



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**

(11)



CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

1-0023124

(51)⁷ **C22C 38/12, C21D 8/02, C23C 2/00**

(13) **B**

(21) 1-2012-03149

(22) 24.10.2012

(45) 25.02.2020 383

(43) 25.04.2014 313

(73) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) KIZU, Taro (JP), FUNAKAWA, Yoshimasa (JP)

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) **TẤM THÉP CÁN NGUỘI CÓ ĐỘ BỀN CAO VÀ TẤM THÉP MẠ CÓ ĐỘ THẨM TÔI KHI NUNG VÀ KHẢ NĂNG TẠO HÌNH CAO VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CÁC TẤM THÉP NÀY**

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao. Cụ thể là, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm các nguyên tố sau, tính theo % khối lượng: C: từ 0,0010% đến 0,0040%; Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn; Mn: từ 0,1% đến 1,0%; P: 0,10% hoặc nhỏ hơn; S: 0,03% hoặc nhỏ hơn; Al: từ 0,01% đến 0,10%; N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Nb: từ 0,005% đến 0,025%; và lượng còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó $[\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}] \leq 10$ và $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] \geq 100$ và tấm thép có độ bền kéo (TS): ít nhất là bằng 340 MPa, trị số thấm tôi khi nung (BH): ít nhất là bằng 30 MPa, độ giãn dài đồng đều: ít nhất là bằng 18% và độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình già hóa tiến triển: không nhỏ hơn 1,0% (ký hiệu "[% M]" thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của M trong thép).

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền cao và tấm thép mạ có độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, thích hợp làm bộ phận dạng tấm cửa ô tô, nắp chụp và dạng tương tự, cũng như các bộ phận được sơn bóng cần sấy dùng cho các máy bán hàng, các bàn làm việc, các thiết bị điện gia dụng, trang thiết bị tự động văn phòng, các vật liệu xây dựng nhà ở và các dạng tương tự. Sáng chế còn đề cập đến các phương pháp sản xuất các tấm thép này.

Theo sáng chế, thuật ngữ “tấm thép” thể hiện tấm thép cán nguội mà độ dày tấm là bằng 2,0mm hoặc nhỏ hơn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, cùng với sự gia tăng vấn đề xã hội về các vấn đề ô nhiễm toàn cầu, đã có yêu cầu tăng đối với việc sử dụng hạn chế các tấm thép cần một lượng tương đối lớn khí CO₂ phát ra trong quá trình sản xuất các tấm thép. Hơn nữa, trong ngành công nghiệp ô tô và các ngành tương tự, có yêu cầu gia tăng đối với các phương tiện giao thông có trọng lượng nhẹ nhằm cải thiện hiệu suất tiêu thụ nhiên liệu và làm giảm lượng khí xả.

Để đáp ứng một cách hữu hiệu các yêu cầu này, cho rằng cần làm tăng độ bền của tấm thép và làm cho nó mỏng hơn, tức là tạo ra tấm thép có độ bền cao. Tuy nhiên, trong trường hợp của tấm thép có độ bền cao này, thì các vấn đề nảy sinh như việc tạo ra các cấu trúc khuyết tật do sự giãn ngược trong quá trình dập tạo hình và sự xuất hiện các vết nứt do sự tập trung ứng suất gây ra bởi sự thiếu đồng đều trong quá trình kéo giãn của thép.

Thông thường, chi tiết dập tạo hình này của tấm thép như nêu trên thường cho trải qua quá trình nung thành phẩm sau khi dập tạo hình. Trong trường hợp này, có yêu cầu cao đối với tấm thép có độ bền cao, mà độ bền có thể tiếp tục được tăng cường bằng cách sử dụng nhiệt trong quá trình nung thành phẩm sau khi dập tạo hình.

Để làm ví dụ về phương án cụ thể của tấm thép có độ thấm tôi khi nung tốt, đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số JP-A 58 084929 bộc lộ công nghệ, trong đó tấm thép

chứa hàm lượng C là bằng 0,01% khối lượng hoặc nhỏ hơn, cải thiện các đặc tính hóa già của nó bằng cách xác định tỷ lệ B/N là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,6 (trong đó N được cố định) và tạo ra tấm thép có độ thấm tôi khi nung bằng cách xác định tỷ lệ Nb/C là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 4 (sao cho chất tan cacbon nằm lại được trong thép). Hơn nữa, đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số JP-A 02-197549 bộc lộ công nghệ, trong đó tấm thép chứa hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,0035% và hàm lượng Ti là bằng 0,005% hoặc lớn hơn (% khối lượng), tạo ra tấm thép có độ thấm tôi khi nung nhờ việc xác định tỷ lệ $(Ti/48)/(S/32 + N/14)$ là không lớn hơn 1,0 (tức là, cố định S và N nhờ Ti) và điều chỉnh việc bổ sung cacbon sao cho tất cả các hàm lượng của cacbon được bổ sung là tương đương với hàm lượng chất tan cacbon.

Tuy nhiên, công nghệ theo JP-A 58 084929 có vấn đề là khó làm tăng độ bền của tấm thép đến mức theo yêu cầu.

Hơn nữa, công nghệ theo JP-A 02-197549 có vấn đề là mặc dù tấm thép theo công nghệ này có thể làm tăng độ bền đến một mức nào đó, nhưng không thể đảm bảo độ kéo dài đồng nhất ở mức đủ theo yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Như nêu trên, khó tạo ra tấm thép có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo các công nghệ thông thường.

Mục đích của sáng chế là giải quyết một cách có lợi các vấn đề thông thường như nêu trên. Cụ thể là, mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội và tấm thép mạ có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, cũng như phương pháp sản xuất hiệu quả các tấm thép này.

Kết quả của việc nghiên cứu sâu rộng nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi vật liệu thép chứa các thành phần cụ thể được cho qua các quá trình cán nóng, làm nguội, ủ ở nhiệt độ ủ là 550°C hoặc cao hơn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ theo thứ tự này, thì có thể tạo ra tấm thép với độ thấm tôi khi nung đã định, khả năng tạo hình và độ bền nhờ việc làm tối ưu hóa tốc độ nung nóng, nhiệt độ nhúng (sự đồng nhất hóa) và thời gian nhúng (sự đồng nhất hóa) và cũng như việc tối ưu hóa mức độ làm giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram.

Sáng chế hoàn thành trên cơ sở các phát hiện nêu trên và các dấu hiệu chủ yếu là như sau:

- (1) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình

cao, bao gồm các nguyên tố sau, tính theo % khối lượng: C: từ 0,0010% đến 0,0040%; Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn; Mn: từ 0,1% đến 1,0%; P: 0,10% hoặc nhỏ hơn; S: 0,03% hoặc nhỏ hơn; Al: từ 0,01% đến 0,10%; N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn; Nb: từ 0,005% đến 0,025%; và lượng còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó $[\% \text{Nb}]/[\% \text{C}] \leq 10$ và $[\% \text{Mn}]/[\% \text{C}] \geq 100$ và tấm thép có độ bền kéo (TS): ít nhất là bằng 340 MPa, trị số thấm tôi khi nung (BH): ít nhất là bằng 30 MPa, độ giãn dài đồng đều: ít nhất là bằng 18% và độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL - Yield Point Elongation – Độ giãn dài theo giới hạn chảy) sau khi già hóa tiến triển: không nhỏ hơn 1,0%.

Trong các công thức nêu trên, ký hiệu “[% M]” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

(2) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo mục (1) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm B: từ 0,0005% đến 0,0030% (% khối lượng).

(3) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo mục (1) hoặc mục (2) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm Ti: từ 0,003% đến 0,050% (% khối lượng).

(4) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm V, Ta, W và Mo với lượng tương ứng là từ 0,005% đến 0,050% (% khối lượng).

(5) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Cr, Ni và Cu tương ứng là từ 0,01% đến 0,10% (% khối lượng).

(6) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo mục bất kỳ trong số các mục (1) hoặc mục (5) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm Sb: từ 0,005% đến 0,050% (% khối lượng).

(7) Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ca và kim loại đất hiếm (REM) (REM - Rare Earth Metal – Kim loại đất hiếm) với lượng tương ứng là từ 0,0005% đến 0,01% (% khối lượng).

