



(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)



1-0028434

(51)<sup>2020.01</sup> C22C 38/14; C21D 8/04; C22C 38/12

(13) B

(21) 1-2012-03342

(22) 09/11/2012

(30) 2012-152840 06/07/2012 JP

(45) 25/05/2021 398

(43) 27/01/2014 310A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

(72) FUNAKAWA, Yoshimasa (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI ĐỘ BỀN CAO CÓ KHẢ NĂNG CHỊU KÉO CAO VÀ  
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có khả năng chịu kéo cao để cho phép chịu uốn tốt được thực hiện trong lúc tạo hình bằng sự ép thực, cũng như phương pháp sản xuất hiệu quả tấm thép cán nguội. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao, bao gồm thành phần theo % khối lượng gồm, C: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Si: 0,1% đến 0,8%, Mn: 1,0% đến 2,5%, P: 0,1% hoặc nhỏ hơn, S: 0,02% hoặc nhỏ hơn, N: 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn, ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Ti: 0,005% đến 0,05% và Nb: 0,01% đến 0,08%, và thành phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó đường kính hạt của ferit ít nhất bằng 7 $\mu$ m, tỷ lệ chiều dài của hạt ferit theo hướng cán so với chiều dài của hạt ferit theo chiều độ dày tấm là 2,5 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ của biên hạt góc cao, tại tỷ lệ này sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể đối diện nhau với biên hạt giữa chúng ít nhất là 15°, bằng 50% hoặc lớn hơn trong toàn bộ các biên hạt ferit.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền chịu kéo đạt ít nhất 440 MPa, có khả năng chịu kéo cao, và phù hợp làm vật liệu của các thiết bị vận chuyển chẳng hạn các phụ tùng ô tô. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội. Cần lưu ý rằng tấm thép cán nguội của sáng chế bao gồm tấm thép tráng chẳng hạn tấm thép tráng kẽm.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Việc giảm trọng lượng của ô tô đã được thúc đẩy mạnh mẽ và liên tục để cải thiện sự tiêu thụ nhiên liệu của ô tô. Độ dày của tấm thép sử dụng làm xe ô tô được giảm cho mục đích này là bởi vì sự giảm trọng lượng của xe ô tô có thể sẽ đạt được hiệu quả nếu giảm độ dày của tấm thép mà được sử dụng làm xe ô tô. Đề tài này đã được nghiên cứu để áp dụng tấm thép độ bền cao có độ bền chịu kéo đạt tải trọng 440 MPa trên mỗi chi tiết mà được làm bằng tấm thép nhẹ trong giải pháp kỹ thuật đã biết, để duy trì mức độ bền đủ cao của chi tiết khi độ dày của chi tiết được giảm.

Tuy nhiên, có xảy ra một vấn đề là khả năng chịu uốn của tấm thép giảm khi độ bền của tấm thép được tăng lên. Vì vấn đề này, mà sự giảm trọng lượng của tấm thép bằng cách nâng cao độ bền của tấm thép đã không đạt được thỏa đáng. Vì vậy, có nhu cầu cần phát triển một tấm thép độ bền cao có cả độ bền chịu kéo đạt 440 MPa và khả năng chịu uốn tương đương với khả năng chịu uốn của tấm thép cacbon nhẹ để khắc phục vấn đề nói trên.

Tấm thép mỏng có độ bền chịu kéo đạt tải trọng 440 MPa và khả năng chịu uốn tốt thông thường được sản xuất thông qua, ví dụ tăng cường chất tan bằng Si và/hoặc Mn hoặc tăng cường chất kết tủa bằng Cu của tấm thép cacbon thấp hoặc thép IF.

JP-B 07-056056, ví dụ, bộc lộ kỹ thuật làm tăng độ bền của tấm thép có trị số  $r$  cao bằng cách điều chỉnh thành phần của thép để chứa  $C \leq 0,01\%$  khối lượng và  $Cu \geq 0,8\%$  khối lượng để làm cho Cu được kết tủa sau khi tạo thành vi cấu trúc có khả năng chịu kéo cao khi kết tinh lại sau khi cán nguội.

Tuy nhiên, tấm thép đạt được bằng kỹ thuật của JP-B 07-056056 dễ tạo ra sự nứt gãy khi hình thành trong lúc cán nguội do bổ sung thêm Cu với một hàm lượng tương đối lớn, mặc dù tấm thép này có trị số  $r$  cao. Tức là, tấm thép độ bền cao có trị số  $r$  cao không được tạo ra ổn định trong phạm vi công nghiệp theo JP-B 07-056056.

JP-B 3528716 bộc lộ kỹ thuật sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu uốn nén cao bằng cách điều chỉnh thành phần của thép để chứa ít nhất nguyên tố C nằm trong phạm vi từ 0,0040% đến 0,010 % theo khối lượng, P, Mn và Nb sao cho tỷ lệ hàm lượng C/Nb nằm trong phạm vi cụ thể và kiểm soát được việc đặt đường kính hạt ferit là 10 $\mu$ m hoặc nhỏ hơn.

Tuy nhiên, tấm thép cán nguội độ bền cao đạt được bằng kỹ thuật của JP-B 3528716 cho sự dị hướng lớn đáng kể thể hiện ở trị số  $r$  là do bổ sung một lượng lớn đáng kể Nb và do đó sự không đồng đều lớn đáng kể của độ dày tấm thép và sự thay đổi về kích thước biên sau khi tạo hình bằng sự ép, do đó gây ra một vấn đề là tấm thép không dễ dàng áp dụng được để làm các chi tiết kết cấu ô tô thực tế.

Hơn nữa, JP-B 3534023 bộc lộ tấm thép độ bền cao có độ bền chịu kéo đạt tải trọng MPa được sản xuất bằng cách điều chỉnh kiểm soát được thành phần của thép để chứa ít nhất nguyên tố C nằm trong phạm vi từ 0,0040% đến 0,010 % theo khối lượng, Mn, P và Nb sao cho NbC được phân tán bởi một hàm lượng lớn trong mỗi hạt ferit.

Tuy nhiên, tấm thép độ bền cao đạt được bằng kỹ thuật của JP-B 3534023, mặc dù có trị số  $r$  cải thiện, nhưng tấm thép này vẫn có sự dị hướng lớn đáng kể thể hiện ở trị số  $r$  là do bổ sung một lượng lớn đáng kể Nb và do đó sự không đồng đều lớn đáng kể của độ dày tấm thép và sự thay đổi đối với kích thước mép sau khi tạo hình bằng sự ép, do đó gây ra một vấn đề là tấm thép này không dễ dàng áp dụng được để làm các chi tiết kết cấu ô tô thực tế.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Các vấn đề được giải quyết bởi sáng chế

Rất khó để đạt được tấm thép độ bền cao có độ bền chịu kéo đạt tải trọng 440 MPa và khả năng chịu kéo cao bằng các kỹ thuật thông thường như được mô tả ở trên.

