hiệu là SUS304 có độ bền chống ăn mòn tốt và có cấu trúc austenit không từ tính trong điều kiện tôi, và do đó thép không gỉ austenit này được dùng làm thép không từ tính trong nhiều thiết bị và dụng cụ khác nhau.

Tuy nhiên, thép không gỉ austenit cần được xử lý tăng cứng khi gia công bằng cách gia công nguội do thép này cần có độ bền cao tùy theo mục đích sử dụng. SUS304 có thể được từ hóa bằng cách tạo ra martensit trong khi gia công nguội do pha austenit chưa ổn định của nó, và do đó không thể sử dụng thép này làm thép không từ tính. SUS304N có hàm lượng N cao có thể được dùng làm thép không từ tính khi cần độ bền cao nhưng các loại thép này vẫn không duy trì được hiện tượng không từ tính sau khi gia công nguội.

Theo đó, các loại thép SUS316 có pha austenit ổn định hơn thường được dùng khi cần độ bền cao và không có hiện tượng từ tính. Các loại thép này chứa một lượng lớn Mo. Tuy nhiên, Mo có tác dụng tạo độ bền chống ăn mòn rất tốt nhưng ít hiệu quả về độ bền và hiện tượng không từ tính. Trong nhiều trường hợp, khó duy trì được cả hiện tượng không từ tính khi sử dụng trong khi độ bền cao ngay cả đối với các loại thép SUS316.

Trong những năm gần đây, với sự tiến bộ nhanh chóng trong lĩnh vực điện tử, nhu cầu về vật liệu tấm thép không có hiện tượng từ tính và có giới hạn đàn hồi đàn hồi cao để làm chi tiết dùng trong các loại thiết bị và dụng cụ khác nhau ngày càng gia tăng. Vật liệu tấm thép này thường được tạo độ bền cao bằng cách xử lý hóa già sau khi được tạo hình thành chi tiết có hình dạng định trước bằng cách đột dập hoặc uốn cong vật liệu đã được cán là. Do đó, khi tính đến năng suất để sản xuất hàng loạt, vật liệu này cần phải mềm ở giai đoạn được cán là để làm giảm tải trọng tác động vào khuôn dùng để đột dập và uốn cong, và có thể được tạo độ cứng cao, độ bền cao và còn được tạo giới hạn đàn hồi cao, bằng cách xử lý hóa già.

Tài liệu sáng chế 1 mô tả thép không từ tính, có độ bền cao chỉ bằng cách làm tăng cứng khi gia công, thép không gỉ không từ tính này duy trì được hiện tượng không từ tính ngay cả sau khi gia công trong điều kiện khắc nghiệt và có độ bền cũng như độ bền chống ăn mòn rất tốt. Tài liệu sáng chế 2 mô tả tấm thép không gỉ không từ tính và có đặc tính đàn hồi rất tốt. Tài liệu sáng chế 3 mô tả thép không gỉ không từ tính và có độ bền cao được tăng cứng theo thời gian.

Tuy nhiên, tấm thép theo tài liệu sáng chế 1 có thể không có đủ đặc tính tăng cứng khi hóa già ngay cả sau khi tấm thép này được cán là bình thường và xử lý hóa già bình thường. Tấm thép theo tài liệu sáng chế 2 đạt được đặc tính đàn hồi rất tốt bằng cách xử lý hóa già trước khi cán là, nhưng trong kỹ thuật này quá trình cán là có thể tạo ra hiệu ứng tăng cứng quá mức, và đặc tính tăng cứng theo thời gian vẫn không đủ. Tấm thép theo tài liệu sáng chế 3 có khả năng gia công kém do sự tăng cứng đáng kể trong khi cán là và do đó không thích hợp dùng làm chi tiết được sản xuất bằng cách đột dập và uốn cong.

Trong thép không gỉ được tăng cứng khi gia công, pha austenit được điều chỉnh để có đường kính hạt tinh thể khoảng $30\mu\text{m}$ bằng cách xử lý bằng dung dịch để tạo độ bền cao nhờ độ biến dạng gia công như quá trình cán nguội hoặc quá trình tương tự. Tuy nhiên, một phần pha austenit tạo ra cấu trúc nhờ sự quay của tinh thể theo hướng vuông góc, và các hạt tinh thể đã đạt được trạng thái ổn định khó tham gia sự quay tinh thể ngay cả khi tạo sự biến dạng thêm. Do đó, các hạt tinh thể có độ biến dạng gia công nhỏ đã đưa vào vẫn ở pha austenit. Cấu trúc chứa lượng lớn các

hạt tinh thể austenit có độ biến dạng gia công nhỏ đã đưa vào khó tạo ra ứng suất giới hạn đàn hồi cao bằng cách xử lý hóa già sau đó.

Loại thành phần hợp kim và phương pháp làm tăng độ bền bằng cách tạo biến dạng gia công và xử lý hóa già trong các kỹ thuật thông thường có thể khó làm tăng ứng suất giới hạn đàn hồi đến mức đủ dùng làm vật liệu đàn hồi. Ứng suất giới hạn đàn hồi có thể dễ dàng được tăng lên đến mức nhất định bằng cách giảm mức độ cán là nhiều hơn nữa. Tuy nhiên, khi giảm mức độ cán là nhiều hơn nữa có thể làm tăng độ cứng, điều này làm ảnh hưởng đến khả năng gia công.

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-61-261463

Tài liệu sáng chế 2: JP-B-6-4905

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-5-98391

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được hoàn thành để giải quyết các vấn đề nêu trên, và một mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép không gỉ austenit có thể duy trì hiện tượng không từ tính ngay cả sau khi gia công trong điều kiện khắc nghiệt và có thể đạt được ứng suất giới hạn đàn hồi tăng lên đáng kể bằng cách xử lý hóa già. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu thép không từ tính có độ bền cao, giới hạn đàn hồi cao và độ bền cao, bằng cách sử dụng chính vật liệu này.

