



(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)



1-0027292

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

(13) B

(21) 1-2013-01051

(22) 04/04/2013

(45) 25/02/2021 395

(43) 27/10/2014 319A

(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 ĐỘ BỀN CAO VÀ TẤM THÉP MẠ CÓ ĐỘ THẨM TÔI 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 độ bền cao có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao. Cụ thể, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm 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 phần 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 bằng 340 MPa, trị số tôi cứng nung (BH): ít nhất bằng 30 MPa, độ giãn dài đồng đều: ít nhất bằng 18% và độ giãn dài theo giới hạn chảy (YP-EL) sau quá trình già hóa tiên triển: không dưới 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 độ bền cao và tấm thép mạ có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao là thích hợp làm các bộ phận dạng tấm cửa ô tô, nắp chụp và dạng tương tự, cũng như các thiết bị được sơn bóng cần sấy dùng cho các máy bán hàng, các bàn làm việc, các thiết bị điện tiêu dùng, 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 phương pháp sản xuất các tấm thép và các tấm thép mạ.

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, cùng với sự tăng vọt vấn đề công luận 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. Tiếp theo, trong ngành công nghiệp ô tô và tương tự, có yêu cầu tăng đối với các phương tiện giao thông trọng lượng nhẹ nhằm cải thiện suất tiêu thụ nhiên liệu và làm giảm lượng khí xả.

Để đáp ứng một cách hữu hiệu các yêu cầu này, người ta cho rằng, để làm tăng độ bền của tấm thép và làm cho nó mỏng hơn, tức là tạo ra tấm thép độ bền cao. Tuy nhiên, trong trường hợp của tấm thép độ bền cao này, các vấn đề nảy sinh như là sự nảy sinh các khuyết tật do sự nảy 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 độ kéo giãn của thép.

Thông thường, chi tiết dập tạo hình này của tấm thép như được nêu trên thường cho trải qua quá trình nung thành phẩm sau dập tạo hình. Về vấn đề này, có yêu cầu cao đối với tấm thép 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 dập tạo hình.

Đối với phương án cụ thể của tấm thép có độ thấm tôi nung tốt, JP-A 58 084929 bộc lộ công nghệ trong đó tấm thép có hàm lượng C là bằng 0,01% khối

lượng hoặc nhỏ hơn, cải thiện các đặc tính hóa giả 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 truyền cho tấm thép với độ thấm tôi 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). Tiếp theo, JP-A 02-197549 bộc lộ công nghệ trong đó tấm thép có 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), truyền cho tấm thép độ thấm tôi 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.

Tiếp theo, 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, nó không thể đảm bảo sự kéo dài một cách đồng đều ở mức yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

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

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

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

Sáng chế hoàn thành trên cơ sở các phát hiện được nêu trên và các đặc điểm

chủ yếu của nó nà như sau.

(1) Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm 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 phần 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 tôi cứng 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 sự già hóa tiến triển: không lớn hơn 1,0%.

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

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

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

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

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

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

(7) Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6) nêu trên còn bao gồm ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Ca và kim loại đất hiếm (REM)

(REM - Rare Earth Metal – Kim loại đất hiếm) 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.

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

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

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

(11) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ theo mục (10) được nêu trên còn bao gồm việc hợp kim hóa cho màng mạ sau khi mạ.

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

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện tương quan giữa “[% Nb]/[% C]” và trị số tôi cứng nung (BH) đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

Fig.2 là đồ thị thể hiện tương quan giữa “[% Mn]/[% 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 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 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 tương quan giữa nhiệt độ ngâm và độ giãn dài đồng đều đối với các mẫu thử nghiệm tương ứng;

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

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

Mô tả chi tiết sáng chế

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

Trước hết, các lý do vì sao các thành phần của tấm thép bị hạ chế theo các phạm vi được 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 nói khác đi.