Sáng chế nhằm mục đích giải quyết một cách hiệu quả các vấn đề trong tình trạng kỹ thuật nói trên và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội có khả năng chịu kéo cao làm cho tấm thép này dễ dàng áp dụng trong việc tạo hình bằng sự ép thực tế, cũng như phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội thuận lợi.

Phương thức giải quyết vấn đề

Việc nâng cao trị số  $r$  (trị số Lankford) của tấm thép mỏng là quan trọng bởi vì trị số  $r$  cao hơn sẽ dẫn đến khả năng chịu kéo cao hơn của tấm thép. Tuy nhiên, cho phép rằng trị số  $r$  của tấm thép được tăng lên bằng cách nâng cao sự dị hướng trong mặt phẳng của các đặc tính trị số  $r$ , tấm thép có thể bị ảnh hưởng từ sự biến đổi đáng kể của độ dày tấm

thép làm nên các chi tiết sau khi tạo hình bằng sự ép thực tế, điều này dẫn đến, phụ thuộc vào vùng biến đổi, sự biến đổi đáng kể của độ dày tấm thép của phần mép ngoài và sự hình thành có thể của các vết nứt trong phần mép ngoài do sự biến đổi.

Trên quan điểm này, các tác giả sáng chế đã làm một nghiên cứu sâu về sự hình thành của vi cấu trúc sau khi kết tinh lại và tăng cường mức độ liên kết với vi cấu trúc đó cho mục đích đạt được trị số  $r$  cao tương đối bằng việc duy trì sự dị hướng tương đối thấp của sự hình thành vi cấu trúc.

Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng: nếu Ti và Nb được bổ sung thì chỉ làm cho thép “có kẽ hở tự do”; nếu bổ sung quá nhiều Si và Mn sẽ làm giảm trị số  $r$  và sự giãn dài; Si và Mn có xu hướng bị hút bởi các vùng ứng suất quanh TiC và/hoặc NbC, do đó không gây ra mức độ tác động làm tăng chất tan do Si và Mn; sự tác động làm tăng chất tan do Si và Mn có thể được cải thiện đáng kể mà không làm giảm trị số  $r$  và sự giãn dài bằng cách tối ưu hóa các hàm lượng Si và Mn; và Cu và FeTiP, khác hẳn TiC và NbC, không làm giảm sự tác động làm tăng chất tan của Si và Mn.

Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự dị hướng của trị số  $r$  (các đặc tính) có thể được giảm bằng cách đặt tỷ lệ co của hạt ferit, tức là tỷ lệ chiều dài của hạt ferit theo hướng cán so với chiều dài của hạt ferit theo chiều độ dày tấm, là 2,5 hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hiệu quả cao nói trên được tạo ra bằng cách đặt cụ thể tỷ lệ co của hạt ferit được tạo thành tin cậy hơn và do đó sự dị hướng của trị số  $r$  được giảm thêm nữa khi tỷ lệ của biên hạt góc cao, tại tỷ lệ này sự định hướng sai lệch của tinh thể giữa hai tinh thể đối diện nhau với biên hạt giữa chúng ít nhất là  $15^\circ$ , bằng 50% hoặc lớn hơn trong toàn bộ biên hạt ferit.

Sáng chế được hoàn thành dựa trên các phát hiện nói trên và các dấu hiệu chính như sau.

(1) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao, bao gồm thành phần bao gồm theo % khối lượng, C: 0,005% hoặc nhỏ hơn, Si: 0,1% đến 0,8%, Mn: 1,0% đến 2,5%, P: 0,1% hoặc nhỏ hơn, S: 0,02% hoặc nhỏ hơn, N: 0,1% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn, ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Ti: 0,005% đến 0,05% và Nb: 0,01% đến 0,08%, và thành phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó đường kính hạt của ferit ít nhất bằng  $7\mu\text{m}$ , tỷ lệ chiều dài của hạt ferit theo hướng cán so với chiều dài của hạt ferit theo chiều độ dày tấm là 2,5 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ của biên hạt góc cao, tại tỷ lệ này sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể đối diện nhau với biên hạt giữa chúng ít nhất là  $15^\circ$ , bằng 50% hoặc lớn hơn trong toàn bộ

các biên hạt ferit.

(2) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của dấu hiệu (1) nói trên, trong đó thành phần còn bao gồm Cr: 0,3 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

(3) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của dấu hiệu (1) hoặc (2) nói trên, trong đó thành phần còn bao gồm B: 0,0025 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

(4) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của dấu hiệu bất kỳ từ (1) đến (3) nói trên, trong đó thành phần còn bao gồm Cu: 0,3 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

(5) ) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của một dấu hiệu bất kỳ từ (1) đến (4) nói trên, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Mo: 0,5 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và Sb: 0,02 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

(6) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của một dấu hiệu bất kỳ từ (1) đến (5) nói trên, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, W, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf sao cho tổng hàm lượng của chúng bằng 1 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

(7) Tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của một dấu hiệu bất kỳ từ (1) đến (6) nói trên, còn bao gồm lớp mạ trên cả hai bề mặt của tấm thép.

(8) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao, bao gồm: chuẩn bị vật liệu thép có thành phần hợp thành của một dấu hiệu bất kỳ từ (1) đến (6) nói trên; và bước cho vật liệu thép chịu quá trình cán nóng bao gồm cán tinh, làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ để tạo ra tấm thép cán nguội, khác biệt ở chỗ: làm nóng vật liệu thép đến vùng nhiệt độ một pha austenit trước khi cán nóng; hoàn thành cán nóng ở nhiệt độ cán tinh bằng hoặc cao hơn 890°C để thu được tấm thép cán nóng; xử lý tấm thép cán nóng bằng việc cuộn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500 °C đến 750 °C, tẩy gỉ để loại bỏ các vảy bám ở cả hai bề mặt của tấm thép cán nóng, và cán nguội với tốc độ giảm ít nhất 40%; và ủ tấm thép cán nguội ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn 700 °C.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng chịu kéo cao của dấu hiệu (8) nói trên, còn bao gồm xử lý tấm thép bằng quy trình mạ sau khi ủ.

Hiệu quả có thể đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép cán nguội có độ bền chịu kéo đủ cao, cũng như được cải thiện đáng kể khả năng chịu kéo và do đó được cải thiện đáng kể khả năng chịu uốn do sự ép so với tấm thép cán nguội thông thường, điều này tạo ra hiệu quả thuận

lợi đáng kể trong đối với công nghiệp.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết sau đây.

Đầu tiên, các lý do tại sao thành phần hợp thành của tấm thép cán nguội lại được giới hạn trong các phạm vi nói trên sẽ được mô tả. Theo sáng chế, “%” biểu diễn “% theo khối lượng” trừ khi được đề cập khác.