Các mục đích nêu trên của sáng chế có thể đạt được bằng tấm thép không gỉ austenit chứa C với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,09%, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,30 đến 3,00%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 2,0 đến 9,0%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 7,0 đến 15,0%, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 7,0 đến 14,0%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 11,0 đến 20,0%, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 16,0 đến 20,0%, và N với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,30%, và còn chứa, nếu cần, ít nhất một nguyên tố trong số Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, V với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, tất cả các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn

lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni tính được theo công thức (1) hoặc (3) dưới đây lớn hơn hoặc bằng 19, và có giá trị $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) lớn hơn hoặc bằng 0,40 với d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 \quad (1)$$

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 + 0,6\text{Mo} + 2,3(\text{V} + \text{Nb} + \text{Ti}) \quad (3)$$

trong đó công thức (3) được áp dụng trong trường hợp ít nhất một nguyên tố trong số Mo, V, Nb, Ti và B có mặt, và biểu thức (1) được áp dụng cho các trường hợp còn lại, và mỗi ký hiệu nguyên tố thể hiện hàm lượng của nguyên tố tương ứng theo tỷ lệ % khối lượng.

Đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit d là giá trị trung bình của các đường kính vòng tròn tương đương của các hạt tinh thể austenit quan sát được trên mặt cắt ngang vuông góc với hướng độ dày (nghĩa là bề mặt tấm được đánh bóng mà sau đây có thể được gọi là mặt phẳng ND).

Tấm thép theo sáng chế được xác định là tấm thép trước khi được gia công, nghĩa là tạo hình tấm thép. Việc gia công được nêu ở đây bao gồm gia công nguội như cán nguội, kéo dây và uốn cong. Sau khi gia công, tiến hành xử lý hóa già để tạo ra vật liệu thép có độ đàn hồi cao. Việc xử lý hóa già không những có thể được thực hiện trên dây chuyền liên tục mà còn có thể được thực hiện theo mẻ sau khi gia công thành các chi tiết khác nhau.

Độ biến dạng tương đương có nghĩa là mức độ biến dạng trong ứng suất đơn hướng tương ứng với độ biến dạng trong ứng suất đa trục. Độ biến dạng tương đương ϵ_e được thể hiện bằng công thức (5) dưới đây:

$$\epsilon_e = [(2/3) \times (\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 + \epsilon_3^2)]^{1/2} \quad (5)$$

trong đó độ biến dạng chính được thể hiện bởi ϵ_1 , ϵ_2 và ϵ_3 .

Độ biến dạng tương đương trong trường hợp cán được thể hiện bằng công thức (6) dưới đây:

$$\varepsilon_e = (2/3)^{1/2} \times \ln(h_0/h_1) \quad (6)$$

trong đó h_0 là độ dày (mm) trước khi cán, và h_1 là độ dày (mm) sau khi cán.

Theo một phương án, sáng chế còn đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính và có giới hạn đàn hồi cao, trong phương pháp này, tấm thép không gỉ nêu trên được cán nguội với hệ số thu nhỏ sau khi cán 40% hoặc cao hơn (ví dụ, nằm trong khoảng từ 40 đến 80%), và sau đó tấm thép không gỉ này được xử lý hóa già ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 đến 600°C trong điều kiện đáp ứng biểu thức sau (4):

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

Giả sử rằng ứng suất giới hạn đàn hồi theo hướng cán của tấm thép trước khi xử lý hóa già được thể hiện bởi $\sigma_{0,01}[0]$ (N/mm²), và ứng suất giới hạn đàn hồi theo hướng cán của tấm thép này sau khi xử lý hóa già được thể hiện bởi $\sigma_{0,01}[1]$ (N/mm²), số gia ứng suất giới hạn đàn hồi $\Delta\sigma_{0,01}$ trước và sau khi xử lý hóa già được thể hiện bởi công thức (2) sau đây:

$$\Delta\sigma_{0,01} = \sigma_{0,01}[1] - \sigma_{0,01}[0] \quad (2)$$

Trong trường hợp tấm thép không gỉ austenit theo sáng chế, $\Delta\sigma_{0,01}$ lớn hơn hoặc bằng 150 N/mm² theo điều kiện hóa già nêu trên. Ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$ là ứng suất tạo ra sự biến dạng dư bằng 0,01%, và có thể thu được bằng phương pháp dịch chuyển so với đường cong ứng suất-độ biến dạng được xác định bằng thử nghiệm kéo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ thể hiện bản đồ IPF và KAM của mặt phẳng ND được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược (electron back scatter diffraction: EBSD) của vật liệu cán nguội thu được bằng cách cán nguội với hệ số thu nhỏ sau khi cán 40% so với vật liệu được tôi có đường kính các hạt tinh thể trung bình khác nhau;

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa đương lượng Ni và độ từ thẩm; và

Fig.3 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa $d^{-1/2}$ và $\Delta\sigma_{0,01}$.

Mô tả chi tiết sáng chế

Giá trị $d^{-1/2}$ (nghĩa là số đảo của căn bậc hai của d), trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , sau đây được gọi là đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$. Các tác giả sáng chế đã phát hiện được rằng khi đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ giảm đi 0,40 hoặc ít hơn, các hạt tinh thể austenit tạo ra cấu trúc bằng cách quay theo hướng vuông góc do sự biến dạng gia công, nhưng ứng suất giới hạn đàn hồi được tăng lên nhờ sự đồng nhất hóa và điều chỉnh độ biến dạng.