(8) Tấm thép mạ bao gồm tấm thép theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (7) nêu trên và lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm các bước: cho vật liệu tấm thép chứa các thành phần theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (7) nêu trên trải qua các quá trình cán nóng, làm nguội, quấn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ và cán ram theo thứ tự này để sản xuất tấm thép, trong đó quá trình quấn được tiến hành ở nhiệt độ là 550°C hoặc cao hơn nữa, quá trình ủ được tiến hành sao cho tốc độ nung nóng là từ nhiệt độ 500°C đến khoảng nhiệt độ nhúng là bằng hoặc cao hơn $0,1 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^{\circ}\text{C/giây}$, nhiệt độ nhúng là nằm trong khoảng từ $(650 + 10 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ đến 900°C và thời gian nhúng là nằm trong khoảng từ 10 giây đến 1000 giây và mức độ giảm chiều dày tấm thép trong quá trình cán ram được xác định là nằm trong khoảng từ $0,8 \times [\% \text{Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{Mn}])\%$.

Trong các công thức nêu trên, ký hiệu “ $[\% \text{M}]$ ” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

(10) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ, bao gồm bước mạ tấm thép thu được theo phương pháp sản xuất của mục (9) nêu trên, sau khi ủ tấm thép, bước mạ sẽ tạo ra màng mạ trên bề mặt của tấm thép này.

(11) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ theo mục (10) nêu trên, trong đó tấm thép này còn bao gồm bước cho màng mạ liên kết sau khi mạ.

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nguội và tấm thép mạ có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, cũng như phương pháp sản xuất các tấm thép này một cách có lợi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa “ $[\% \text{Nb}]/[\% \text{C}]$ ” và trị số thấm tôi khi nung (BH) đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa “ $[\% \text{Mn}]/[\% \text{C}]$ ” và độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

Fig.3 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tốc độ nung nóng và độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tốc độ nung nóng và độ giãn dài

theo giới hạn chảy (YP-EL) đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

Fig.5 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa nhiệt độ nhúng và độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

Fig.6 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa nhiệt độ nhúng và trị số thấm tôi khi nung (BH) đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng; và

Fig.7 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram và độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Trước hết, các lý do vì sao các thành phần của tấm thép được giới hạn trong các khoảng nêu trên theo sáng chế sẽ được mô tả. Theo phương án này, ký hiệu “%” của các thành phần dưới đây thể hiện % khối lượng, trừ khi được quy định khác.

C: từ 0,0010% đến 0,0040%

Cacbon được liên kết với Nb để tạo thành các cacbua mịn, nhờ đó góp phần làm tăng độ bền và cải thiện độ hóa cứng khi gia công nguội của tấm thép. Hơn nữa, cacbon tồn tại dưới dạng chất tan cacbon làm cải thiện độ thấm tôi khi nung. Do đó, hàm lượng C cần ít nhất là bằng bằng 0,0010%. Tuy nhiên, quá nhiều cacbon sẽ làm ảnh hưởng xấu đến các đặc tính độ giãn dài đồng đều bằng cách làm tăng các cacbua và chất tan cacbon. Trường hợp trong đó chất tan cacbon tồn tại với hàm lượng tương đối lớn, cụ thể là, độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau khi quá trình già hóa tiến triển tăng lên. Về vấn đề này, hàm lượng C cần bằng 0,0040% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,0025% hoặc nhỏ hơn và tiếp theo tốt hơn nữa là bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn

Việc bổ sung quá nhiều silic sẽ làm cứng thép, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình của nó và ngăn chặn tính chịu ướt do sinh ra các oxit Si trong quá trình ủ. Do đó, hàm lượng Si cần phải bằng 0,05% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,030% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,02% hoặc nhỏ hơn và còn tốt hơn nữa là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Mn: từ 0,1% đến 1,0%

Mangan không chỉ góp phần làm tăng cường độ bền tấm thép nhờ tăng cường chất tan mà còn ngăn chặn, kết quả của sự tương tác với chất tan C, ngăn chặn sự tăng

độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau khi sự già hóa tiến triển mà mặt khác có thể bị gây ra bởi chất tan C. Hơn nữa, Mn ngăn chặn sự phục hồi trong quá trình nung nóng để ủ, vì thế các hạt tinh thể thu được một cách đồng đều khi nhúng và các đặc tính độ giãn dài đồng đều có thể được cải thiện. Hơn nữa, Mn có ảnh hưởng có hại đối với sự trát lót S trong thép vô hại đối với MnS. Hàm lượng Mn cần ít nhất là bằng 0,1% nhằm thu được các kết quả tốt như nêu trên. Tuy nhiên, quá nhiều Mn làm hóa rắn thép, vì vậy làm ảnh hưởng có hại đến các đặc tính độ giãn dài đồng đều của thép và hạn chế độ chịu ướt của thép do phát sinh các oxit Mn trong quá trình ủ. Do đó, hàm lượng Mn cần phải bằng 1,0% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,10% hoặc nhỏ hơn

Phospho có xu hướng làm ảnh hưởng xấu đến độ dẻo và độ bền chống gãy do tính chia tách của nó trên các đường biên hạt. Do đó, hàm lượng P cần phải bằng 0,10% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới của hàm lượng P không bị hạn chế cụ thể, nhưng tốt hơn ít nhất là bằng 0,03% và tốt hơn nữa ít nhất là bằng 0,05%, coi như phospho có sự ảnh hưởng đối với việc tăng cường độ bền của thép.

S: 0,03% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh làm ảnh hưởng xấu đáng kể đến độ dẻo của tấm thép trong quá trình cán nóng, vì gây ra các vết nứt nóng và làm hại đáng kể đến các đặc tính bề mặt của tấm thép. Hơn nữa, S ít góp phần làm tăng cường độ bền của tấm thép mà chỉ tương tác như một nguyên tố tạp chất và tạo MnS thô, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đối với độ dẻo. Các vấn đề này trở nên rõ ràng khi hàm lượng S trong tấm thép vượt quá 0,03%. Do đó, ưu tiên khi hàm lượng S được giảm xuống càng thấp càng tốt. Hàm lượng S cần phải bằng 0,03% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là bằng 0,02% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Al: từ 0,01% đến 0,10%

Nhôm cố định nitơ như là nitrit và như vậy là ngăn chặn sự hóa già tiến triển mà nếu không thì bị gây ra bởi chất tan N. Hàm lượng Al cần phải ít nhất là bằng 0,01% và tốt hơn ít nhất là bằng 0,03% nhằm thu được kết quả tốt từ Al. Tuy nhiên, quá nhiều Al sẽ làm tăng hàm lượng các oxit nhôm trong thép, làm ảnh hưởng xấu đến độ dẻo của thép. Do đó, hàm lượng Al cần phải bằng 0,1% hoặc nhỏ hơn.

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn

Nitơ có xu hướng kết dính vào Ti, nhờ đó tạo hợp chất TiN và được kết dính với

Al, nhờ đó tạo thành hợp chất AlN. Khi hàm lượng N trong thép vượt quá 0,0050%, thì các nitrit này được phân tán vào trong các hạt ferit, nhờ đó làm giảm mức độ hóa cứng khi gia công nguội của thép. Do đó, hàm lượng N cần phải bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, theo sáng chế, tấm thép phải chứa ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ Ti và Nb.

Nb: từ 0,005% đến 0,025%

Niobi phản ứng với cacbon tạo thành cacbua mịn, nhờ đó góp phần tôi cứng thép. Cacbua Nb mịn này ngăn chặn sự phục hồi trong quá trình nung nóng để ủ, nhờ đó thu được các hạt tái kết tinh một cách đồng đều trong quá trình nhúng và các đặc tính độ giãn dài đồng đều có thể được cải thiện. Do đó, hàm lượng Nb cần ít nhất là bằng 0,005% và tốt hơn ít nhất là bằng 0,010%. Tuy nhiên, việc bổ sung quá nhiều Nb sẽ làm giảm hàm lượng chất tan cacbon, vì thế không chỉ độ thấm tôi khi nung bị ảnh hưởng xấu mà cả độ chịu sự biến dạng trong quá trình cán nóng tăng lên, gây khó khăn cho việc tiến hành sự vận hành cán. Do đó, hàm lượng Nb cần phải bằng 0,025% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là bằng 0,020% hoặc nhỏ hơn.

$$[\% \text{Nb}]/[\% \text{C}] \leq 10$$

Tỷ lệ tương đối lớn của Hàm lượng Nb so với hàm lượng C tạo thuận lợi cho sự biến dạng của các cacbua, vì vậy gây khó khăn cho việc duy trì chất tan cacbon trong thép. Do đó, tỷ lệ $[\% \text{Nb}]/[\% \text{C}]$ phải không được lớn hơn 10, tốt hơn là bằng 7,7 hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 6,5 hoặc nhỏ hơn. Trong công thức nêu trên, ký hiệu “[% M]” biểu thị (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

$$[\% \text{Mn}]/[\% \text{C}] \geq 100$$

Bằng cách tăng tỷ lệ của hàm lượng Mn so với hàm lượng C và đảm bảo sự tương tác giữa Mn và chất tan cacbon, có thể ngăn chặn sự tăng độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình già hóa tiến triển, mà sự tăng lên có thể gây ra bởi chất tan cacbon. Nhằm thu được kết quả tốt này của Mn, tỷ lệ $[\% \text{Mn}]/[\% \text{C}]$ phải ít nhất là bằng 100, tốt hơn ít nhất là bằng 150 và tốt hơn nữa ít nhất là bằng 200. Trong công thức nêu trên, ký hiệu “[% M]” biểu thị hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

Lượng còn lại trong các thành phần của tấm thép theo sáng chế là Fe và các tạp

chất ngẫu nhiên. Điều đó có nghĩa là trong phạm vi của sáng chế mà tấm thép có thể bao gồm các tạp chất ngẫu nhiên và các chất khác với lượng rất nhỏ khác trừ khi sự tồn tại của chúng làm ảnh hưởng xấu đến việc thực hiện và kết quả của sáng chế.