C: 0,005 % hoặc nhỏ hơn

Carbon tạo ra cacbua trong thép và vùng ứng suất quanh cacbua chiếm được Si và Mn, do đó giảm khả năng làm tăng chất tan của Si và Mn và làm cho khó thu được tấm thép có độ bền chịu kéo đạt tải trọng 440 MPa. Tức là, hàm lượng carbon cao hơn cần phải có một hàm lượng lớn Si và/hoặc Mn bổ sung, điều này làm giảm trị số  $r$  và làm giảm khả năng chịu kéo cao của tấm thép thành phẩm. Theo đó, giới hạn trên của hàm lượng carbon trong thép sẽ là 0,005% và tốt hơn là 0,0035%.

Si: 0,1% đến 0,8%

Silic là nguyên tố làm tăng chất tan và cơ bản được yêu cầu để đạt được độ bền mong muốn của tấm thép theo sáng chế. Giới hạn thấp hơn của hàm lượng silic trong thép là 0,1% bởi vì hàm lượng Si trong thép thấp hơn 0,1% sẽ làm cho khó đạt được tấm thép thành phẩm có độ bền chịu kéo đạt tải trọng 440 MPa. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Si trong thép vượt quá 0,8% sẽ làm cứng các hạt ferit và ngăn không cho cấu trúc mà nó đảm bảo tạo ra trị số  $r$  cải thiện trong quy trình cán nguội, kết quả là làm giảm trị số  $r$  của tấm thép thành phẩm. Theo đó, giới hạn trên của hàm lượng silic sẽ là 0,8% và tốt hơn là 0,6%.

Mn: 1,0% đến 2,5%

Mangan, giống silic, làm tăng chất tan trong thép và do đó là nguyên tố về cơ bản được yêu cầu để đạt được độ bền mong muốn của tấm thép thành phẩm theo sáng chế. Giới hạn dưới của hàm lượng mangan trong thép là 1,0% bởi vì hàm lượng Mn trong thép thấp hơn 1,0% sẽ làm cho khó đạt được tấm thép thành phẩm có độ bền chịu kéo đạt tải trọng 440 MPa. Tuy nhiên, hàm lượng trong thép vượt quá 2,5% sẽ làm cứng các hạt ferit và ngăn không cho cấu trúc mà nó đảm bảo tạo ra trị số  $r$  trong quy trình cán nguội, kết quả là làm giảm trị số  $r$  của tấm thép thành phẩm. Hơn nữa, hàm lượng Mn trong thép vượt quá 2,5% cũng gây ra sự chia tách Mn làm xảy ra sự tác động bất lợi cho hiệu quả cải thiện trị số  $r$  của sáng chế. Theo đó, trị số trên của hàm lượng mangan trong thép là 2,5% và hàm lượng Mn trong thép tốt hơn là nằm trong phạm vi từ 1,3% đến 2,0%.

P: 0,1% hoặc nhỏ hơn

Photpho là nguyên tố làm tăng chất tan và về cơ bản được yêu cầu để đạt được độ bền mong muốn của tấm thép theo sáng chế. Tuy nhiên, việc bổ sung photpho vào thép sao cho hàm lượng photpho trong thép vượt quá 0,1% sẽ gây ra sự chia tách photpho tại các đường biên hạt ferit, do đó làm cho dễ nứt gãy tại các đường biên hạt ferit. Theo đó, giới hạn trên của hàm lượng photpho trong thép là 0,1%. Hàm lượng phospho tốt hơn là nằm trong phạm vi từ 0,01% đến 0,08% theo sáng chế.

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn

Sulfu được liên kết với titan để tạo ra  $TiS$  và  $Ti_4C_2S_2$ . Theo đó, nếu hàm lượng sunfua quá lớn trong thép sẽ dẫn đến sự tạo thành nhiều  $TiS$ ,  $Ti_4C_2S_2$  thô và các hợp chất kết tủa của chúng, điều này ngăn không cho cấu trúc mà nâng cao trị số  $r$  phát triển trong lúc cán nguội. Đặc biệt là, nếu hàm lượng sunfua trong thép vượt quá 0,02% thì sẽ làm suy khả năng chịu kéo cao của tấm thép thành phẩm. Theo đó, hàm lượng sulfur trong thép là 0,02% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,015% hoặc nhỏ hơn theo sáng chế.

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn

Nitơ tạo ra  $TiN$  thô và do đó ngăn không cho cấu trúc mà nó nâng cao trị số  $r$  phát triển trong quy trình cán nguội. Hàm lượng nitơ trong thép theo đó được giảm thấp nhất có thể. Cụ thể là, nếu hàm lượng nitơ trong thép vượt quá 0,01% thì sẽ làm tăng  $TiN$  và sẽ làm giảm đáng kể khả năng chịu kéo cao của tấm thép thành phẩm. Theo đó, hàm lượng nitơ trong thép là 0,01% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,1 % hoặc nhỏ hơn

Nhôm là nguyên tố tác động như chất khử oxit. Hàm lượng nhôm trong thép tốt hơn là được đặt ít nhất bằng 0,001 % để đảm bảo hiệu quả khử oxit. Tuy nhiên, hàm lượng Al trong thép vượt quá 0,1% kết quả là sẽ làm tăng lượng  $Al_2O_3$  và làm giảm khả năng chịu kéo cao của tấm thép thành phẩm. Theo đó, hàm lượng Al trong thép được đặt là 0,1% hoặc nhỏ hơn.

Titan và niobi là các nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Ít nhất một trong Ti và Nb tạo ra hiệu quả thuận lợi cho năng suất của tấm thép thành phẩm.

Ti: 0,005% đến 0,05%

Titan cố định N, S và C trong tấm thép bằng cách tạo ra các chất kết tủa của chúng, nhờ đó nâng cao trị số  $r$  của tấm thép thành phẩm. Tuy nhiên, trong trường hợp mà các chất kết tủa này được kết tủa mịn với một lượng lớn, khả năng chịu kéo cao của tấm thép thành phẩm suy giảm. Cụ thể là, hàm lượng Ti trong thép nhỏ hơn 0,005 % sẽ gây ra hiệu

ứng không đủ cố định N, S và C như là các chất kết tủa, do đó không nâng cao trị số r của tấm thép thành phẩm. Hàm lượng Ti trong thép vượt quá 0,05% sẽ làm tăng sự dị hướng trong mặt phẳng của trị số r của tấm thép thành phẩm, do đó làm giảm khả năng chịu kéo cao của tấm thép. Theo đó, hàm lượng Ti trong thép nằm trong phạm vi từ 0,005% đến 0,05%.