Bằng cách sử dụng thép A1 trong Bảng 1 được mô tả dưới đây, Fig.1 thể hiện bản đồ IPF và KAM của mặt phẳng ND được xác định bằng phương pháp EBSD đối với vật liệu cán nguội thu được bằng cách cán nguội trong điều kiện hệ số thu nhỏ sau khi cán 40% và nhiệt độ cán bằng 70°C đối với vật liệu tôi có đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ bằng 0,20 ($d = 25\mu\text{m}$) và vật liệu tôi có đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ bằng 0,62 ($d = 2,6\mu\text{m}$). Bản đồ KAM cho thấy mức độ thay đổi của sự định hướng tinh thể cục bộ trong hạt tinh thể, và được cho là có liên quan tỷ lệ với mức độ biến dạng dẻo. Nói theo cách khác, mật độ màu trên bản đồ KAM thể hiện mức độ biến dạng. Vật liệu có đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ bằng 0,62 ($d = 2,6\mu\text{m}$) có mức độ biến dạng lớn hơn tích tụ trong hạt tinh thể và sự khác biệt về mật độ màu nhỏ hơn, và do đó có thể được cho là có sự thay đổi về mức độ biến dạng nhỏ hơn so với vật liệu có đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ bằng 0,20 ($d = 25\mu\text{m}$). Thép có cấu trúc đồng nhất và độ biến dạng nhỏ như vật liệu này có thể có giới hạn đàn hồi được tăng lên đáng kể bằng cách xử lý hóa già.

Theo sáng chế, các mẫu thép đáp ứng yêu cầu về martensit không được đưa vào ngay cả khi được gia công trong điều kiện khắc nghiệt, và hiện tượng không từ tính vẫn được duy trì trong điều kiện sử dụng này, được sử dụng. Đối với chỉ số để đảm bảo cho các yêu cầu này, đương lượng Ni trong tài liệu sáng chế 1 được đề xuất bởi các tác giả sáng chế là hữu hiệu.

Cụ thể, cần độ từ thẩm nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 trong từ trường 1 kOe (79,58 kA/m) để tác dụng vào chi tiết được sử dụng trong các loại thiết bị và dụng cụ

khác nhau bằng cách sử dụng hiện tượng không từ tính. Đối với độ từ thẩm này, giá trị đương lượng Ni xác định được theo công thức (1) hoặc (3) dưới đây cần phải lớn hơn hoặc bằng 19,0. Công thức (3) được áp dụng cho thép chứa ít nhất một nguyên tố trong số Mo, V, Nb, Ti và B, và công thức (1) được áp dụng cho các trường hợp còn lại. Trong các công thức này, mỗi ký hiệu nguyên tố thể hiện hàm lượng của nguyên tố tương ứng tính theo tỷ lệ % khối lượng. Trong trường hợp công thức (3) được áp dụng, ký hiệu của các nguyên tố Mo, V, Nb, Ti và B không được thêm vào và lượng của chúng bằng 0.

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 \quad (1)$$

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 + 0,6\text{Mo} + 2,3(\text{V} + \text{Nb} + \text{Ti}) \quad (3)$$

Fig.2 thể hiện mức độ ảnh hưởng của đương lượng Ni đối với độ từ thẩm trong từ trường 1 kOe (79,58 kA/m) của vật liệu được cán nguội 80% bằng cách sử dụng thép không gỉ austenit được thể hiện trong Bảng 1 được mô tả dưới đây. Cần hiểu rằng hiện tượng không từ tính nghĩa là độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 ($\mu - 1$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100), được duy trì trong trường hợp giá trị đương lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 19,0.

Để tăng đương lượng Ni, việc tăng lượng Ni và Mn là hữu hiệu nhưng khả năng tăng cứng khi gia công của thép có thể bị giảm đi khi hàm lượng của các nguyên tố này quá lớn, và do đó tốt hơn là đương lượng Ni nằm trong khoảng từ 19,0 đến 21,0.

Thép có tỷ lệ thành phần đã xác định trên đây được tạo hình thành tấm thép được cán nguội bằng cách cán nóng và gia công nguội bình thường, và sau đó được tôi để tạo ra tấm thép theo sáng chế. Trong trường hợp này, điều quan trọng là thực hiện quá trình tôi trong điều kiện để tạo ra đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ lớn hơn hoặc bằng 0,40. Để đạt được đường kính hạt tinh thể này, tốt hơn là nhiệt độ tôi nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 700°C và nhỏ hơn hoặc bằng 1000°C, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 700°C và nhỏ hơn hoặc bằng 860°C. Khi tính đến mức độ cán nguội giảm trước khi tôi, điều kiện tôi được chọn để tạo ra đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ lớn hơn hoặc bằng 0,40. Có thể thu được điều kiện tôi từ

trước bằng cách thử nghiệm sơ bộ tương ứng với dây chuyền sản xuất. Tốt hơn, nếu đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ lớn hơn hoặc bằng 0,45, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,50. Tuy nhiên, các hạt tinh thể austenit nhất thiết phải được tạo ra từ các hạt tái kết tinh.