Hơn nữa, các thành phần khác sẽ được mô tả dưới đây có thể được bổ sung nhằm làm cải thiện độ bền, độ thấm tôi khi nung, độ dẻo và độ giãn dài theo giới hạn chảy sau quá trình hóa già tiến triển.

B: từ 0,0005% đến 0,0030%

Bo cố định nitơ như là các nitrit và như vậy là ngăn chặn sự hóa già tiến triển mà sẽ được gây ra theo cách khác bằng chất tan N. Hơn nữa, bo được chia tách ở các đường biên hạt làm cải thiện độ bền chịu sự gãy giòn sau khi dập tạo hình. Bo tốt hơn là được bổ sung ít nhất là bằng 0,0005% nhằm đảm bảo các kết quả tốt của nó như nêu trên. Tuy nhiên, quá nhiều bo sẽ làm tăng độ bền chịu sự biến dạng trong quá trình cán nóng, gây khó khăn cho việc tiến hành quá trình cán. Do đó, trường hợp trong đó bo được bổ sung, hàm lượng của nó tốt hơn là bằng 0,0030% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Ti: từ 0,003% đến 0,050%

Titan cố định nitơ như là các nitrit và như vậy là ngăn chặn sự hóa già tiến triển mà sẽ được gây ra theo cách khác bằng chất tan N. Titan tốt hơn là được bổ sung với lượng ít nhất là bằng 0,003% nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như nêu trên. Tuy nhiên, khi Ti được bổ sung quá nhiều, thì Ti phản ứng với cacbon tạo thành cacbua, gây khó khăn cho việc duy trì chất tan cacbon trong thép. Do đó, trường hợp trong đó Ti được bổ sung, hàm lượng Ti tốt hơn là bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn.

Ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm V, Ta, W và Mo: từ 0,005% đến 0,050%

Từng nguyên tố V, Ta, W và Mo tạo ra cacbua mịn, nhờ đó góp phần làm tăng độ bền tấm thép. Trường hợp trong đó ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm V, Ta, W và Mo được bổ sung, các hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn ít nhất là bằng 0,005% một cách tương ứng nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như nêu trên. Tuy nhiên, việc bổ sung quá nhiều các nguyên tố này làm ảnh hưởng xấu khá lớn đến độ dẻo của thép. Do đó, các hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn là bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn một cách tương ứng.

Ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Cr, Ni và Cu: với lượng từ 0,01% đến 0,10%

Cr, Ni và Cu gây ra sự tinh chế hạt theo cấu trúc tế vi, nhờ đó góp phần làm tăng cường độ bền của tấm thép. Trường hợp trong đó ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Cr, Ni và Cu được bổ sung, các hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn ít nhất là bằng 0,01% một cách tương ứng, nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như nêu trên. Tuy nhiên, việc bổ sung quá nhiều các nguyên tố này làm ảnh hưởng xấu khá lớn đến độ dẻo của thép. Do đó, các hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn là bằng 0,10% hoặc nhỏ hơn tương ứng.

Sb: từ 0,005% đến 0,050%

Antimon được chia tách ở bề mặt của tấm thép khi tấm thép ở trong lò gia nhiệt để cán nóng, nhờ đó ngăn chặn không để tấm phôi trải qua quá trình nitro hóa và như vậy là ngăn chặn việc làm ảnh hưởng xấu đến quá trình già hóa do N gây ra. Trường hợp trong đó Sb được bổ sung, các hàm lượng của nó tốt hơn ít nhất là bằng 0,005% nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như nêu trên. Tuy nhiên, việc bổ sung quá nhiều Sb sẽ làm tăng đáng kể chi phí sản xuất. Do đó, hàm lượng Sb tốt hơn là bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn.

Ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ca và kim loại đất hiếm (REM) (REM - Rare Earth Metal – Kim loại đất hiếm): với lượng từ 0,0005% đến 0,01%

Ca và REM điều chỉnh hình thái học của các sulfua, nhờ đó làm cải thiện được độ dẻo của tấm thép. Ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ca và REM, tốt hơn là được bổ sung với lượng ít nhất là bằng 0,0005% tương ứng, nhằm thu được kết quả tốt của nó như nêu trên. Tuy nhiên, việc bổ sung quá nhiều các nguyên tố này làm tăng đáng kể chi phí sản xuất. Do đó, các hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn là bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn tương ứng.

Sn, Mg, Co, As, Pb, Zn, O và dạng tương tự dưới dạng các tạp chất sẽ không gây ra các vấn đề về mặt các đặc tính của tấm thép theo sáng chế, miễn là tổng hàm lượng của chúng là bằng 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Độ bền kéo (TS): ít nhất là bằng 340 MPa

Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo sáng chế khác biệt là có độ bền kéo (TS) ít nhất là bằng 340 MPa. Việc xác định TS của tấm thép ít nhất là bằng 340 MPa

cho phép tấm thép được tạo ra là mỏng ngay cả khi tấm thép được sử dụng làm chi tiết yêu cầu có độ bền tương đối cao. Theo sáng chế, TS có thể được xác định bằng cách cắt mẫu thử nghiệm độ bền chịu kéo theo tiêu chuẩn Nhật Bản số 5 từ tấm thép mẫu thử nghiệm, theo hướng trục giao với hướng cán và cho mẫu thử nghiệm trải qua quá trình thử nghiệm độ căng theo tiêu chuẩn Nhật Bản JIS Z 2241,

Trị số thấm tôi khi nung (BH): ít nhất là bằng 30 MPa

Tấm thép cán nguội độ bền cao theo sáng chế biểu thị một cách đặc trưng trị số thấm tôi khi nung (BH) ít nhất là bằng 30 MPa. Trị số tôi cứng khi nung (BH) ít nhất là bằng 30 MPa cho phép sử dụng tải trọng tương đối nhỏ trong quá trình dập tạo hình, trong khi đạt được độ bền sau dập tạo hình khá cao. Theo sáng chế, BH có thể được xác định bằng cách cắt mẫu thử nghiệm độ cứng theo JIS số 5 từ tấm thép mẫu thử nghiệm, theo hướng trục giao với hướng cán và cho mẫu thử nghiệm trải qua quá trình thử nghiệm theo phương pháp thử nghiệm theo tiêu chuẩn Nhật Bản JIS G 3135,

Độ giãn dài đồng đều: ít nhất là bằng 18%

Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo sáng chế biểu thị một cách đặc trưng độ giãn dài đồng đều ít nhất là 18%. Việc xác định độ giãn dài đồng đều ít nhất là bằng 18% sẽ ngăn chặn sự tập trung ứng suất trong quá trình dập tạo hình, nhờ đó ngăn chặn một cách đáng kể việc tạo ra các vết nứt.

Độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình hóa già tiến triển: 1,0% hoặc nhỏ hơn

Tấm thép cán nguội có độ bền cao theo sáng chế biểu thị một cách đặc trưng độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình hóa già tiến triển là bằng 1,0% hoặc nhỏ hơn. Việc xác định YP-EL sau quá trình hóa già tiến triển là bằng 1,0% hoặc nhỏ hơn ngăn chặn sự phát sinh các nếp gấp trong quá trình dập tạo hình. Theo sáng chế, YP-EL sau quá trình già hóa tiến triển có thể được xác định bằng cách cắt mẫu thử nghiệm độ cứng theo JIS số 5 từ tấm thép mẫu thử nghiệm, theo hướng trục giao với hướng cán, giữ mẫu thử nghiệm ở nhiệt độ 100°C trong 6 giờ và cho mẫu thử nghiệm trải qua quá trình thử nghiệm độ căng để xác định độ giãn dài theo giới hạn chảy của nó.