Nb: 0,01 % đến 0,08 %

Niobi, giống titan, cố định C và N trong thép như là các chất kết quả giống NbC, Nb(C, N) v.v... và do đó tốt hơn là được bổ sung vào thép. Trong trường hợp mà Ti không được bổ sung và hàm lượng Nb trong thép nhỏ hơn 0,01 %, carbon không được cố định hoàn toàn như cacbua, do đó trị số r của tấm thép thành phẩm giảm. Tuy nhiên, hàm lượng Nb vượt quá 0,08 % sẽ làm tăng sự dị hướng trong mặt phẳng của trị số r của tấm thép thành phẩm, do đó làm giảm khả năng chịu kéo cao của tấm thép. Theo đó, hàm lượng Nb trong thép nằm trong phạm vi từ 0,01% đến 0,08%.

Ngoài các thành phần cơ bản được mô tả ở trên, tấm thép của sáng chế có thể còn chứa lượng thích hợp của các nguyên tố dưới đây theo sự cần thiết.

Cr: 0,3% hoặc nhỏ hơn

Cr được liên kết với C, N để nâng cao trị số r của tấm thép thành phẩm, mặc dù lực liên kết của Cr với C, N yếu hơn các lực liên kết của Ti và Nb. Theo đó, Cr có thể được bổ sung vào thép sao cho hàm lượng của nó không vượt quá 0,3%. Hàm lượng Cr trong thép tốt hơn là ít nhất là 0,1% để thu được hiệu quả tốt nói trên của Cr.

B: 0,0025 % hoặc nhỏ hơn

Bo tốt hơn là được bổ sung vào thép để tăng cường các biên hạt được làm sạch như là kết quả của sự tạo thành cacbua và nitri bởi Ti và/hoặc Nb. Tuy nhiên, trong trường hợp mà hàm lượng Bo trong thép vượt quá 0,0025 %, trị số của tấm thép thành phẩm giảm. Theo đó, giới hạn trên của hàm lượng Bo, khi Bo được bổ sung, là 0,0025 %.

Cu: 0,3% hoặc nhỏ hơn

Cu góp phần làm tăng độ bền của thép thông qua việc làm tăng chất tan hoặc làm tăng sự kết tủa. Cu tốt hơn là được bổ sung vào thép sao cho hàm lượng của nó là 0,3% hoặc nhỏ hơn bởi vì hàm lượng của Cu trong thép vượt quá 0,3% sẽ làm cho thép dễ bị nứt trong các hoạt động cán.

Mo: 0,5% hoặc nhỏ hơn

Molyden tốt hơn là được bổ sung vào thép để tăng cường các biên hạt được làm sạch như kết quả của sự hình thành cacbua và nitri bởi Ti và/hoặc Nb. Tuy nhiên, trong



trường hợp mà hàm lượng Mo trong thép vượt quá 0,5 %, trị số của tấm thép thành phẩm giảm. Theo đó, giới hạn trên của hàm lượng Mo, khi Mo được bổ sung, là 0,5 %.

Sb: 0,02% hoặc nhỏ hơn

Antimon có thể được bổ sung vào thép để tăng cường các biên hạt được làm sạch như là kết quả của sự hình thành cacbua và nitri bởi Ti và/hoặc Nb. Tuy nhiên, trong trường hợp mà hàm lượng Sb trong thép vượt quá 0,02 %, trị số ra của tấm thép thành phẩm giảm. Theo đó, giới hạn trên của hàm lượng Sb, khi Sb được bổ sung vào, là 0,02 %.

Ít nhất một loại trong số các nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, W, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf: 1% hoặc nhỏ hơn ở dạng tổng. Mỗi nguyên tố trong số Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, W, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf là nguyên tố hữu ích trong việc cải thiện khả năng chống ăn mòn. Tuy nhiên, trong trường hợp mà tổng hàm lượng của các nguyên tố này trong thép vượt quá 1%, khả năng uốn cong của tấm thép thành phẩm giảm. Theo đó, tổng hàm lượng của các nguyên tố này trong thép được đặt là 1% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,5% hoặc nhỏ hơn, một trong số các nguyên tố này được bổ sung duy nhất hoặc các nguyên tố này được bổ sung dưới dạng kết hợp.

Các thành phần khác trong tấm thép của sáng chế được mô tả ở trên là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

Các phạm vi hợp chất thành phần của tấm thép của sáng chế đã được giải thích chi tiết trong các mô tả nêu trên. Tuy nhiên, chỉ đơn giản là điều chỉnh việc thiết lập hợp chất nằm trong các phạm vi nêu trên là không đủ để đạt được hiệu quả dự tính của sáng chế và điều này rất quan trọng để điều chỉnh đường kính hạt ferit, tỷ lệ co của hạt ferit, và tỷ lệ của biên hạt góc cao trong toàn bộ các biên hạt ferit sao cho chúng thỏa mãn các điều kiện định trước, tương ứng.

Đường kính hạt ferit: ít nhất bằng 7 $\mu$ m

Đường kính hạt ferit nhỏ hơn 7 $\mu$ m sẽ làm tăng sự dị hướng của trị số r và làm giảm khả năng chịu kéo cao của tấm thép. Theo đó, đường kính hạt ferit ít nhất bằng 7 $\mu$ m theo sáng chế.

“Đường kính hạt ferit” theo sáng chế được xác định bằng cách: chụp ảnh vi cấu trúc của thép với  $\times 100$ ; vẽ mười đường thẳng theo chiều độ dày tấm và hướng cán, tương ứng, với ít nhất 100 mm(chiều dài thực) các khoảng cách giữa các đường thẳng; đếm số lượng các điểm giao nhau của các biên hạt và các đường thẳng; chia tổng chiều dài của các đường thẳng bởi số lượng các điểm giao nhau, để thu được kết quả chia biểu diễn chiều

dài đường thẳng trên một hạt ferit; nhân chiều dài đường thẳng thực trên một hạt ferit theo cách đó thu được, với 1,13; và liên quan đến trị số kết quả là “đường kính hạt ferit”.

Tỷ lệ co của hạt ferit: 2,5 hoặc nhỏ hơn

Tỷ lệ co của hạt ferit là 2,5 hoặc nhỏ hơn theo sáng chế. Tỷ lệ co vượt quá 2,5 sẽ làm tăng sự dị hướng của trị số  $r$  và làm giảm khả năng tạo hình bằng ép thực của tấm thép thành phẩm.