Tấm thép theo sáng chế có đường kính hạt tinh thể austenit $d^{-1/2}$ được điều chỉnh như được thể hiện trên đây có thể được tạo hình thành dạng chi tiết bằng cách đột dập và sau đó gia công nguội, như uốn cong, và sau đó có thể được tạo độ đàn hồi cao bằng cách xử lý hóa già. Hiện tượng không từ tính của tấm thép có thể được duy trì ngay cả khi tấm thép này được gia công nguội trong điều kiện khắc nghiệt để tạo ra độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50. Trong trường hợp tấm thép không gỉ austenit có giới hạn đàn hồi cao được dùng làm vật liệu tấm thép, có thể thực hiện việc cán là để điều chỉnh độ dày và làm tăng độ bền, và sau đó tấm thép này có thể được xử lý hóa già. Trong trường hợp này, quá trình tôi được thực hiện trước khi cán là, và do đó trong một số trường hợp, quá trình tôi này có thể được gọi là "tôi trước khi cán là". Hiện tượng không từ tính có thể được duy trì ngay cả khi quá trình cán là được thực hiện với hệ số thu nhỏ sau khi cán để tạo ra độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,5. Có thể có lợi hơn nếu mức độ cán là giảm 40% hoặc cao hơn (tương ứng với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,59 theo công thức (6)) để làm tăng độ bền. Có thể không xác định được giới hạn trên cụ thể của mức độ cán là giảm, tuy nhiên, do sự tăng cứng khi gia công quá mức có thể gây khó khăn cho việc gia công các chi tiết sau đó, tốt hơn là quá trình cán là được thực hiện với hệ số thu nhỏ sau khi cán 80% hoặc thấp hơn (tương ứng với độ biến dạng tương đương theo công thức (6) nhỏ hơn hoặc bằng 1,86). Mức độ gia công nguội có thể được kiểm soát trong khoảng sao cho tạo ra độ biến dạng tương đương nhỏ hơn hoặc bằng 1,5.

Do đó, tấm thép không gỉ austenit có đường kính hạt tinh thể nhỏ có thể tạo ra cấu trúc có sự phân bố độ biến dạng gia công đồng đều khi được cán là. Theo đó, ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$ dưới dạng chỉ số giới hạn đàn hồi có thể được tăng lên đáng kể khi tấm thép được xử lý hóa già sau đó. Tốt hơn, nếu điều kiện xử lý hóa già có nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 đến 600°C và điều kiện đáp ứng

biểu thức (4) sau đây:

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

Bằng cách xử lý hóa già tấm thép theo sáng chế trong điều kiện nêu trên, số gia ứng suất giới hạn đàn hồi $\Delta\sigma_{0,01}$ trước và sau khi xử lý hóa già được thể hiện bằng công thức (2) sau đây có thể lớn hơn hoặc bằng 150 N/mm^2 :

$$\Delta\sigma_{0,01} = \sigma_{0,01}[1] - \sigma_{0,01}[0] \quad (2)$$

trong đó $\sigma_{0,01}[0]$ là ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$ (N/mm^2) theo hướng cán của tấm thép trước khi xử lý hóa già, và $\sigma_{0,01}[1]$ là ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$ (N/mm^2) theo hướng cán của tấm thép sau khi xử lý hóa già.

Khoảng hàm lượng của các thành phần hợp kim sẽ được mô tả dưới đây. Tỷ lệ % các thành phần của hợp kim có nghĩa là tỷ lệ % theo khối lượng, trừ khi được chỉ rõ theo cách khác.

Hàm lượng C nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%

C là nguyên tố có tác dụng làm ổn định tốt pha austenit và làm gia tăng độ bền bằng cách gia công. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng C lớn hơn hoặc bằng 0,02%. Sự tăng hàm lượng C có thể là yếu tố làm giảm độ bền chống ăn mòn và đặc tính tương tự, và do đó hàm lượng C cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,09%.

Hàm lượng Si nằm trong khoảng từ 0,30 đến 3,00%

Si là nguyên tố có tác dụng làm tăng độ bền, và hàm lượng Si cần lớn hơn hoặc bằng 0,30. Tuy nhiên, sự tăng hàm lượng Si có thể làm tăng đáng kể độ từ thẩm sau khi gia công nguội nên không duy trì được hiện tượng không từ tính. Qua nhiều đánh giá khác nhau, hàm lượng Si cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 3,00%.

Hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 2,0 đến 9,0%

Mn là nguyên tố có tác dụng làm ổn định austenit giống như Ni, và ngăn ngừa

sự gia tăng độ từ thẩm do việc gia công nguội. Mn còn là nguyên tố làm gia tăng độ hòa tan chất rắn của N. Để có các tác dụng này, hàm lượng Mn cần lớn hơn hoặc bằng 2,0%. Hàm lượng Mn lớn có thể là yếu tố làm giảm độ bền ở nhiệt độ thấp, và do đó hàm lượng Mn cần nhỏ hơn hoặc bằng 9,0%.

Hàm lượng Cr nằm trong khoảng từ 11,0 đến 20,0%

Cr là thành phần cơ bản của thép không gỉ và hàm lượng của thành phần này cần lớn hơn hoặc bằng 11,0% để tạo ra độ bền chống ăn mòn. Tốt hơn, nếu hàm lượng Cr lớn hơn hoặc bằng 16,0% để làm tăng độ bền chống ăn mòn. Khi hàm lượng Cr tăng lên, lượng ferit δ tạo ra có thể được tăng lên làm cản trở tác dụng duy trì hiện tượng không từ tính. Hàm lượng Cr cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 20,0%.

Hàm lượng Ni nằm trong khoảng từ 7,0 đến 15,0%

Ni là nguyên tố cần thiết để làm ổn định pha austenit. Hàm lượng Ni cần bằng 7,0% để đảm bảo duy trì được hiện tượng không từ tính sau khi gia công nguội. Hàm lượng Ni lớn có thể yếu tố làm giảm hiệu quả gia tăng độ bền khi cán nguội, và do đó hàm lượng Ni cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 15,0%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 14,0%.