C: từ 0,0010% đến 0,0040%

Cacbon được liên kết với Nb để tạo thành các carbit mịn, nhờ đó góp phần tăng cường độ bền và cải thiện độ biến cứng khi gia công nguội của tấm thép. Tiếp theo, cacbon hiện hữu như là chất tan cacbon cải thiện độ thấm tôi nung. Do đó, hàm lượng C cần ít nhất là bằng bằng 0,0010%. Tuy nhiên, quá nhiều cacbon làm ảnh hưởng xấu đến các đặc tính độ giãn dài đồng đều bằng cách làm tăng các carbit và chất tan cacbon. Trường hợp trong đó chất tan cacbon hiện hữu theo 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. Tiếp theo, 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 ngâm và các đặc tính độ giãn dài đồng đều có thể được cải thiện. Tiếp theo, Mn có ảnh hưởng có hại đối với sự hoàn lại S trong thép vô hại đối với MnS. Hàm lượng Mn cần ít nhất là bằng bằng 0,1% nhằm thu được các kết quả tốt như được 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 hạ chế đặc tính chịu urot 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, 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 vậy gây ra các vết nứt nóng và làm hại đáng kể các đặc tính bề mặt của tấm thép. Tiếp theo, 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, được 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 già hóa tiến triển mà nếu không thì bị gây ra bởi chất tan N. Hàm lượng Al cần phải ít nhất là bằng bằng 0,01% và tốt hơn ít nhất là bằng 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%, các nitrit này được phân tán vào trong các hạt ferit, nhờ đó hạ thấp mức độ biến 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.

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

Nb: từ 0,005% đến 0,025%

Niobi phản ứng với cacbon tạo thành carbit mịn, nhờ đó góp phần tôi cứng thép. Carbit Nb mịn này ngăn chặn sự phục hồi trong quá trình đốt nóng để ủ, nhờ đó thu được các hạt tái kết tinh một cách đồng đều trong quá trình ngâm và các đặc tính độ giãn dài đồng đều có thể được cải thiện. Do đó, hàm lượng Nb cần ít nhất là bằng 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 nung làm ảnh hưởng xấu mà cả tính chống 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 carbit, 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 vượt quá 10, tốt hơn là bằng 7,7 hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 6,5 hoặc nhỏ hơn. Theo công thức được 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. Theo công thức được nêu trên, ký hiệu “[% M]” biểu thị hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

Thành phần cân bằng 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 thành phần vết khác trừ khi sự tồn tại của chúng làm ảnh hưởng xấu đến việc thực hiện và kết quả của sáng chế.

Tiếp theo, các thành phần khác sẽ được mô tả dưới đây có thể được bổ sung nhằm cải thiện độ bền, độ thấm tôi 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. Tiếp theo, bo được chia tách ở các đường biên hạt cải thiện tính chống 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 được nêu trên. Tuy nhiên, quá nhiều bo sẽ làm tăng tính chống 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 bởi ít nhất là bằng 0,003% nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như được nêu trên. Tuy nhiên, khi Ti được bổ sung quá nhiều, Ti phản ứng với cacbon tạo thành carbit, 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 bao gồm V, Ta, W và Mo: từ 0,005% đến 0,050%

Từng nguyên tố V, Ta, W và Mo tạo carbit 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 bao gồm V, Ta, W và Mo được bổ sung, các hàm lượng của các nguyên tố tốt hơn ít nhất là bằng 0,005% tương ứng nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như được 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 tương ứng.

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

Cr, Ni và Cu gây ra sự tính chế hạt theo cấu trúc tế vi, nhờ đó góp phần tăng cường độ bền của tấm thép. Trường hợp trong đó ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm 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% tương ứng, nhằm đảm bảo kết quả tốt của nó như được 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 được 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 bao gồm Ca và kim loại đất hiếm (REM) (REM - Rare Earth Metal – Kim loại đất hiếm): từ 0,0005% đến 0,01%

Ca và REM điều chỉnh hình thái học của các sunfua, nhờ đó cải thiện được độ dẻo của tấm thép. Ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Ca và REM tốt hơn là được bổ sung bởi ít nhất là bằng 0,0005% tương ứng, nhằm thu được kết quả tốt của nó như được 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 như là 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 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 tôi cứng 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 tôi cứng nung (BH) ít nhất là bằng 30 MPa. Trị số tôi cứng 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 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 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 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 tại màng mạ trên bề mặt của tấm thép cán nguội cải thiện khả năng chống chịu ăn mòn của tấm thép. Các phương án cụ thể tạo lớp mạ (tấm màng) bao gồm mạ nhúng nóng, mạ tráng, mạ kẽm điện (chẳng hạn, mạ hợp kim điện Zn-Ni) và dạng tương tự.

Tiếp theo, 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, làm nguội và cuộn và sau đó cho tấm thép thu được trải qua quá trình tẩy gỉ, cán nguội, ủ và là phẳng.