Tấm thép theo sáng chế có thể có màng mạ trên bề mặt của nó. Việc tồn tại màng mạ trên bề mặt của tấm thép cán nguội làm cải thiện khả năng chịu ăn mòn của tấm thép này. Các phương án cụ thể tạo lớp mạ (màng) bao gồm mạ nhúng nóng, mạ

tráng, mạ kẽm điện (chẳng hạn, mạ hợp kim điện Zn-Ni) và dạng tương tự.

Dưới đây, phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo sáng chế sẽ được mô tả.

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội tốt hơn là được sản xuất bằng cách cho tấm phôi là vật liệu thép thu được theo phương pháp đúc cán nóng liên tục, được làm nguội và quấn và sau đó cho tấm thép thu được trải qua quá trình tẩy gỉ, cán nguội, ủ và cán ram.

Cụ thể là, quá trình quấn được tiến hành đặc trưng ở nhiệt độ là 550°C hoặc cao hơn và quá trình ủ được tiến hành một cách đặc trưng sao cho: tốc độ nung nóng từ nhiệt độ 500°C đến khoảng nhiệt độ nhúng là bằng hoặc cao hơn so với $0,1 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^{\circ}\text{C}/\text{giây}$; nhiệt độ nhúng nằm trong khoảng từ $(650 + 10 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ đến 900°C ; và thời gian nhúng là nằm trong khoảng từ 10 giây đến 1000 giây. Hơn nữa, mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram được thiết lập nằm trong khoảng từ $0,8 \times [\% \text{Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{Mn}])\%$.

Nhiệt độ quấn sau quá trình cán nóng: 550°C hoặc cao hơn

Giảm quá thấp nhiệt độ quấn sau quá trình cán nóng sẽ ngăn chặn sự kết tủa AlN trong thép, vì vậy N nằm lại ở trạng thái dung dịch rắn và xảy ra sự ảnh hưởng xấu đến quá trình già hóa bởi N. Trong trường hợp này, sự kết tủa của NbC cũng được ngăn chặn và chất tan cacbon dư trong tấm thép sau quá trình cán nóng dẫn đến việc sử dụng các ứng suất cắt khá lớn trong quá trình cán nguội, làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến các đặc tính độ giãn dài đồng đều. Hơn nữa, tấm thép hóa cứng do phát sinh ferit hình kim, nhờ đó làm tăng tải trọng cần thiết trong quá trình cán nguội và gây khó khăn cho việc tiếp tục quá trình thao tác. Do đó, nhiệt độ quấn cần phải bằng 550°C hoặc cao hơn, tốt hơn là bằng 600°C hoặc cao hơn. Mặc dù giới hạn trên của nhiệt độ quấn được nêu một cách cụ thể, nhưng giới hạn trên tốt hơn là bằng 750°C hoặc thấp hơn nữa, tốt hơn nữa là bằng 700°C hoặc thấp hơn và còn tốt hơn nữa là bằng 650°C hoặc thấp hơn vì nhiệt độ quấn quá cao tạo thuận lợi cho việc tạo gỉ, dẫn đến làm giảm năng suất sản xuất các tấm thép và xảy ra các khuyết tật bề mặt của các tấm thép gây ra bởi gỉ nằm lại và cả sau khi tẩy gỉ. Trong công thức nêu trên, ký hiệu “[% M]” biểu thị hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

Tốc độ nung nóng từ nhiệt độ là 500°C đến khoảng nhiệt độ nhúng trong quá trình ủ: $0,1 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn

Tốc độ nung nóng quá thấp trong quá trình ủ tạo thuận lợi cho sự phục hồi trong quá trình nung nóng, vì vậy, nguyên liệu thô, các hạt được phục hồi tiếp tục tồn tại trong quá trình nhúng và sự tái kết tinh một cách đồng đều được ngăn chặn, dẫn đến sự ảnh hưởng xấu của các đặc tính độ giãn dài đồng đều. Trong trường hợp này, sự dịch chuyển do làm việc giảm xuống và các chất kết tủa tồn tại một cách ổn định, nhờ đó sự hòa tan của NbC trong quá trình nhúng sau đó được ngăn chặn và hàm lượng chất tan cacbon giảm xuống, dẫn đến sự ảnh hưởng xấu của độ thấm tôi khi nung. Hiệu quả phục hồi trong quá trình nung nóng khi ủ rõ ràng là ở 500°C hoặc cao hơn và tỷ lệ lớn hơn của hàm lượng Nb với hàm lượng C, tức là trị số lớn hơn của $[\% \text{Nb}]/[\% \text{C}]$, là cho kết quả này dễ thấy hơn. Do đó, cần xác định tốc độ nung nóng từ nhiệt độ là 500°C đến khoảng nhiệt độ nhúng trong quá trình ủ là $0,1 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn, tốt hơn là $0,2 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn và tốt hơn nữa là $0,3 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn, tiếp theo tốt hơn nữa là $0,5 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn. Giới hạn trên là của tốc độ nung nóng không bị giới hạn cụ thể và chấp nhận được nung nóng ở tốc độ nung nóng là 100°C/giây hoặc cao hơn bằng cách sử dụng IH hoặc dạng tương tự. Trường hợp trong đó thiết bị nung nóng cụ thể không được sử dụng, thì tốc độ nung nóng tương đương với hoặc thấp hơn 30°C/giây là đủ. Trong công thức nêu trên, ký hiệu “[% M]” thể hiện hàm lượng (%) khối lượng) của thành phần M trong thép.

Nhiệt độ nhúng trong quá trình ủ: $(650 + 10 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ đến 900°C

Nhiệt độ nhúng quá thấp không chỉ gây ra sự không hoàn thành quá trình tái kết tinh mà còn ngăn chặn sự hòa tan NbC trong quá trình nhúng, vì vậy hàm lượng chất tan cacbon trong thép giảm xuống và độ thấm tôi khi nung của thép bị ảnh hưởng xấu. Tỷ lệ lớn hơn của hàm lượng Nb với hàm lượng C, tức là trị số lớn hơn của $[\% \text{Nb}]/[\% \text{C}]$, làm cho sự ảnh hưởng có hại này ở nhiệt độ nhúng tương đối thấp dễ thấy hơn. Về vấn đề này, cần xác định nhiệt độ nhúng là bằng $(650 + 10 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ hoặc cao hơn, tốt hơn là $(650 + 15 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ hoặc cao hơn và tốt hơn nữa là $(650 + 20 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ hoặc cao hơn. Tuy nhiên, nhiệt độ nhúng quá cao không chỉ làm phát triển các hạt ferit thô làm giảm độ bền của thép mà còn tạo thuận lợi một cách quá mức cho sự hòa tan NbC gây ra hàm lượng cacbon hòa tan quá cao trong thép, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đến các đặc tính độ giãn dài đồng đều và làm tăng YP-EL sau quá trình già hóa tiến triển. Do đó, nhiệt độ nhúng cần phải bằng 900°C hoặc thấp hơn, tốt

hơn là bằng 860°C hoặc thấp hơn và tốt hơn nữa là bằng 840°C hoặc thấp hơn. Trong công thức nêu trên, ký hiệu “[% Mn]” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của thành phần Mn trong thép.

Thời gian nhúng trong quá trình ủ: từ 10 giây đến 1000 giây

Thời gian nhúng quá ngắn sẽ dẫn đến việc không hoàn thành quá trình tái kết tinh, vì vậy làm ảnh hưởng đáng kể đến các đặc tính độ giãn dài đồng đều của tấm thép. Do đó, thời gian nhúng cần phải ít nhất là bằng 10 giây, tốt hơn ít nhất là bằng 30 giây và tốt hơn nữa ít nhất là bằng 100 giây. Tuy nhiên, thời gian nhúng quá dài sẽ tạo ra các hạt ferit thô, vì vậy làm giảm độ bền của tấm thép. Do đó, thời gian nhúng cần phải không lớn hơn 1000 giây, tốt hơn là không lớn hơn 500 giây, tốt hơn nữa là không lớn hơn 300 giây và còn tốt hơn nữa là không lớn hơn 200 giây.

Mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram: từ $0,8 \times [\% \text{ Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{ Mn}])\%$

Quá trình cán ram sau khi ủ làm giảm YP-EL của tấm thép và ngăn chặn sự phát sinh các nếp nhăn trong đó trong quá trình dập tạo hình. Cụ thể là, trong thép chứa Mn được bổ sung vào làm tăng độ bền giữa các hạt, các ứng suất sinh ra trong quá trình là phẳng tập trung trong trên các vùng lân cận đường biên hạt, vì vậy sự biến dạng giữa các hạt trong quá trình tạo hạt được tạo thuận lợi và các đặc tính độ giãn dài đồng đều được cải thiện. Hàm lượng lớn hơn Mn trong thép là cần thiết cho cường độ các ứng suất lớn hơn trong đó về kết quả tốt thu được nêu trên. Về vấn đề này, mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram cần phải bằng ít nhất là bằng $0,8 \times [\% \text{ Mn}]\%$. Tuy nhiên, mức độ giảm chiều dày tấm lớn hơn theo quá trình cán ram dẫn đến độ giãn dài đồng đều kém hơn do ứng suất dư gia công bằng máy. Với hàm lượng Mn thấp hơn trong thép, sự ảnh hưởng có hại này của các đặc tính độ giãn dài đồng đều kém ở mức độ giảm chiều dày tấm cao được gây ra dễ thấy hơn bởi các ứng suất nhỏ hơn. Về vấn đề này, mức độ giảm chiều dày tấm phải bằng $(2 + [\% \text{ Mn}])\%$ hoặc nhỏ hơn. Quá trình cán ram có thể là cán bằng các con lăn hoặc tạo hình kéo giãn bằng cách tác dụng lực kéo lên tấm thép hoặc theo sự kết hợp của cả cán lăn tạo hình kéo giãn.

Trong việc áp dụng sáng chế, thép có thể được sản xuất bằng cách sử dụng một cách thích hợp lò thổi thông thường, lò điện và dạng tương tự. Thép thổi sau đó cho trải qua quá trình đúc để thu được tấm phôi và tấm phôi lập tức cho trải qua quá trình

cán nóng. Theo cách khác, tấm phôi trong các điều kiện nóng hoặc nguội có thể được nung nóng lại và cho trải qua quá trình cán nóng. Việc nung nóng trong quá trình cán nóng có thể được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1250°C.

Quá trình cán nóng tốt hơn là được kết thúc bằng quá trình cán tinh trong phạm vi austenit sau quá trình cán thô.

Tốc độ làm nguội giữa quá trình cán tinh và quá trình quấn không bị giới hạn cụ thể và tốc độ làm nguội không chậm hơn so với quá trình làm nguội bằng không khí tự nhiên là đạt yêu cầu. Chấp nhận được với tốc độ làm nguội được tiến hành là 20°C/giây hoặc cao hơn hoặc tốc độ làm nguội cực nhanh là 100°C/giây.

Trong quá trình cán nguội sau khi tẩy gỉ thông thường, quá trình cán có thể được tiến hành với tốc độ cán nguội nằm trong khoảng từ 50% đến 80%. Trong quá trình ủ, mặc dù tốc độ tăng nhiệt độ trong quá trình tăng nhiệt độ lên đến 500°C không bị giới hạn cụ thể, tốc độ tăng nhiệt độ tốt hơn ít nhất là bằng 3°C/giây vì khác đi thì hiệu suất vận hành bị ảnh hưởng có hại. Tương tự như vậy, mặc dù tốc độ làm nguội sau khi nhúng không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốc độ làm nguội tốt hơn ít nhất là bằng 5°C/giây vì khác đi thì hiệu suất vận hành bị ảnh hưởng có hại. Quá trình được gọi là “việc xử lý già hóa quá mức” của vật liệu thép được giữ ở các nhiệt độ từ 300°C đến 450°C từ 30 giây đến 600 giây trong quá trình làm nguội sau khi nhúng có thể cũng được tiến hành.

Tấm thép theo sáng chế có thể được nhúng một cách tùy ý vào bể mạ kẽm ở nhiệt độ từ 420°C đến 500°C trong quá trình làm nguội sau khi nhúng được tạo ra với màng mạ trên cơ sở mạ điện trên đó.

Hơn nữa, vật liệu thép được nhúng vào bể mạ có thể được tái nung nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 460°C đến 570°C và được giữ trong trạng thái này trong ít nhất là 1 giây, tốt hơn là ít nhất là 5 giây, đối với quá trình được gọi là “xử lý hợp kim” của kẽm hợp kim với sắt.

Đối với quá trình mạ, việc mạ khác với mạ kẽm, chẳng hạn là mạ Al, mạ hỗn hợp Zn-Al và dạng tương tự, có thể được tiến hành. Trường hợp trong đó việc mạ không được tiến hành trong quá trình ủ, mạ kẽm bằng điện, mạ Ni hoặc dạng tương tự có thể được tiến hành. Hơn nữa, chấp nhận tạo màng trên tấm thép cán nguội hoặc tấm thép mạ bằng cách phủ chuyển hóa hóa học hoặc dạng tương tự.

Sau đây, các phương án cụ thể theo sáng chế sẽ được mô tả.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bảng 1 thể hiện các thành phần hóa học của các mẫu tấm thép và Bảng 2 thể hiện các điều kiện sản xuất các mẫu tấm thép tương ứng. Từng thỏi thép chứa các thành phần được thể hiện trong Bảng 1 cho trải qua quá trình đúc liên tục để thu được tấm phôi (vật liệu thép). Tấm phôi thu được như vậy cho trải qua các quá trình cán nóng, làm nguội, quấn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ và cán ram theo thứ tự này theo các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2, nhờ đó tấm thép được tạo ra.

Đối với vấn đề mạ, “GA” thể hiện tráng nhúng nóng, “GI” thể hiện mạ nhúng nóng và “EG” thể hiện mạ kẽm bằng điện trong Bảng 2. GA và GI được tiến hành trong giai đoạn của quá trình làm nguội khi ủ. EG được tiến hành sau khi ủ.

Thử nghiệm độ căng nhằm xác định độ bền kéo (HS) được tiến hành bằng cách cắt các mẫu thử nghiệm độ căng ra từ tấm thép mẫu thử nghiệm, theo hướng trục giao với hướng cán và cho mẫu thử nghiệm trải qua quá trình thử nghiệm độ căng theo tiêu chuẩn JIS Z 2241,

Độ giãn dài đồng đều được xác định bằng cách đo tổng độ giãn dài với lực thử nghiệm tối đa theo tiêu chuẩn JIS Z 2241,

Độ thấm tôi khi nung (BH) được xác định bằng cách tạo ra tấm thép với ứng suất sơ bộ 2%, giữ mẫu tấm thép này ở trạng thái với nhiệt độ là 170°C trong 20 phút và xác định cường độ tăng theo giới hạn chảy sau khi hóa cứng gia công nguội (ứng suất) gây ra bởi ứng suất sơ bộ.

Độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình già hóa tiến triển được xác định bằng cách để mẫu tấm thép cho trải qua môi trường thực nghiệm mô phỏng, môi trường mà trong đó mẫu thử nghiệm được giữ ở nhiệt độ là 100°C trong 6 giờ và sau đó để già hóa ở nhiệt độ là 25°C trong sáu tháng.

Các kết quả được xác định như vậy và được tính toán như vậy được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 1