Hàm lượng N nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%

N là nguyên tố có tác dụng làm tăng độ bền và làm ổn định pha austenit. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng N lớn hơn hoặc bằng 0,02%. Tuy nhiên, khi hàm lượng N tăng lên, trong một số trường hợp, có thể không thu được tấm đúc được trong tình trạng tốt. Theo sáng chế, hàm lượng N cần được giới hạn để nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%.

Hàm lượng Mo nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%

Mo có tác dụng hữu ích bao gồm làm gia tăng độ bền chống ăn mòn và khả năng tăng cứng khi gia công, và do đó có thể được thêm vào, nếu cần. Trong trường hợp Mo được thêm vào, tốt hơn nếu hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,2%. Tuy

nhiên, khi Mo được thêm vào với lượng lớn, có thể làm tăng lượng ferit δ được tạo ra, điều này gây bất lợi cho việc duy trì hiện tượng không từ tính. Trong trường hợp Mo được thêm vào, hàm lượng của nó cần nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5%.

Hàm lượng V nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, hàm lượng Nb: nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, hàm lượng Ti: nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%

Tất cả các nguyên tố V, Nb và Ti đều có tác dụng làm tăng khả năng tăng cứng khi gia công, và do đó ít nhất một trong số các nguyên tố này có thể được thêm vào, nếu cần. Trong trường hợp các nguyên tố này được thêm vào, tốt hơn nếu hàm lượng của chúng là như sau: hàm lượng V lớn hơn hoặc bằng 0,1%, hàm lượng Nb lớn hơn hoặc bằng 0,1%, và hàm lượng Ti lớn hơn hoặc bằng 0,1%. Tuy nhiên, khi các nguyên tố này được thêm vào với lượng lớn, có thể làm giảm khả năng gia công nóng và sự tạo ra ferit δ . Trong trường hợp ít nhất một trong số các nguyên tố này được thêm vào, lượng của mỗi nguyên tố cần nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

Hàm lượng B nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%

B có tác dụng cải thiện khả năng gia công nóng, và do đó có thể được thêm vào, nếu cần, với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%. Trong trường hợp B được thêm vào, tốt hơn nếu lượng của nguyên tố này lớn hơn hoặc bằng 0,001%.

Ngoài các nguyên tố nêu trên, Ca và REM (các nguyên tố đất hiếm) được dùng làm chất khử oxy và chất tách lưu huỳnh có thể được đưa vào với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,01%. Al được sử dụng làm chất khử oxy có thể được đưa vào với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các loại thép có thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1 được sản xuất bằng lò nấu chảy trong chân không, được cán nóng, sau đó được xử lý bằng dung dịch và gia công nguội, được tôi trung gian và cán nguội một hoặc nhiều lần, được tôi hoàn thiện (tương ứng với việc tôi trước khi cán là), sau đó được cán là để

tạo ra độ dày 0,2mm, và được xử lý hóa già tiếp. Điều kiện xử lý hóa già là $500^{\circ}\text{C} \times 1$ giờ. Trong trường hợp này, giá trị $T(\log t + 20)$ trong biểu thức (4) bằng 15460. Nhiệt độ tôi hoàn thiện và mức độ cán là giảm được thể hiện trong Bảng 2. Độ biến dạng tương đương theo công thức (6) bằng 0,59 đối với trường hợp mức độ cán giảm 40%, bằng 1,06 đối với trường hợp mức độ cán giảm 60%, và bằng 1,39 đối với trường hợp mức độ cán giảm 70%.

Mặt phẳng ND của vật liệu tôi hoàn thiện thu được được quan sát về cấu trúc của nó, và thu được đường kính trung bình d của các hạt tinh thể austenit theo đường kính vòng tròn tương đương bằng cách phân tích hình ảnh. Đường kính trung bình của hạt tinh thể d và đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ được thể hiện trong Bảng 2.

Xác định độ cứng Vickers của bề mặt tấm vật liệu được cán là phẳng. Mẫu thử nghiệm JIS 13B song song với hướng cán được thử nghiệm kéo với tỷ lệ kéo $1,67 \times 10^{-3} \text{ (s}^{-1}\text{)}$ để xác định ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$, ứng suất thử kéo $0,2\%$ $\sigma_{0,2}$, và độ bền kéo σ_B . Xác định độ từ thẩm của vật liệu cán là trong từ trường 1 kOe (79,58 kA/m) bằng từ kế mẫu rung (sản phẩm của công ty Riken Denshi Co., Ltd.). Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 2.

Xác định độ cứng, ứng suất $\sigma_{0,01}$, $\sigma_{0,2}$ và σ_B của vật liệu đã được xử lý hóa già theo cách giống như đối với vật liệu được cán là. Mẫu thử nghiệm sau khi thử nghiệm kéo được xác định tỷ lệ co theo mặt cắt ngang (mức độ giảm) trong phần bị vỡ. Thu được số gia $\Delta\sigma_{0,01}$ của ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$ do việc xử lý hóa già từ biểu thức (2), và từ đó đánh giá hiệu quả làm gia tăng giới hạn đàn hồi. Các giá trị được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 1

Thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)													Đương lượng	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N	Mo	V	Nb	Ti	B	Ni	
A1	0,052	0,62	2,80	0,023	0,006	12,90	18,20	0,090	-	-	-	-	-	19,19	
A2	0,073	0,60	3,53	0,021	0,004	12,70	17,60	0,120	-	-	-	-	-	19,82	
A3	0,024	1,70	4,24	0,020	0,007	12,88	19,88	0,190	-	-	-	-	-	20,76	
A4	0,050	2,81	3,90	0,018	0,006	12,46	18,70	0,154	-	-	-	-	-	19,27	
A5	0,060	1,70	3,31	0,025	0,010	12,44	18,00	0,132	2,00	-	-	-	-	20,41	
A6	0,052	1,64	3,10	0,030	0,009	12,42	17,98	0,141	-	0,34	-	-	-	19,87	
A7	0,060	1,50	3,40	0,025	0,009	12,40	18,20	0,140	-	-	0,35	-	-	20,21	
A8	0,064	1,63	3,00	0,028	0,011	12,60	18,12	0,189	-	-	-	0,45	-	20,86	
A9	0,090	0,50	8,80	0,025	0,011	7,50	20,00	0,290	-	-	-	-	-	20,03	
A10	0,120	0,59	3,50	0,021	0,009	13,98	17,00	0,100	-	-	-	-	-	21,23	
A11	0,119	0,78	6,60	0,019	0,013	14,90	11,80	0,080	-	-	-	-	-	22,85	
A12	0,050	0,59	3,10	0,022	0,007	13,00	17,98	0,088	-	-	-	-	0,0055	19,40	
A13	0,050	0,58	1,10	0,031	0,011	8,30	18,22	0,019	-	-	-	-	-	12,87	
A14	0,015	0,55	1,13	0,033	0,012	9,99	18,60	0,015	-	-	-	-	-	14,27	
A15	0,059	0,49	1,54	0,034	0,008	9,80	18,41	0,148	-	-	-	-	-	16,02	

giá trị được gạch chân: nằm ngoài khoảng giá trị của sáng chế

Bảng 2

Nhóm	Số thứ tự	Thép	Đương lượng Ni	Vật liệu được tôi hoàn thiện			Vật liệu được cán là						Vật liệu được xử lý hóa già					
				Nhiệt độ tối (°C)	Đường kính trung bình của hạt tính thể d (μm)	Đường kính hạt tính thể d ^{1/2}	Mức độ cán là (%)	Độ cứng (HV)	σ _{0,01} (N/mm ²)	σ _{0,2} (N/mm ²)	σ _B (N/mm ²)	Độ từ thẩm μ	σ _{0,01} (N/mm ²)	σ _{0,2} (N/mm ²)	σ _B (N/mm ²)	Δσ _{0,01} (N/mm ²)	Mức độ giảm (%)	Độ cứng (HV)
Theo sáng chế	1	A1	19,19	800	0,5	1,41	40	421	804	1202	1262	1,0091	1050	1419	1470	246	31	470
	2			850	2,8	0,60		392	762	1142	1202	1,0090	962	1381	1400	200	33	442
	3			900	5,0	0,45		373	700	1037	1097	1,0087	900	1302	1350	200	36	420
	4	A2	19,82	850	3,0	0,58	70	381	753	1132	1192	1,0048	948	1348	1400	195	34	431
	5	A3	20,76		393	762		1144	1204	1,0043	955	1380	1400	193	35	443		
	6	A4	19,27		2,8	0,60		40	380	754	1135	1195	1,0075	1000	1370	1380	246	34
	7			60			448	903	1355	1420	1,0080	1098	1439	1460	195	33	501	
	8			70			459	918	1377	1440	1,0090	1154	1455	1465	236	30	509	
	9	A5	20,41	850	3,0	0,58	40	381	768	1154	1214	1,0045	955	1387	1405	187	32	431
	10	A6	19,87		2,7	0,61		381	754	1133	1193	1,0050	966	1384	1403	212	31	433
	11	A7	20,21		3,3	0,55		377	766	1150	1210	1,0062	941	1383	1398	175	33	427
	12	A8	20,86	850	2,3	0,66	40	379	755	1130	1190	1,0058	950	1378	1399	195	32	434
	13	A9	20,03		3,0	0,58		380	760	1151	1211	1,0040	964	1382	1407	204	30	433
	14	A10	21,23		1,8	0,75		400	900	1366	1446	1,0038	1100	1412	1472	200	30	467
	15	A11	22,85	850	2,0	0,71	40	381	881	1278	1321	1,0054	1099	1398	1467	218	30	470
	16	A12	19,40		1,5	0,82		390	760	1140	1200	1,0061	960	1380	1399	200	34	471
So sánh	17	A1	19,19		1050	25,0		0,20	40	360	740	1111	1170	1,0090	800	1198	1240	60
	18	A2	19,82	28,0		0,19	374	731		1103	1160	1,0048	780	1178	1198	49	42	397
	19	A3	20,76	27,0		0,19	371	724		1086	1146	1,0043	790	1193	1203	66	40	404
	20	A4	19,27	850	20,0	0,22	70	402	804	1206	1266	1,0075	890	1270	1289	86	10	410
	21	A13	12,87		3,1	0,57		370	603	1000	1060	6,4560	750	1204	1255	147	42	363
	22	A14	14,27		2,8	0,60		375	610	1021	1081	5,5611	760	1190	1212	150	45	370
	23	A15	16,02	3,3	0,55	380	630	1050	1110	2,5222	780	1190	1248	150	40	380		