Cụ thể là, quá trình cuộn 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 phạm vi nhiệt độ ngâm là bằng hoặc cao hơn so với $0,1 \times ([\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])^\circ\text{C}/\text{giây}$; nhiệt độ ngâm nằm trong khoảng từ $(650 + 10 \times [\% \text{Nb}]/[\% \text{C}])$ đến 900°C; và thời gian ngâm là nằm trong khoảng từ 10 giây đến 1000 giây. Tiếp theo, mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình là phẳng được xác định là nằm trong khoảng từ $0,8 \times [\% \text{Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{Mn}])\%$.

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

Hạ quá thấp nhiệt độ cuộn 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. Tiếp theo, tấm thép biến 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 cuộn

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 cuộn được nêu một cách cụ thể, 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 cuộn 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. Theo công thức được 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 phạm vi nhiệt độ ngâm 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 đốt nóng, vì vậy, nguyên liệu thô, các hạt được phục hồi tiếp tục tồn tại trong quá trình ngâm 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 ngâm sau đó được ngăn chặn và hàm lượng chất tan cacbon giảm xuống, dẫn đến sự ảnh hưởng xấu của độ thấm tôi nung. Hiệu quả phục hồi trong quá trình đốt 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 phạm vi nhiệt độ ngâm 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 đốt 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 đốt nóng cụ thể không được sử dụng, tốc độ nung nóng tương đương với hoặc thấp hơn 30°C/giây là đủ. Theo công thức được nêu trên, ký hiệu “[% M]” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

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

Nhiệt độ ngâm 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 ngâm, vì vậy hàm lượng chất tan cacbon trong thép giảm xuống và độ thấm tôi 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 ngâm tương đối thấp dễ thấy hơn. Về vấn đề này, cần xác định nhiệt độ ngâm 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 ngâm 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 ngâm 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. Theo công thức được nêu trên, ký hiệu “ $[\% \text{M}]$ ” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

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

Thời gian ngâm quá ngắn 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 ngâm 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 ngâm quá dài tạo ra các hạt ferit thô, vì vậy làm giảm độ bền của tấm thép. Do đó, thời gian ngâm 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 là phẳng: từ $0,8 \times [\% \text{Mn}]$ đến $(2 + [\% \text{Mn}])\%$

Quá trình là phẳng 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 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 cần thiết cường độ các ứng suất lớn hơn trong đó về kết quả tốt thu được được nêu trên. Về vấn đề

này, mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình là phẳng 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 là phẳng 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 là phẳng có thể là cân bằng các con lăn hoặc tạo hình kéo giãn bằng cách tác dụng lực kéo lên tấm thép hoặc theo sự kết hợp cả cán và tạo hình kéo giãn.

Trong 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 đốt nóng lại và cho trải qua quá trình cán nóng. Việc đốt 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 cuộn 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 ngâm không bị giới hạn cụ thể, 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 ngâm có thể cũng được tiến hành.

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

Tiếp theo, vật liệu thép được nhúng vào bể mạ có thể được tái đốt 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 ít nhất là 5 giây, đối với quá trình được gọi là “xử lý hợp kim” của kẽm hợp kim với sắt.

Đối với 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 mạ không được tiến hành trong quá trình ủ, mạ kẽm điện, mạ Ni hoặc dạng tương tự có thể được tiến hành. Tiếp theo, chấp nhận tạo màng trên tấm thép cán nguội hoặc tấm thép mạ bằng cách phủ biến đổi hóa học hoặc dạng tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

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 thời thép có các thành phần được thể hiện trên 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, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ và là phẳng theo thứ tự này theo các điều kiện được thể hiện trên 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 điện trên 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 nung (BH) được xác định bằng cách truyền cho mẫu tấm thép

với ứng suất sơ bộ 2%, giữ mẫu tấm thép ở trạng thái với nhiệt độ là 170°C trong 20 phút và xác định cường độ tăng theo giới hạn chảy sau khi biến 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 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 trên Bảng 3.

Bảng 1

Mẫu thử nghiệm số	Các thành phần hóa học (% trọng 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	-

Tiếp theo

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:0,0005, 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 là (%)	Chiều dày tấm (mm)	Tốc độ tăng nhiệt độ (°C/s)	Nhiệt độ ngâm (°C)	Thời gian ngâm (giờ)	Mạ	Mức giảm chiều dày khi là phẳng (%)
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	<u>0,8</u>	850	35	GI	1,5
24	890	630	76	0,7	<u>0,6</u>	840	30	-	1,3
25	900	620	74	0,8	1,5	<u>910</u>	135	GA	1,2
26	890	630	73	0,7	2,0	<u>720</u>	150	GI	1,6
27	880	620	75	0,7	1,9	<u>720</u>	30	GI	2,0
28	900	<u>530</u>	73	0,8	3,2	800	130	GA	1,8