Phương pháp để đo “tỷ lệ co của hạt ferit” của sáng chế bao gồm: chụp ảnh vi cấu trúc của thép ở  $\times 100$ ; vẽ mười đường thẳng theo chiều độ dày thép và hướng cán, tương ứng, với ít nhất 100 mm (chiều dài thực các khoảng cách giữa các đường thẳng; đếm số lượng các điểm giao nhau của các biên hạt và các đường thẳng được vẽ theo hướng cán; đếm số lượng các điểm giao nhau của các biên hạt và các đường thẳng được vẽ theo chiều độ dày tấm; chia tổng chiều dài của các đường thẳng được vẽ theo hướng cán bởi số lượng các điểm giao nhau, để thu được chiều dài đường thẳng theo hướng cán trên một hạt ferit; chia tổng chiều dài của các đường thẳng được vẽ theo chiều độ dày tấm bởi số lượng các điểm giao nhau theo chiều độ dày, để thu được chiều dài đường thẳng theo chiều độ dày tấm trên một hạt ferit; tính toán tỷ lệ của chiều dài đường thẳng theo hướng cán trên một hạt ferit so với chiều dài đường thẳng theo chiều độ dày tấm trên một hạt ferit; và liên quan đến tỷ lệ theo cách đó được tính toán như là “tỷ lệ co của hạt ferit”.

Tỷ lệ, dưới dạng toàn bộ các biên hạt ferit, của biên hạt góc cao mà tại đó sự định hướng sai tinh thể (góc) giữa hai tinh thể đối diện nhau với biên hạt giữa chúng ít nhất là  $15^\circ$ : ít nhất là 50%.

Sự định hướng sai lệch tinh thể (góc) tại biên hạt ferit là quan trọng theo sáng chế. Biên hạt góc thấp, tại đó sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể liền kề với nhau trong các biên hạt ferit nhỏ hơn  $15^\circ$ , có khả năng thấp tương đối như là một biên hạt và hướng tới sẽ bị biến dạng trong quy trình tạo hình theo cách tương tự với các hạt ferit liền kề, do đó làm tăng sự dị hướng của trị số  $r$  của tấm thép. Theo quan điểm này, tỷ lệ độ nhiều của biên hạt góc cao, tại đó sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể đối diện nhau ít nhất là  $15^\circ$ , phải được tăng lên để giảm sự dị hướng của trị số  $r$  theo sáng chế. Theo đó, tỷ lệ của biên hạt góc cao so với toàn bộ các biên hạt ferit ít nhất là 50% để giảm sự dị hướng của trị số  $r$  của tấm thép theo sáng chế.

Hơn nữa, tấm thép cán nguội của sáng chế có thể có lớp mạ (phủ) trên cả hai bề mặt của tấm thép. Lớp mạ được tạo thành trên cả hai bề mặt của tấm thép cán cải thiện khả năng chống ăn mòn của tấm thép. Các ví dụ của việc mạ (màng) bao gồm việc tráng kẽm

nhúng nóng, tráng kẽm, mạ điện, mạ điện phủ hợp kim Zn-Ni, và tương tự.

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

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội được sản xuất bởi: đầu tiên chuẩn bị vật liệu thép như là tấm tốt nhất thu được bằng cách đúc liên tục; và sau đó xử lý vật liệu thép bằng việc cán nóng, làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ theo trình tự này.

Cụ thể hơn là, phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội của sáng chế khác biệt ở chỗ bao gồm: nung nóng vật liệu thép đến vùng nhiệt độ một pha austenit trước khi cán nóng; hoàn thiện việc cán nóng ở nhiệt độ cán tinh bằng hoặc lớn hơn  $890^{\circ}\text{C}$  để thu được tấm thép cán nóng; xử lý tấm thép cán nóng bằng việc cuộn ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ  $500^{\circ}\text{C}$  đến  $750^{\circ}\text{C}$ , tẩy gỉ để tách bỏ các vảy bám ở cả hai bề mặt của tấm thép cán nóng, và cán nguội ở tốc độ giảm ít nhất 40% để thu được tấm thép cán nguội; và ủ tấm thép cán nguội ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn  $700^{\circ}\text{C}$ .

Theo phương pháp sản xuất của sáng chế, phương pháp nóng chảy để chuẩn bị vật liệu thép không được giới hạn cụ thể và phương pháp nóng chảy đã biết bất kỳ chẳng hạn lò cảm ứng, bộ chuyển đổi, lò điện, và tương tự có thể được sử dụng thích hợp. Phương pháp đúc không bị giới hạn cụ thể. Việc đúc liên tục có thể được sử dụng thích hợp. Liên quan đến việc cán nóng tấm, tấm có thể được cán nóng sau khi tấm được nung nóng lại bởi lò nung nóng hoặc sau khi tấm được nung nóng trong một khoảng thời gian ngắn bởi lò nung nóng ở  $1100^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn cho mục đích bù nhiệt độ.

Vật liệu thép theo cách đó thu được được xử lý với việc cán nóng. Việc cán nóng có thể bao gồm cán thô và cán tinh hoặc được tạo thành chỉ với cán tinh bỏ qua cán thô.

Nhiệt độ nung nóng tấm: vùng nhiệt độ tương ứng với một pha austenit.

Tấm cần được nung nóng đến nhiệt độ tương ứng với vùng một pha austenit (điểm  $\text{Ac}_3$  hoặc cao hơn) bởi vì khi nhiệt độ nung nóng tấm tương ứng với vùng hai pha ferit austenit tức là thấp hơn vùng một pha austenit, việc cán nóng trong vùng hai pha ferit-austenit dẫn đến sự hình thành vi cấu trúc loại hạt hỗn hợp và việc cán nóng trong vùng ferit sẽ gây ra sự thay đổi bất lợi của cấu trúc thép.

Nhiệt độ cán tinh:  $890^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn

Nhiệt độ cán tinh thấp hơn  $890^{\circ}\text{C}$  sẽ gây ra sự tạo thành các hạt tinh thể bị kéo dài theo hướng cán, do đó giảm thấp trị số  $r$  của tấm thép cán nguội. Theo đó, nhiệt độ cán tinh được đặt là  $890^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn theo sáng chế. Giới hạn trên của nhiệt độ cán tinh có thể được đặt quanh  $1000^{\circ}\text{C}$ , là nhiệt độ đủ cao.