giá trị được gạch chân: nằm ngoài khoảng giá trị của sáng chế

Fig.3 thể hiện mối quan hệ giữa đường kính hạt tinh thể $d^{-1/2}$ và số gia ứng suất giới hạn đàn hồi $\Delta\sigma_{0,01}$ trước và sau khi xử lý hóa già. Cần hiểu rằng các mẫu theo sáng chế mà có các hạt tinh thể austenit được đã được xử lý để có $d^{-1/2}$ lớn hơn hoặc bằng 0,40 trong khi tôi trước khi cán, có ứng suất giới hạn đàn hồi được tăng lên đáng kể trong khi xử lý hóa già trước khi cán là. Ngoài ra, như được thể hiện trong Bảng 2, tấm thép theo sáng chế có độ co theo mặt cắt ngang (mức độ giảm) trong phần bị vỡ sau khi thử nghiệm kéo là lớn hơn hoặc bằng 30%, điều này có nghĩa là tấm thép này có độ bền cao sau khi xử lý hóa già.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Tấm thép không gỉ austenit theo sáng chế có thể được dùng làm chi tiết sử dụng trong nhiều loại thiết bị và dụng cụ khác nhau và có thể duy trì hiện tượng không từ tính ngay cả sau khi gia công trong điều kiện khắc nghiệt. Tấm thép này có thể không nhất thiết phải chứa Mo đắt tiền và do đó có hiệu quả chi phí cao hơn so với thép SUS316. Việc sử dụng tấm thép theo sáng chế làm nguyên liệu có thể dễ dàng tạo ra vật liệu thép có độ bền cao để có giới hạn đàn hồi cao sau khi xử lý hóa già, và vật liệu thép này còn có độ bền rất tốt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính có giới hạn đàn hồi cao và độ bền cao, phương pháp này có các công đoạn:

cán nguội tấm thép không gỉ austenit chứa C với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 15,0%, Cr với lượng từ 11,0 tới 20,0%, và N với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50 với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%; và

xử lý hóa già tấm thép không gỉ ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 tới 600°C ở điều kiện thỏa mãn công thức (4) sau đây:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 \quad (1)$$

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

2. Phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính có giới hạn đàn hồi cao và độ bền cao, phương pháp này có các công đoạn:

cán nguội tấm thép không gỉ austenit chứa C với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 15,0%, Cr với lượng từ 11,0 tới 20,0%, và N với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, và còn có ít nhất một thành phần trong số Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, V với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (3) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$

($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50 với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%; và

xử lý hóa già tấm thép không gỉ ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 tới 600°C ở điều kiện thỏa mãn công thức (4) sau đây:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 + 0,6\text{Mo} + 2,3(\text{V} + \text{Nb} + \text{Ti}) \quad (3)$$

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

3. Phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính có giới hạn đàn hồi cao và độ bền cao, phương pháp này có các công đoạn:

cán nguội tấm thép không gỉ austenit chứa C với lượng từ 0,02 tới 0,09%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 14,0%, Cr với lượng từ 16,0 tới 20,0%, và N với lượng từ 0,02 tới 0,30%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50 với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%; và

xử lý hóa già tấm thép không gỉ ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 tới 600°C ở điều kiện thỏa mãn công thức (4) sau đây:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 \quad (1)$$

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

4. Phương pháp sản xuất vật liệu thép không gỉ không từ tính có giới hạn đàn hồi cao

và độ bền cao, phương pháp này có các công đoạn:

cán nguội tấm thép không gỉ austenit chứa C với lượng từ 0,02 tới 0,09%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 14,0%, Cr với lượng từ 16,0 tới 20,0%, và N với lượng từ 0,02 tới 0,30%, và còn có ít nhất một thành phần trong số Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, V với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (3) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50 với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%; và

xử lý hóa già tấm thép không gỉ ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 tới 600°C ở điều kiện thỏa mãn công thức (4) sau đây:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 + 0,6\text{Mo} + 2,3(\text{V} + \text{Nb} + \text{Ti}) \quad (3)$$

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

5. Tấm thép không gỉ austenit chứa C với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 15,0%, Cr với lượng từ 11,0 tới 20,0%, và N với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng

0,50:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 \quad (1)$$

6. Tăm thép không gỉ austenit chứa C với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,12%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 15,0%, Cr với lượng từ 11,0 tới 20,0%, và N với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, và còn có ít nhất một thành phần trong số Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, V với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (3) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 + 0,6\text{Mo} + 2,3(\text{V} + \text{Nb} + \text{Ti}) \quad (3)$$

7. Tăm thép không gỉ austenit chứa C với lượng từ 0,02 tới 0,09%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 14,0%, Cr với lượng từ 16,0 tới 20,0%, và N với lượng từ 0,02 tới 0,30%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 \quad (1)$$

8. Tăm thép không gỉ austenit chứa C với lượng từ 0,02 tới 0,09%, Si với lượng từ 0,30 tới 3,00%, Mn với lượng từ 2,0 tới 9,0%, Ni với lượng từ 7,0 tới 14,0%, Cr với lượng từ 16,0 tới 20,0%, và N với lượng từ 0,02 tới 0,30%, và còn có ít nhất một thành phần trong số Mo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, V với lượng nhỏ hơn

hoặc bằng 1,0%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó thành phần tấm này có đương lượng Ni được xác định bằng công thức (3) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 19,0, có giá trị của $d^{-1/2}$ ($\mu\text{m}^{-1/2}$) là lớn hơn hoặc bằng 0,40, trong đó d là đường kính trung bình của hạt tinh thể austenit tính theo μm , và có đặc tính tạo ra độ từ thẩm μ nhỏ hơn hoặc bằng 1,0100 sau khi được cán nguội với độ biến dạng tương đương lớn hơn hoặc bằng 0,50:

$$\text{đương lượng Ni} = \text{Ni} + 0,6\text{Mn} + 9,69(\text{C} + \text{N}) + 0,18\text{Cr} - 0,11\text{Si}^2 + 0,6\text{Mo} + 2,3(\text{V} + \text{Nb} + \text{Ti}) \quad (3)$$

9. Tấm thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 tới 8, trong đó tấm thép không gỉ này có đặc tính tạo ra số gia ứng suất giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,01}$ trước và sau khi xử lý hóa già lớn hơn hoặc bằng 150 N/mm^2 , sau khi tấm thép không gỉ này được cán nguội với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%, và được xử lý hóa già ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 tới 600°C ở điều kiện thỏa mãn công thức (4) sau đây:

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

10. Tấm thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 tới 8, trong đó tấm thép không gỉ này được sử dụng trong phương pháp bao gồm các công đoạn: cán nguội tấm thép với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%, và tiếp đó xử lý hóa già tấm thép ở nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300 tới 600°C ở điều kiện thỏa mãn công thức (4) sau đây:

$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian hóa già (giờ).