Tiếp theo

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	<u>8</u>	-	1,5
39	890	620	74	0,8	2,5	790	<u>1050</u>	GA	0,8
40	880	630	73	0,8	2,5	810	110	GI	<u>0,2</u>
41	900	620	75	0,6	3,0	830	130	GI	<u>2,5</u>

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

Bảng 3

Mẫu thử nghiệm số	Các trị số 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	17	37	31	1,3	Mẫu thép đối chứng
24	220	350	16	3	35	2,0	Mẫu thép đối chứng
25	240	320	17	38	50	1,5	Mẫu thép đối chứng
26	260	370	15	35	25	0,5	Mẫu thép đối chứng
27	270	380	16	36	26	0,5	Mẫu thép đối chứng
28	210	350	17	39	32	1,1	Mẫu thép đối chứng
29	205	360	17	38	45	1,5	Mẫu thép đối chứng
30	190	335	22	42	35	1,2	Mẫu thép đối chứng

Tiếp theo

31	260	410	16	35	35	0,2	Mẫu thép đối chứng
32	190	320	17	38	35	0,0	Mẫu thép đối chứng
33	240	360	19	39	36	1,5	Mẫu thép đối chứng
34	190	310	23	44	20	0,0	Mẫu thép đối chứng
35	210	365	20	39	25	0,0	Mẫu thép đối chứng
36	205	355	21	40	15	0,0	Mẫu thép đối chứng
37	210	340	22	42	30	1,3	Mẫu thép đối chứng
38	260	380	16	35	31	0,2	Mẫu thép đối chứng
39	200	320	23	45	35	0,5	Mẫu thép đối chứng
40	210	340	16	39	31	0,8	Mẫu thép đối chứng
41	240	350	16	38	32	0,0	Mẫu thép đối chứng

Fig.1 thể hiện trị số $[\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}]$ ảnh hưởng như thế nào đến trị số tôi cứng 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 đối với 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 ngâm 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 ngâm 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 ngâm là bằng hoặc lớn hơn $(650 + 10 \times [\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}])^\circ\text{C}$.

Fig.6 thể hiện nhiệt độ ngâm ảnh hưởng như thế nào đến trị số tôi cứng nung (BH) đối với các mẫu thử nghiệm từ số 1 đến 22, số 26 và số 27 trong đó nhiệt độ ngâm 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 ngâm 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, từng trục này thu trị số thu được bằng cách chia nhiệt độ ngâm cho $(650 + 10 \times ([\% \text{ Nb}]/[\% \text{ C}]))$.

Fig.7 thể hiện mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình là phẳng ảnh hưởng như thế 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 là 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 độ bền cao có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao, cũng như phương pháp sản xuất tấm thép có lợi. Về mặt này, sáng chế tạo ra hiệu quả tốt hơn trong công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ thấm tôi nung và khả năng tạo hình cao, bao gồm 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

phần 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 tôi cứng 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 lớn hơn 1,0%,

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

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn bao gồm B: từ 0,0005% đến 0,0030% (% khối lượng).

3. Tấm thép 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 theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm V, Ta, W và Mo từ 0,005% đến 0,050% tương ứng (% khối lượng).

5. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cr, Ni và Cu từ 0,01% đến 0,10% tương ứng (% khối lượng).

6. Tấm thép 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 theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tấm thép này còn bao gồm ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Ca và kim loại đất hiếm (REM) (REM - Rare Earth Metal) từ 0,0005% đến 0,01% tương ứng (% khối lượng).

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

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

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

trong đó quá trình cuộn được tiến hành ở nhiệt độ là 550°C hoặc cao hơn,

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

mức độ giảm chiều dày tấm trong quá trình là phẳng 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 “[% M]” thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của thành phần M trong thép.

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

11. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc hợp kim hóa cho màng mạ sau khi mạ.