Mẫu thử nghiệm số	Các thành phần hóa học (% trong lượng)										Các nguyên tố khác		
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	Nb/C	Mn/C			
1	0,0020	0,01	0,65	0,04	0,007	0,06	0,0015	0,010	5,0	325			
2	0,0019	0,01	0,60	0,03	0,007	0,07	0,0015	0,011	5,8	316	Cu: 0,01, Ni: 0,02, Cr: 0,02		
3	0,0020	0,01	0,40	0,05	0,007	0,04	0,0020	0,012	6,0	200	Sb: 0,008		
4	0,0018	0,01	0,35	0,06	0,007	0,04	0,0018	0,012	6,7	194	Sb: 0,008, Cu: 0,01, Ni: 0,02, Cr: 0,02		
5	0,0012	0,01	0,35	0,06	0,012	0,05	0,0018	0,008	6,7	292	B: 0,0008		
6	0,0015	0,01	0,70	0,08	0,008	0,06	0,0017	0,011	7,3	467			
7	0,0020	0,02	0,20	0,10	0,020	0,07	0,0015	0,005	2,5	100	B: 0,0005, Ti: 0,01, V: 0,005, Ta: 0,005, W: 0,005, Mo: 0,005, Cr: 0,01, Ni: 0,01, Cu: 0,01, Sb: 0,010, Ca: 0,0005, REM: 0,0005		
8	0,0010	0,03	0,15	0,01	0,015	0,02	0,0010	0,007	7,0	150			
9	0,0023	0,04	0,50	0,08	0,030	0,10	0,0030	0,011	4,8	217			
10	0,0018	0,05	0,80	0,03	0,010	0,03	0,0040	0,012	6,7	444	Ti: 0,01		
11	0,0014	0,01	1,00	0,02	0,005	0,05	0,0020	0,009	6,4	714	V: 0,01		
12	0,0028	0,01	0,51	0,05	0,001	0,06	0,0018	0,015	5,4	182	V: 0,01, Mo: 0,01		
13	0,0014	0,02	0,45	0,03	0,005	0,08	0,0017	0,009	6,4	321			
14	0,0035	0,02	0,35	0,07	0,012	0,03	0,0014	0,008	2,3	100	V: 0,005, Cr: 0,01, Ni: 0,01		
15	0,0040	0,01	0,70	0,05	0,009	0,06	0,0010	0,015	3,8	175			
16	0,0022	0,01	0,26	0,03	0,012	0,04	0,0019	0,011	5,0	118			
17	0,0019	0,02	0,30	0,05	0,009	0,06	0,0022	0,014	7,4	158	V: 0,01, Ta: 0,005, W: 0,01, Mo: 0,01		
18	0,0025	0,03	0,25	0,03	0,008	0,05	0,0035	0,024	9,6	100			
19	0,0030	0,01	0,80	0,02	0,030	0,10	0,0050	0,014	4,7	267	Ca: 0,0005		
20	0,0035	0,02	0,70	0,01	0,015	0,01	0,0030	0,020	5,7	200	Cr: 0,02		
21	0,0040	0,01	0,85	0,03	0,008	0,04	0,0040	0,025	6,3	213			
22	0,0020	0,01	0,35	0,03	0,008	0,05	0,0021	0,013	6,5	175	Ca: 0,0005, REM: 0,0005		
23	0,0018	0,01	0,41	0,03	0,008	0,06	0,0022	0,016	8,9	228	B: 0,0008, V: 0,005, Cr: 0,01, Ni: 0,01, Sb: 0,007		
24	0,0016	0,01	0,33	0,03	0,009	0,07	0,0023	0,015	9,4	206			
25	0,0015	0,02	0,45	0,03	0,008	0,04	0,0018	0,012	8,0	300			
26	0,0014	0,01	0,55	0,02	0,010	0,05	0,0015	0,012	8,6	393	Cr: 0,01		
27	0,0012	0,01	0,45	0,01	0,010	0,04	0,0016	0,011	9,2	375	Cr: 0,02, Cu: 0,01, Ni: 0,02		
28	0,0022	0,02	0,65	0,01	0,015	0,05	0,0015	0,013	5,9	295			
29	0,0042	0,01	0,71	0,01	0,008	0,06	0,0023	0,021	5,0	169	V: 0,005, W: 0,005		
30	0,0010	0,01	0,08	0,03	0,007	0,07	0,0018	0,009	9,0	80			
31	0,0022	0,02	1,10	0,05	0,009	0,08	0,0019	0,015	6,8	500			
32	0,0015	0,01	0,35	0,04	0,015	0,05	0,0020	0,004	2,7	233	Ca: 0,001		
33	0,0030	0,01	0,56	0,03	0,011	0,04	0,0017	0,027	9,0	187	Sb: 0,009		
34	0,0008	0,02	0,31	0,03	0,008	0,03	0,0022	0,007	8,8	388			
35	0,0022	0,01	0,55	0,04	0,008	0,04	0,0015	0,024	10,9	250			
36	0,0013	0,01	0,82	0,04	0,010	0,05	0,0018	0,016	12,3	631			
37	0,0020	0,01	0,18	0,01	0,005	0,05	0,0024	0,015	7,5	90			
38	0,0019	0,02	0,19	0,05	0,005	0,06	0,0021	0,014	7,4	100	B: 0,0010, Ti: 0,005, V: 0,005, Ni: 0,01		
39	0,0018	0,01	0,37	0,01	0,006	0,05	0,0019	0,015	8,3	206			
40	0,0015	0,01	0,35	0,03	0,010	0,04	0,0018	0,011	7,3	233			
41	0,0016	0,02	0,45	0,02	0,011	0,05	0,0019	0,011	6,9	281	Cr: 0,01, Cu: 0,01, Ca: 0,0010		

* các dữ liệu được gạch dưới không đáp ứng các yêu cầu của sáng chế.

Bảng 2

Mẫu thử nghiệm số	Cán nóng		Cán nguội		Ủ				
	FT (°C)	CT (°C)	Mức độ cán mỏng (%)	Độ dày tấm (mm)	Tốc độ tăng nhiệt độ (°C/s)	Nhiệt độ nhúng (°C)	Thời gian nhúng (giây)	Mạ	Mức giảm chiều dày khi cán ram (%)
1	890	620	75	0,8	2,0	820	135	-	1,5
2	900	610	75	0,8	1,9	820	150	-	1,5
3	890	620	75	0,8	2,0	820	40	GA	1,5
4	890	620	75	0,8	2,0	820	45	GA	1,5
5	910	600	69	0,6	1,1	850	95	GI	1,2
6	900	650	74	0,7	1,6	880	145	GI	1,3
7	910	680	81	0,5	3,0	790	310	GI	1,0
8	920	700	77	0,9	5,1	740	180	GA	1,5
9	910	750	71	1,0	4,0	800	355	GI	0,8
10	890	700	69	0,8	1,3	810	500	-	1,5
11	880	650	76	0,7	2,2	830	290	-	2,5
12	920	600	50	1,2	3,0	850	700	-	2,4
13	910	620	68	0,8	4,2	790	980	EG	1,5
14	900	630	73	0,8	1,9	850	155	GI	1,9
15	910	680	72	0,7	3,1	860	180	GA	1,8
16	890	660	75	0,8	6,0	830	130	GI	0,4
17	890	650	77	0,8	10,1	810	125	GI	0,5
18	900	570	76	0,8	8,0	800	220	-	0,8
19	900	610	60	1,0	1,1	790	140	GI	1,2
20	910	630	78	0,6	2,0	780	85	GA	1,4
21	880	620	75	0,8	1,2	770	12	GI	1,5
22	900	550	77	0,7	3,0	810	25	GA	1,3
23	890	620	77	0,7	0,8	850	35	GI	1,5
24	890	630	76	0,7	0,6	840	30	-	1,3
25	900	620	74	0,8	1,5	910	135	GA	1,2
26	890	630	73	0,7	2,0	720	150	GI	1,6
27	880	620	75	0,7	1,9	720	30	GI	2,0
28	900	530	73	0,8	3,2	800	130	GA	1,8
29	900	620	75	0,8	4,1	790	150	GI	1,5
30	910	630	74	0,7	4,0	800	200	GA	0,8
31	900	650	75	0,8	3,3	810	180	-	1,5
32	890	610	70	1,0	1,5	820	160	-	1,6
33	890	620	73	0,8	1,0	830	100	GI	2,0
34	880	630	69	0,8	2,8	800	130	GA	2,1
35	910	620	71	0,8	3,0	790	150	-	2,2
36	920	650	75	0,7	3,1	850	120	GA	1,5
37	890	620	78	0,6	1,1	790	70	GI	1,2
38	900	630	75	0,8	2,1	790	8	-	1,5
39	890	620	74	0,8	2,5	790	1050	GA	0,8
40	880	630	73	0,8	2,5	810	110	GI	0,2
41	900	620	75	0,6	3,0	830	130	GI	2,5

* Các dữ liệu được gạch dưới không đáp ứng các yêu cầu của sáng chế.