Nhiệt độ cuộn: 500 °C đến 750 °C

Nhiệt độ cuộn thấp hơn 500 °C làm nhiều loại sự kết tủa trôi chảy của các chất kết tủa trong tấm thép cán nóng và gây ra sự kết tủa làm xuất hiện làm xuất hiện sự trễ nhưng trước lúc kết tinh lại khi tấm thép được ủ sau khi cán nguội. Sự kết tủa này hầu như xảy ra đồng thời với sự kết tinh lại ngăn cản sự phát triển trôi chảy của các hạt được kết tinh lại, tạo ra các hạt tinh thể bị kéo dài ra theo hướng cán sau khi kết tinh lại, do đó làm tăng sự dị hướng trong mặt phẳng của trị số  $r$  và làm giảm khả năng chịu kéo sau của tấm thép cán nguội là sản phẩm thành phẩm. Theo đó, giới hạn giới của nhiệt độ cuộn được đặt là 500 °C theo sáng chế. Mặt khác, nhiệt độ cuộn vượt quá 750 °C sẽ dẫn đến các hạt ferit có kích thước to và hỗn tạp ở giai đoạn cán nóng, do đó làm giảm trị số  $r$  của tấm thép cán nguội là sản phẩm thành phẩm. Cụ thể là, khi nhiệt độ cuộn vượt quá 750 °C, các hạt ferit của tấm thép cán nóng có thể to; các hạt ferit to này trong tấm thép cán nóng có xu hướng gây ra sự định hướng tinh thể dạng sắp thành hàng trong vi cấu trúc sau khi cán nguội và ủ bởi vì hạt nhân của sự kết tinh lại được bắt đầu từ cùng một biên hạt có xu hướng có sự định hướng tinh thể tương tự; do đó, sự khác biệt về sự định hướng tinh thể giữa hai tinh thể liền kề giảm và tỷ lệ biên hạt góc thấp, mà tại đó sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể liền kề nhỏ hơn 15°, tăng trong toàn bộ biên hạt ferit. Trên quan điểm của các sự kiện này, giới hạn trên của nhiệt độ cuộn được đặt là 750 °C.

Tốc độ giảm lúc cán nguội: ít nhất là 40%

Tốc độ giảm trong cán nguội thấp hơn 40% sẽ dẫn đến cấu trúc hạt hỗn hợp của các hạt ferit, làm rối loạn sự phát triển mịn của cấu trúc mà nó cải thiện trị số  $r$  của tấm thép thành phẩm và cuối cùng là giảm khả năng chịu kéo cao của tấm thép. Hơn nữa, tốc độ giảm thấp trong khi cán nguội sẽ dẫn đến sự quay tinh thể không đủ trong tấm thép cán nóng bởi sự cán nguội, do đó tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành hạt nhân kết tinh lại có cùng các định hướng trong cùng một vùng trong lúc ủ sau khi cán nguội và do đó làm tăng tỷ lệ của biên hạt góc thấp, với tỷ lệ này sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể liền kề nhỏ hơn 15°, trong toàn bộ các biên hạt ferit. Theo đó, tốc độ giảm trong lúc cán nguội được đặt ít nhất là 40% theo sáng chế. Giới hạn trên của tốc độ giảm có thể được đặt quanh 90%, trị số này là đủ cao.

Nhiệt độ ủ: 700 °C hoặc cao hơn

Nhiệt độ ủ thấp hơn 700 °C sẽ cho phép các hạt ferit bị dài ra theo hướng cán đến phần còn lại trong tấm thép, do đó làm giảm khả năng chịu kéo sau của tấm thép. Theo đó, nhiệt độ ủ được đặt là 700 °C hoặc cao hơn. Giới hạn trên của nhiệt độ ủ có thể được đặt

quanh 900 °C, trị số này là đủ cao.

Việc thực hiện xử lý sự thừa sau khi ủ không ảnh hưởng đến hiệu quả của sáng chế và không gây ra vấn đề nào. Tấm thép qua việc xử lý sự thừa do đó được bao gồm trong phạm vi của sáng chế.

Theo sáng chế, lớp mạ có thể được thực hiện ở cả hai bề mặt của tấm thép cán nguội được sản xuất như được mô tả ở trên bằng cách cho tấm thép qua quy trình mạ. Các ví dụ của quy trình mạ bao gồm: tạo thành một lớp phủ mạ kẽm trên cả hai bề mặt của tấm thép bằng cách cho tấm thép qua quy trình mạ kẽm kiểu nhúng nóng; và tạo thành một lớp phủ mạ kẽm trên cả hai bề mặt của tấm thép bằng cách cho tấm thép qua quy trình mạ kẽm kiểu nhúng nóng và quy trình ủ. Quy trình mạ kẽm và quy trình ủ có thể được thực hiện trong một dây chuyền. Hơn nữa, lớp mạ có thể được tạo thành trên tấm thép bằng cách mạ điện chẳng hạn mạ điện hợp kim Zn-Ni.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Các ví dụ

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bởi các ví dụ và các ví dụ so sánh sau đây.

Các mẫu thép nóng chảy có các thành phần hợp thành tương ứng được thể hiện trong Bảng 1 được xử lý để đúc liên tục để thu được các tấm (các vật liệu thép) mà mỗi chúng có độ dày: 280 mm.

Mỗi tấm theo cách đó đạt được được nung nóng đến nhiệt độ nóng chảy tấm tương ứng với vùng pha đơn austenite bằng hoặc cao hơn điểm  $Ac_3$  được thể hiện trong Bảng 1, được cán tinh ở nhiệt độ cán tinh được thể hiện trong Bảng 2 và sau đó được cán nguội ở nhiệt độ cán nguội được thể hiện trong Bảng 2, nhờ đó tấm thép cán nóng có độ dày tấm: 2,8 mm đã được tạo thành.

Tấm thép cán nóng được xử lý bằng việc tẩy gỉ, tách bỏ các vảy bám trên cả hai bề mặt của tấm thép, cán nguội với tốc độ giảm được thể hiện trong Bảng 2, và ủ thép theo thứ tự này, nhờ đó mẫu tấm thép cán nguội được tạo thành.

Một vài mẫu tấm thép cán nguội theo cách đó được thu được tiếp tục được xử lý tráng kẽm các tấm thép bằng cách: nhúng từng tấm thép vào trong bể tráng kẽm (0,1% Al-Zn) ở 490°C sao cho lớp phủ đã được tạo thành bởi sự tráng kẽm ở cả hai bề mặt của tấm thép với 45g/m<sup>2</sup> trên một mặt; và sau đó được cho qua quy trình hợp kim hóa ở 530 °C.