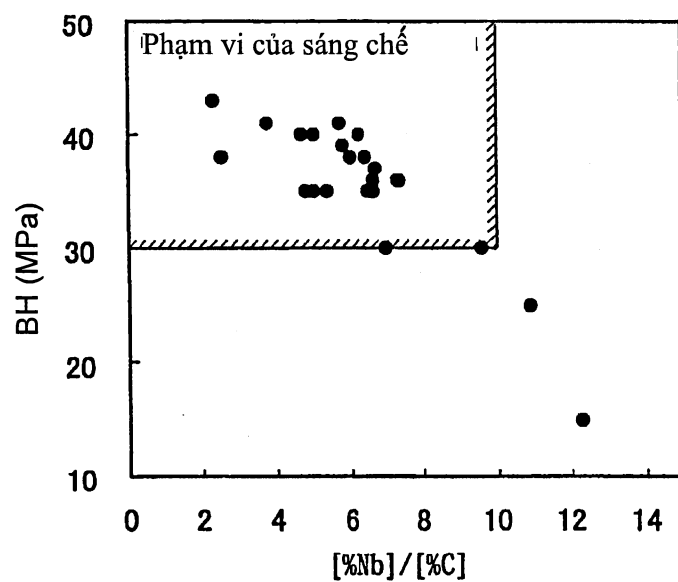


Fig. 1

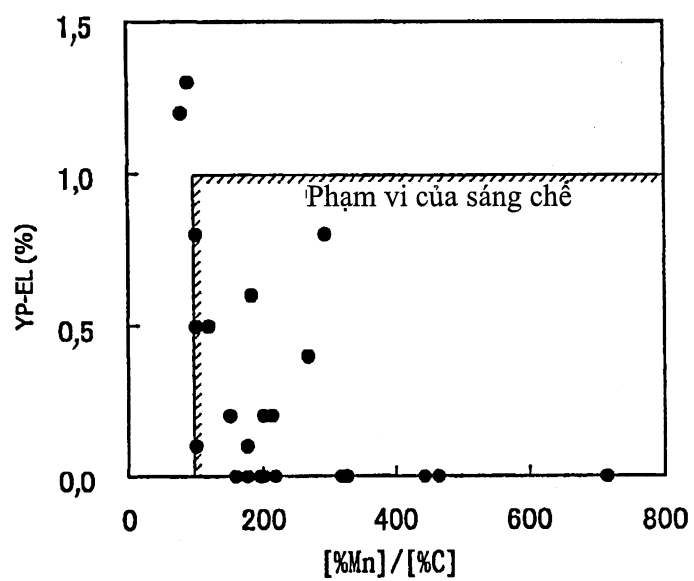


Fig. 2

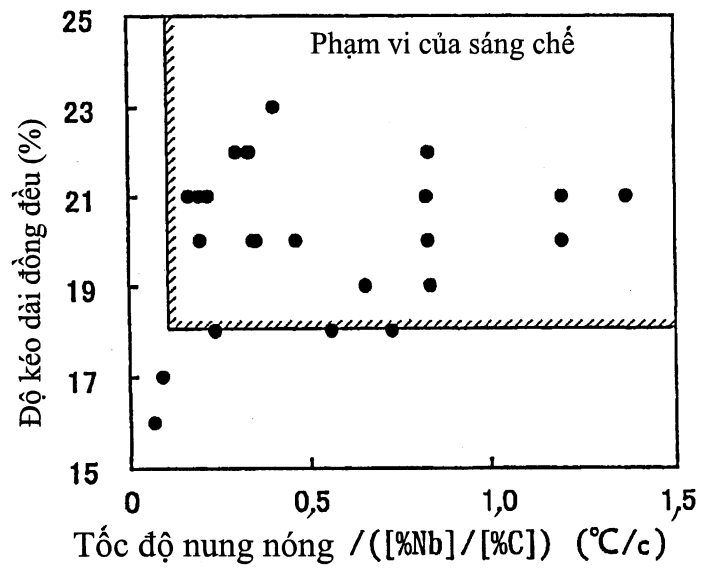


Fig. 3

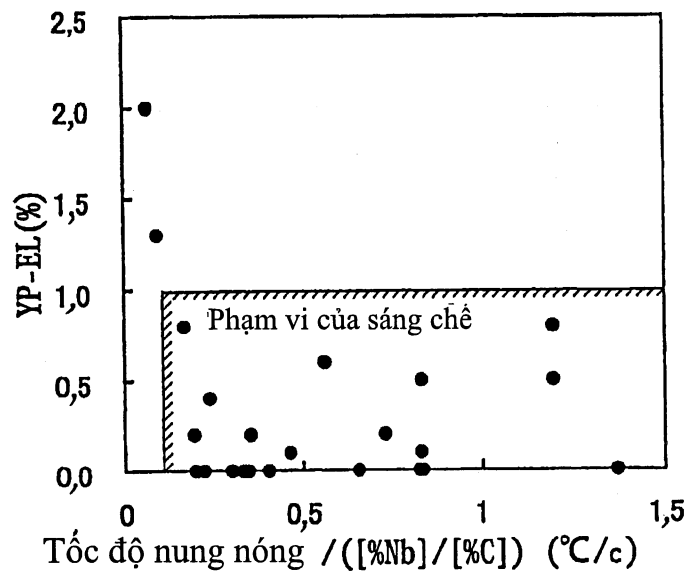