Bảng 3

Mẫu thử nghiệm số	Các trị số về các đặc tính cơ học						Chú thích
	YP (MPa)	TS (MPa)	Độ giãn dài đồng đều (%)	Tổng độ giãn dài (%)	BH (MPa)	YP-EL (%)	
1	210	360	23	46	40	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
2	205	355	22	45	39	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
3	220	350	22	43	38	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
4	215	345	22	43	37	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
5	210	350	21	42	35	0,8	Mẫu thép thử nghiệm
6	210	360	21	42	36	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
7	215	355	20	41	38	0,8	Mẫu thép thử nghiệm
8	230	350	18	38	30	0,2	Mẫu thép thử nghiệm
9	230	360	19	40	35	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
10	230	370	20	42	36	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
11	245	365	20	42	38	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
12	240	360	18	43	35	0,6	Mẫu thép thử nghiệm
13	240	355	19	42	38	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
14	245	350	20	41	43	0,1	Mẫu thép thử nghiệm
15	290	355	21	41	41	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
16	240	345	21	41	35	0,5	Mẫu thép thử nghiệm
17	245	350	21	42	36	0,0	Mẫu thép thử nghiệm
18	230	350	22	43	30	0,5	Mẫu thép thử nghiệm
19	270	400	18	38	40	0,4	Mẫu thép thử nghiệm
20	230	360	20	40	41	0,2	Mẫu thép thử nghiệm
21	240	355	21	41	40	0,2	Mẫu thép thử nghiệm
22	235	350	20	41	35	0,1	Mẫu thép thử nghiệm
23	235	350	<u>17</u>	37	31	<u>1,3</u>	Mẫu thép đối chứng
24	220	350	<u>16</u>	3	35	<u>2</u>	Mẫu thép đối chứng
25	240	<u>320</u>	<u>17</u>	38	50	<u>1,5</u>	Mẫu thép đối chứng
26	260	370	<u>15</u>	35	<u>25</u>	0,5	Mẫu thép đối chứng
27	270	380	<u>16</u>	36	<u>26</u>	0,5	Mẫu thép đối chứng
28	210	350	<u>17</u>	39	32	<u>1,1</u>	Mẫu thép đối chứng
29	205	360	<u>17</u>	38	45	<u>1,5</u>	Mẫu thép đối chứng
30	190	<u>335</u>	22	42	35	<u>1,2</u>	Mẫu thép đối chứng
31	260	410	<u>16</u>	35	35	0,2	Mẫu thép đối chứng
32	190	<u>320</u>	<u>17</u>	38	35	0,0	Mẫu thép đối chứng
33	240	360	19	39	36	<u>1,5</u>	Mẫu thép đối chứng
34	190	<u>310</u>	23	44	<u>20</u>	0,0	Mẫu thép đối chứng
35	210	365	20	39	<u>25</u>	0,0	Mẫu thép đối chứng
36	205	355	21	40	<u>15</u>	0,0	Mẫu thép đối chứng
37	210	340	22	42	30	<u>1,3</u>	Mẫu thép đối chứng
38	260	380	<u>16</u>	35	31	0,2	Mẫu thép đối chứng
39	200	<u>320</u>	23	45	35	0,5	Mẫu thép đối chứng
40	210	340	<u>16</u>	39	31	0,8	Mẫu thép đối chứng
41	240	350	<u>16</u>	38	32	0,0	Mẫu thép đối chứng

* Các dữ liệu được gạch dưới không đáp ứng các yêu cầu của sáng chế.

Fig.1 thể hiện trị số $[\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}]$ ảnh hưởng như thế nào đến trị số thấm tôi khi nung (BH) đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến số 22, số 35 và số 36, Từ Fig.1 cần phải hiểu rằng, $\text{BH} \geq 30 \text{ MPa}$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định $[\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}]$ thỏa mãn điều kiện $[\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}] \leq 10$.

Fig.2 thể hiện trị số $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}]$ ảnh hưởng như thế nào đến độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến số 22, số 30 và số 37. Từ Fig.2 cần phải hiểu rằng $\text{YP-EL} \leq 1,0 (\%)$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}]$ thỏa mãn điều kiện $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] \geq 100$.

Fig.3 thể hiện tốc độ nung nóng ảnh hưởng như thế nào đến độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu từ số 1 đến số 24. Từ Fig.3 cần phải hiểu rằng, độ giãn dài đồng đều $\geq 18\%$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định tốc độ nung nóng là bằng hoặc lớn hơn $0,1 \times ([\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$.

Fig.4 thể hiện tốc độ nung nóng ảnh hưởng như thế nào đến độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến số 24. Từ Fig.4 cần phải hiểu rằng, $\text{YP-EL} \leq 1,0 (\%)$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định tốc độ nung nóng là bằng hoặc lớn hơn $0,1 \times ([\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$. Cần lưu ý rằng, các trục X trên Fig.3 và Fig.4, từng trục này thể hiện trị số thu được bằng cách chia tốc độ nung nóng cho $([\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])$.

Fig.5 thể hiện nhiệt độ nhúng ảnh hưởng như thế nào đến độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến số 22, số 26 và số 27, trong đó nhiệt độ nhúng được xác định là bằng 900°C hoặc thấp hơn tương ứng. Từ Fig.5 cần phải hiểu rằng, độ giãn dài đồng đều $\geq 18\%$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định tốc độ nhúng là bằng hoặc lớn hơn $(650 + 10 \times [\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])^\circ\text{C}$.

Fig.6 thể hiện nhiệt độ nhúng ảnh hưởng như thế nào đến trị số thấm tôi khi nung (BH) đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến số 22, số 26 và số 27 trong đó nhiệt độ nhúng được xác định là bằng 900°C hoặc thấp hơn tương ứng. Từ Fig.6 cần phải hiểu rằng, $\text{BH} \geq 30 \text{ MPa}$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định tốc độ nhúng là bằng hoặc lớn hơn $(650 + 10 \times [\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])^\circ\text{C}$. Lưu ý rằng, các trục X trên Fig.5 và Fig.6, trên từng trục này trị số thu được bằng cách chia nhiệt độ nhúng cho $(650 + 10 \times ([\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}]))$.

Fig.7 thể hiện mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram ảnh hưởng như

thể nào đến độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến 22, số 40 và số 41, Từ Fig.7 cần phải hiểu rằng, độ giãn dài đồng đều $\geq 18\%$ có thể được hiện thực hóa bằng cách xác định mức độ giảm chiều dày trong quá trình cán mỏng (mức độ giảm chiều dày tấm) là nằm trong khoảng từ $0,8 \times [\% \text{ Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{ Mn}])\%$. Trục X trên Fig.7 thể hiện trị số thu được bằng cách chia (mức độ giảm chiều dày tấm $- 0,8 \times [\% \text{ Mn}]$) cho $\{(2 + [\% \text{ Mn}]) - 0,8 \times [\% \text{ Mn}]\}$. Trị số này bằng 0 khi mức độ giảm chiều dày tấm là bằng $(0,8 \times [\% \text{ Mn}])\%$, tức là giới hạn dưới, trong khi bằng 1 khi mức độ giảm chiều dày tấm là bằng $(2 + [\% \text{ Mn}])\%$, tức là giới hạn trên.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, cũng như phương pháp sản xuất tấm thép có ưu điểm. Về mặt này, sáng chế tạo ra hiệu quả tốt hơn trong công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm các nguyên tố sau, tính theo % khối lượng:

C: từ 0,0010% đến 0,0040%;

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn;

Mn: từ 0,1% đến 1,0%;

P: 0,10% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,03% hoặc nhỏ hơn;

Al: từ 0,01% đến 0,10%;

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Nb: từ 0,005% đến 0,025%; và

lượng còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó $[\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}] \leq 10$ và $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] \geq 100$ và

tấm thép này có độ bền kéo (TS): ít nhất là bằng 340 MPa, trị số thấm tôi khi nung (BH): ít nhất là bằng 30 MPa, độ giãn dài đồng đều: ít nhất là bằng 18% và độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình già hóa tiến triển: không nhỏ hơn 1,0%,

trong các công thức nêu trên, ký hiệu “[% M]” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

2. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn bao gồm B: từ 0,0005% đến 0,0030% (% khối lượng).

3. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó tấm thép này còn bao gồm Ti: từ 0,003% đến 0,050% (% khối lượng).

4. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm V, Ta, W và Mo với lượng từ 0,005% đến 0,050% một cách tương ứng (% khối lượng).

5. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Cr, Ni và Cu với lượng từ 0,01% đến 0,10% một cách tương ứng (% khối lượng).

6. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo

điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó tấm thép này còn bao gồm Sb: từ 0,005% đến 0,050% (% khối lượng).

7. Tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ca và REM (kim loại đất hiếm) với lượng từ 0,0005% đến 0,01% một cách tương ứng (% khối lượng).