Bảng 1

| Mẫu thép | Thành phần hợp thành (% khối lượng) |      |      |       |       |       |        |       |       |        |       |      |      |       |                                                 | Điểm Ac <sub>3</sub><br>(°C) | Chú thích |
|----------|-------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|-------------------------------------------------|------------------------------|-----------|
|          | C                                   | Si   | Mn   | P     | S     | Al    | N      | Ti    | Nb    | B      | Cu    | Cr   | Mo   | Sb    | Thành phần khác                                 |                              |           |
| A        | 0,0012                              | 0,19 | 1,95 | 0,074 | 0,007 | 0,041 | 0,0024 | 0,039 | -     | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| B        | 0,0025                              | 0,18 | 1,96 | 0,074 | 0,008 | 0,042 | 0,0025 | 0,038 | -     | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| C        | 0,0033                              | 0,19 | 1,95 | 0,075 | 0,007 | 0,041 | 0,0024 | 0,039 | -     | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| D        | 0,0068                              | 0,19 | 1,95 | 0,075 | 0,008 | 0,041 | 0,0024 | 0,038 | -     | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép so sánh                 |           |
| E        | 0,0019                              | 0,21 | 1,20 | 0,075 | 0,011 | 0,055 | 0,0015 | 0,041 | -     | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| F        | 0,0018                              | 0,21 | 1,20 | 0,076 | 0,011 | 0,055 | 0,0016 | -     | 0,043 | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| G        | 0,0016                              | 0,22 | 1,20 | 0,075 | 0,011 | 0,055 | 0,0014 | 0,012 | 0,025 | -      | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| H        | 0,0028                              | 0,51 | 1,55 | 0,021 | 0,004 | 0,065 | 0,0035 | 0,015 | 0,042 | 0,0015 | 0,18  | 0,02 | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| I        | 0,0027                              | 0,51 | 1,56 | 0,022 | 0,004 | 0,065 | 0,0034 | 0,015 | -     | 0,0016 | 0,19  | 0,02 | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| J        | 0,0028                              | 0,52 | 1,55 | 0,021 | 0,004 | 0,065 | 0,0034 | -     | 0,048 | 0,0015 | 0,18  | 0,03 | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| K        | 0,0022                              | 0,23 | 2,05 | 0,074 | 0,009 | 0,052 | 0,0018 | 0,042 | -     | 0,0005 | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| L        | 0,0021                              | 0,50 | 2,04 | 0,074 | 0,009 | 0,051 | 0,0019 | 0,042 | -     | 0,0015 | -     | -    | 0,12 | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| M        | 0,0021                              | 0,95 | 2,04 | 0,075 | 0,009 | 0,052 | 0,0018 | 0,043 | -     | 0,0015 | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép so sánh                 |           |
| N        | 0,0026                              | 0,51 | 1,26 | 0,007 | 0,013 | 0,041 | 0,0031 | 0,002 | 0,120 | 0,0016 | 0,220 | 0,05 | -    | -     | -                                               | Thép so sánh                 |           |
| O        | 0,0025                              | 0,51 | 1,18 | 0,007 | 0,012 | 0,061 | 0,0021 | 0,002 | 0,046 | 0,0016 | 0,220 | 0,05 | -    | 0,015 | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| P        | 0,0026                              | 0,51 | 1,18 | 0,008 | 0,008 | 0,062 | 0,0021 | 0,002 | 0,001 | 0,0016 | 0,220 | 0,05 | -    | -     | -                                               | Thép so sánh                 |           |
| Q        | 0,0017                              | 0,23 | 2,03 | 0,077 | 0,011 | 0,051 | 0,0019 | 0,042 | -     | 0,0012 | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép sáng chế                |           |
| R        | 0,0017                              | 0,23 | 3,10 | 0,077 | 0,011 | 0,051 | 0,0019 | 0,042 | -     | 0,0012 | -     | -    | -    | -     | -                                               | Thép so sánh                 |           |
| S        | 0,0013                              | 0,16 | 1,95 | 0,078 | 0,011 | 0,035 | 0,0024 | 0,048 | -     | 0,0009 | 0,092 | -    | -    | -     | Ni:0,04                                         | Thép sáng chế                |           |
| T        | 0,0015                              | 0,21 | 2,05 | 0,075 | 0,007 | 0,045 | 0,0021 | 0,045 | -     | 0,0009 | 0,093 | -    | 0,05 | -     | Sn : 0,0035                                     | Thép sáng chế                |           |
| U        | 0,0021                              | 0,20 | 1,91 | 0,071 | 0,006 | 0,049 | 0,0018 | 0,033 | -     | 0,0008 | 0,106 | -    | -    | 0,011 | As : 0,0012                                     | Thép sáng chế                |           |
| V        | 0,0028                              | 0,18 | 1,92 | 0,076 | 0,005 | 0,064 | 0,0015 | 0,036 | -     | 0,0011 | 0,120 | -    | -    | -     | Co : 0,0038, Ca : 0,0015                        | Thép sáng chế                |           |
| W        | 0,0031                              | 0,48 | 1,46 | 0,016 | 0,006 | 0,015 | 0,0035 | 0,015 | 0,039 | -      | 0,142 | 0,03 | 0,12 | -     | V : 0,012, Mg : 0,0015, W : 0,0020              | Thép sáng chế                |           |
| X        | 0,0015                              | 0,52 | 1,58 | 0,024 | 0,005 | 0,065 | 0,0025 | 0,009 | 0,052 | -      | 0,251 | 0,02 | -    | 0,005 | Zr : 0,02, REM : 0,012, Cs : 0,0036, Hf : 0,001 | Thép sáng chế                |           |
| Y        | 0,0021                              | 0,56 | 1,62 | 0,011 | 0,002 | 0,055 | 0,0031 | 0,007 | 0,046 | -      | 0,280 | 0,03 | -    | -     | Pb : 0,0011, Ta : 0,0051                        | Thép sáng chế                |           |

\* Các gạch chân biểu diễn các giá trị tương ứng bên ngoài phạm vi của sáng chế

Bảng 2

| TT | Mẫu thép | Cán nóng                    |                                   |                    | Cán nguội , ủ             |                 | Chú thích     |
|----|----------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|---------------|
|    |          | Nhiệt độ nung nóng tấm (°C) | Nhiệt độ hoàn thiện cán tinh (°C) | Nhiệt độ cuộn (°C) | Tốc độ giảm cán nguội (%) | Nhiệt độ ủ (°C) |               |
| 1  | A        | 1260                        | 925                               | 650                | 55                        | 820             | ví dụ         |
| 2  | B        | 1250                        | 925                               | 650                | 55                        | 820             | ví dụ         |
| 3  | C        | 1250                        | 925                               | 650                | 55                        | 820             | ví dụ         |
| 4  | D        | 1250                        | 926                               | 650                | 55                        | 820             | ví dụ so sánh |
| 5  | E        | 1250                        | 924                               | 620                | 65                        | 800             | ví dụ         |
| 6  | F        | 1240                        | 915                               | 620                | 65                        | 800             | ví dụ         |
| 7  | G        | 1240                        | 916                               | 620                | 65                        | 800             | ví dụ         |
| 8  | H        | 1240                        | 915                               | 620                | 65                        | 800             | ví dụ         |
| 9  | I        | 1240                        | 916                               | 460                | 50                        | 800             | ví dụ so sánh |
| 10 | J        | 1240                        | 915                               | 660                | 60                        | 800             | ví dụ         |
| 11 | K        | 1210                        | 922                               | 680                | 60                        | 800             | ví dụ         |
| 12 | L        | 1210                        | 922                               | 850                | 60                        | 860             | ví dụ so sánh |
| 13 |          | 1210                        | 922                               | 660                | 60                        | 860             | ví dụ         |
| 14 |          | 1210                        | 922                               | 660                | 35                        | 860             | ví dụ so sánh |
| 15 |          | 1210                        | 810                               | 660                | 60                        | 840             | ví dụ so sánh |
| 16 |          | 1210                        | 922                               | 620                | 60                        | 660             | ví dụ so sánh |
| 17 | M        | 1230                        | 918                               | 650                | 65                        | 840             | ví dụ so sánh |
| 18 | N        | 1230                        | 918                               | 650                | 65                        | 840             | ví dụ so sánh |
| 19 | O        | 1230                        | 918                               | 600                | 55                        | 840             | ví dụ         |
| 20 | P        | 1230                        | 918                               | 640                | 55                        | 840             | ví dụ so sánh |
| 21 | Q        | 1230                        | 918                               | 620                | 65                        | 840             | ví dụ         |
| 22 | R        | 1190                        | 935                               | 640                | 65                        | 840             | ví dụ so sánh |
| 23 | S        | 1210                        | 934                               | 680                | 65                        | 800             | ví dụ         |
| 24 | T        | 1260                        | 935                               | 660                | 70                        | 800             | ví dụ         |
| 25 | U        | 1240                        | 935                               | 580                | 65                        | 780             | ví dụ         |
| 26 | V        | 1180                        | 899                               | 620                | 60                        | 880             | ví dụ         |
| 27 | W        | 1160                        | 912                               | 640                | 60                        | 820             | ví dụ         |
| 28 | X        | 1200                        | 925                               | 660                | 65                        | 840             | ví dụ         |
| 29 | Y        | 1210                        | 913                               | 620                | 70                        | 860             | ví dụ         |