Fig. 4

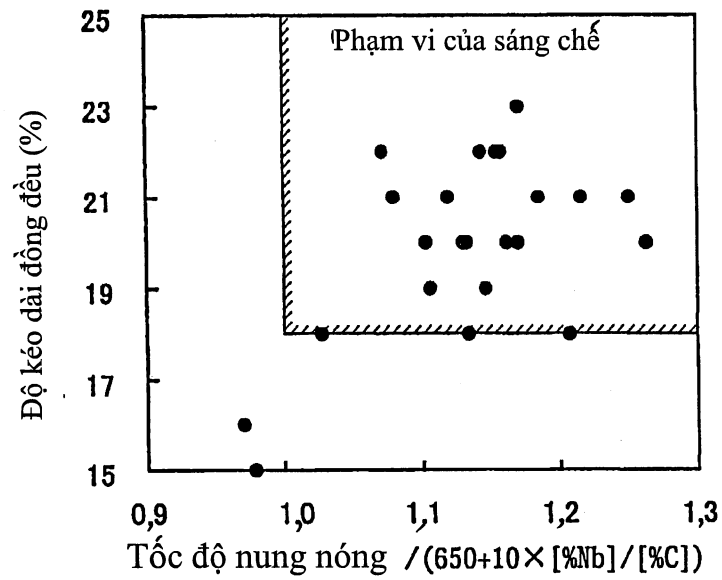


Fig. 5

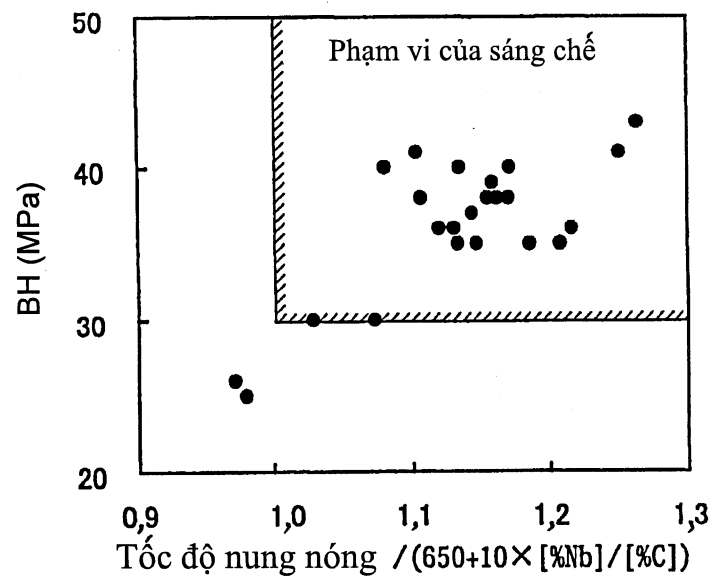


Fig. 6

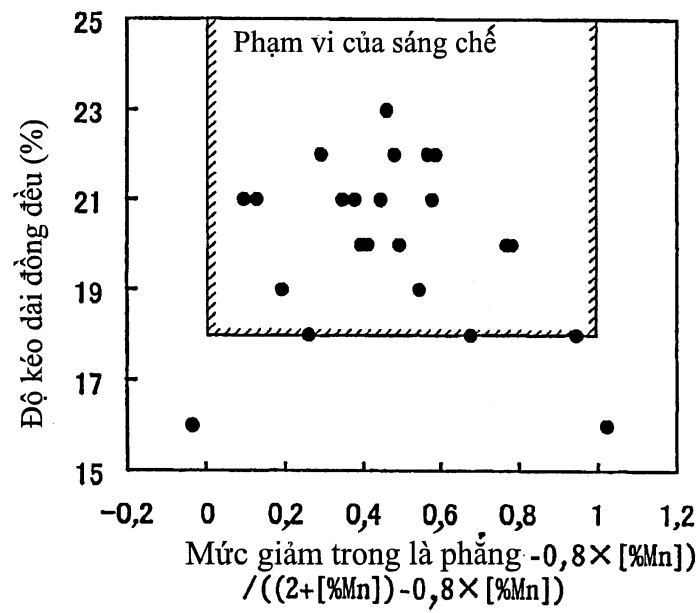


Fig. 7