8. Tấm thép mạ, bao gồm tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 và lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền, độ thấm tôi khi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm các bước:

cho vật liệu tấm thép chứa các thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 trải qua các quá trình cán nóng, làm nguội, quấn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ và cán ram theo thứ tự này để sản xuất tấm thép,

trong đó:

quá trình quấn được tiến hành ở nhiệt độ 550°C hoặc cao hơn,

quá trình ủ được tiến hành sao cho tốc độ nung nóng từ 500°C đến khoảng nhiệt độ nhúng là bằng hoặc cao hơn $0,1 \times ([\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$, nhiệt độ nhúng là nằm trong khoảng từ $(650 + 10 \times [\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])$ đến 900°C và thời gian nhúng là nằm trong khoảng từ 10 giây đến 1000 giây, và

mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình cán ram được thiết lập nằm trong khoảng từ $0,8 \times [\% \text{ Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{ Mn}])\%$,

trong công thức trên đây, ký hiệu “[% M]” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của M trong thép.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ, bao gồm bước mạ tấm thép thu được theo phương pháp sản xuất tấm thép của điểm 9, sau quá trình ủ tấm thép để mạ nhằm tạo ra màng mạ trên bề mặt của tấm thép này.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cho màng mạ liên kết sau khi mạ.

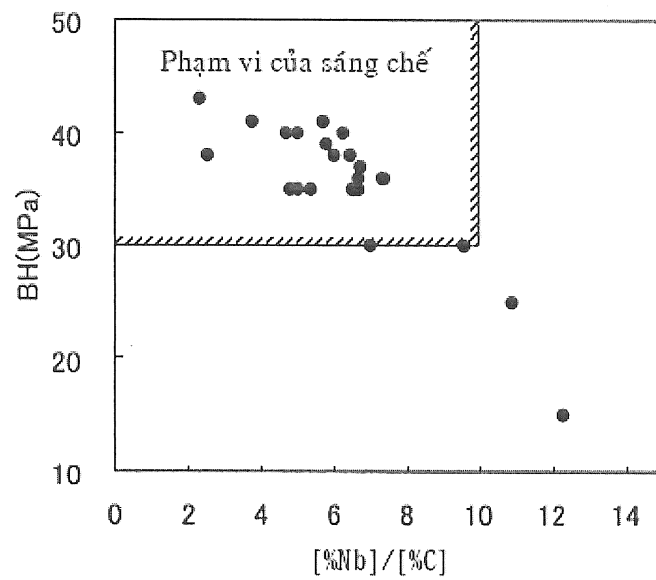
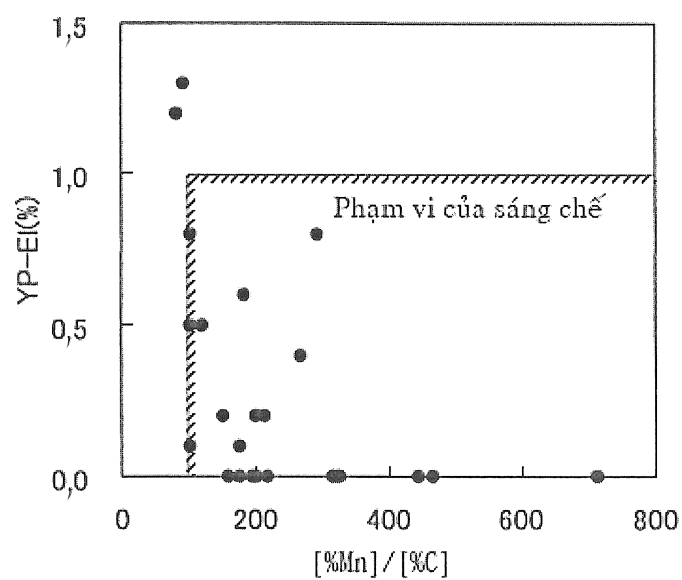
FIG. 1*FIG. 2*

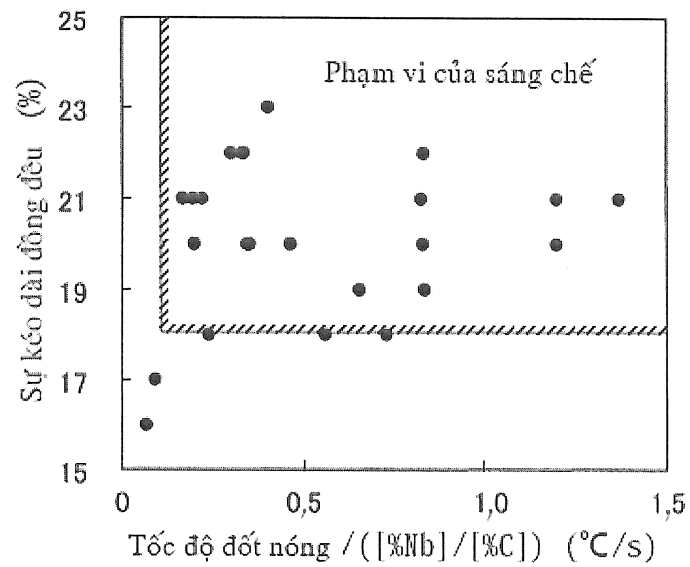
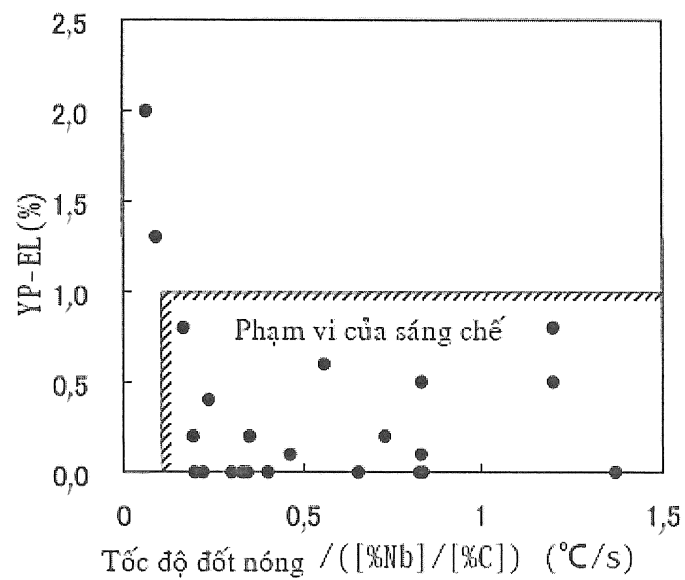
FIG. 3*FIG. 4*

FIG. 5

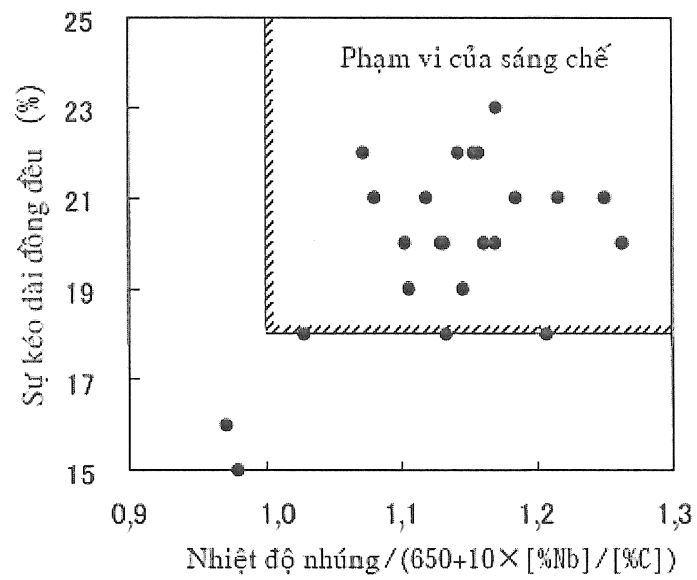


FIG. 6

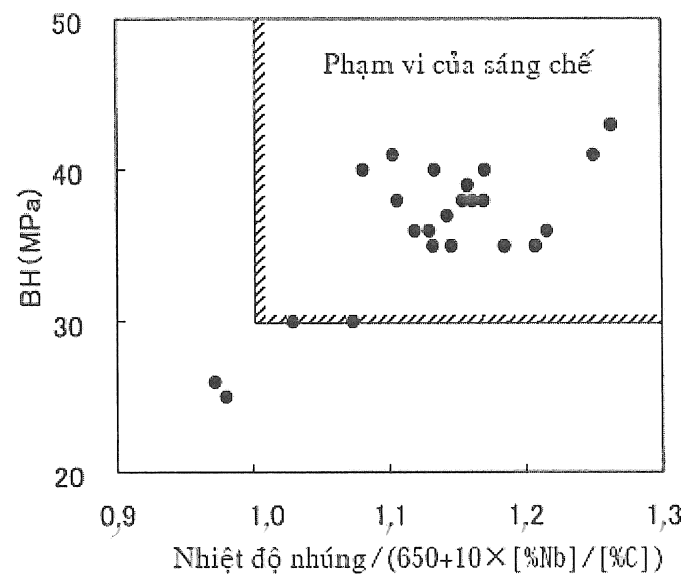


FIG. 7