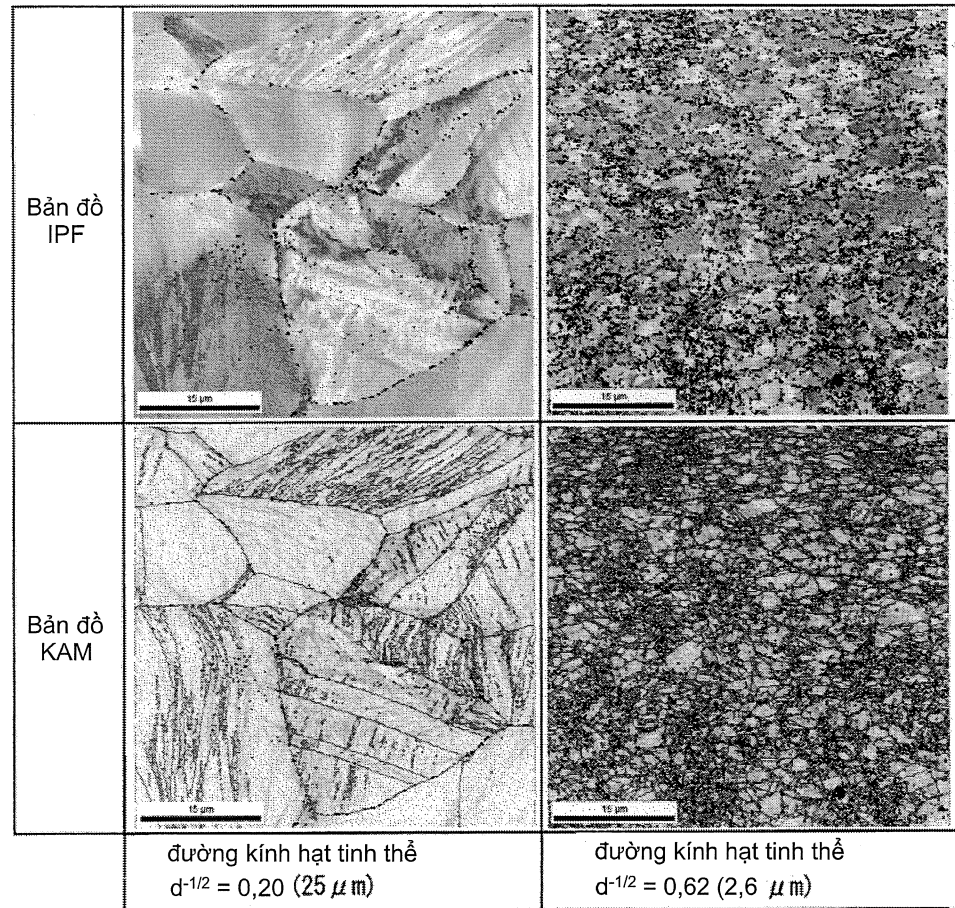
11. Phương pháp sản xuất vật liệu thép không từ tính có giới hạn đàn hồi cao bằng cách xử lý tấm thép không gỉ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 tới 8 trong các công đoạn sau:

cán nguội với hệ số thu nhỏ sau khi cán lớn hơn hoặc bằng 40%; và
xử lý hóa già ở những điều kiện có nhiệt độ hóa già nằm trong khoảng từ 300
tới 600°C, và thỏa mãn công thức (4) sau đây:

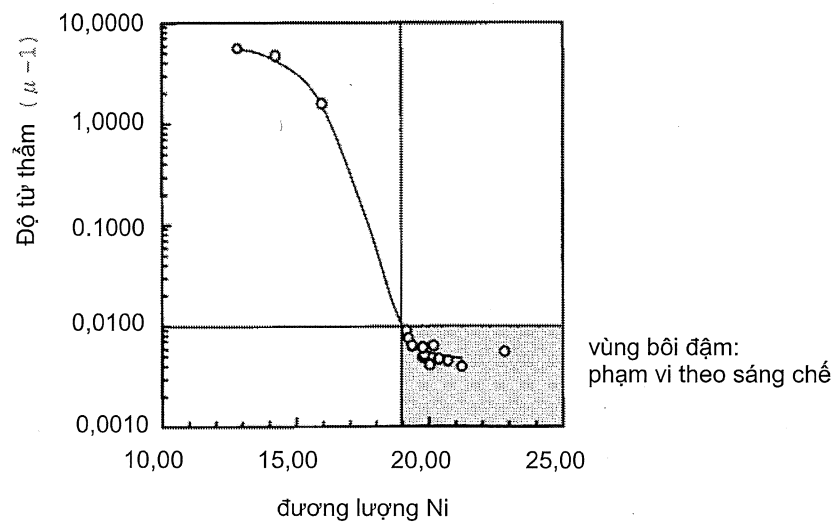
$$13000 < T(\log t + 20) < 16500 \quad (4)$$

trong đó T là nhiệt độ hóa già (K) tính theo nhiệt độ tuyệt đối, và t là thời gian
hóa già (giờ).

[Fig.1]



[Fig.2]



[Fig.3]