\* Các gạch chân biểu diễn các giá trị tương ứng bên ngoài phạm vi của sáng chế

Mẫu thử nghiệm được lựa chọn từ mỗi một tấm thép cán nguội theo cách đó thu được. Mẫu thử nghiệm được qua công đoạn quan sát vi cấu trúc vi và phân tích dựa trên các đặc tính của chúng.

#### (1) Quan sát vi cấu trúc

Phần cắt ngang theo chiều độ dày tấm được cắt song song với hướng cán, của mỗi mẫu thử nghiệm của mỗi mẫu tấm thép cán nguội, được đánh bóng gương và làm ăn mòn bằng dung dịch nital, nhờ đó các hạt ferit được lộ ra.

“Đường kính hạt ferit” sau đó được xác định bằng cách: chụp ảnh vi cấu trúc của các hạt ferit theo cách đó được lộ ra với  $\times 100$ ; vẽ mười đường thẳng có các chiều dài theo chiều độ dày tấm và hướng cán tấm, tương ứng, với ít nhất 100 mm (chiều dài thực) khoảng giữa các đường thẳng; tính toán số lượng các điểm giao nhau của các biên hạt và các đường thẳng; chia tổng chiều dài của các đường thẳng bởi số lượng các điểm giao nhau, để thu được kết quả phép chia biểu diễn chiều dài đường thẳng trên một hạt ferit; và nhân chiều dài đường thẳng trên một hạt ferit với 1,13 để tính toán “đường kính hạt ferit theo tiêu chuẩn ASTM”. Các đường kính hạt ferit của các mẫu theo cách đó được tính toán được thể hiện trong Bảng 3.

Hơn nữa, tỷ lệ của chiều dài đường thẳng của hạt ferit theo hướng cán so với chiều dài đường thẳng của hạt ferit theo chiều độ dày tấm được xác định, dựa trên các đường thẳng được vẽ dưới dạng hoa văn dạng lưới được mô tả ở trên, bằng cách: đếm số lượng các điểm giao nhau của các biên hạt và các đường thẳng được vẽ theo hướng cán; đếm số lượng các điểm giao nhau của các biên hạt và các đường thẳng theo chiều độ dày tấm; chia tổng chiều dài của các đường thẳng được vẽ theo hướng cán bởi số lượng các điểm giao nhau theo hướng cán, để thu được chiều dài đường thẳng theo hướng cán trên một hạt ferit; chia tổng chiều dài của các đường thẳng được vẽ theo chiều độ dày tấm bởi số lượng các điểm giao nhau theo chiều độ dày tấm, để thu được chiều dài đường thẳng theo chiều độ dày tấm trên một hạt ferit; tính toán tỷ lệ của chiều dài đường thẳng theo hướng cán trên một hạt ferit so với chiều dài đường thẳng theo chiều độ dày tấm trên một hạt ferit; và liên quan đến tỷ lệ theo cách đó được tính toán như là “tỷ lệ co của hạt ferit”.

Hơn nữa, các sự định hướng tinh thể của 3000 hạt ferit được lộ ra tại mặt cắt ngang được đo bởi EBSD (nhiều xạ tán xạ ngược electron) và sự di hướng tinh thể giữa hai tinh thể liền kề đối diện nhau với biên hạt giữa chúng được đo, tương ứng. Chiều dài của các biên hạt tại mỗi biên sự di hướng tinh thể là  $15^\circ$  hoặc lớn hơn được chia bởi chiều dài của tổng các biên hạt và tỷ lệ (%) theo cách đó đạt được xem như là tỷ lệ của biên hạt góc cao.



## (2) Thử nghiệm kéo

Mẫu thử nghiệm kéo JIS Số 5 (JIS Z 2201), mà chiều kéo của nó trùng khớp với chiều song song với hướng cán, được lựa chọn từ mỗi một mẫu tấm thép cán nguội thu được như được mô tả ở trên. Mẫu thử nghiệm kéo được xử lý bằng việc thử kéo theo các quy định của JIS Z 2241 để đo độ bền chịu kéo (TS) và sự giãn dài (EL) của mẫu. Các kết quả đo được thể hiện trong Bảng 3.

Liên quan đến độ bền chịu kéo, TS bằng hoặc lớn hơn 440 MPa được đánh giá là thỏa mãn.

## (3) Đo trị số r

Các mẫu thử kéo JIS Số 5 được lựa chọn từ mỗi một mẫu tấm thép cán nguội sao cho các chiều kéo của các mẫu trùng khớp với hướng cán ( $0^\circ$ ), chiều chéo ( $45^\circ$ ) và chiều vuông góc ( $90^\circ$ ), tương ứng. Mỗi mẫu thử kéo sau đó được ứng suất trước: 12% và độ dày tấm, chiều rộng tấm, và trị số r của nó được đo. Trị số r trung bình và  $\Delta r$  được tính toán theo công thức tính toán được thể hiện dưới đây. Các kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 3.

Trị số r ít nhất là 1,5 và  $\Delta r$  bằng 0,8 hoặc nhỏ hơn biểu diễn khả năng chịu kéo cao, tương ứng.

$$r = (r_0 + 2r_{45} + r_{90})/4$$

$$\Delta r = (r_0 + r_{90})/2 - r_{45}$$

Bảng 3

| TT | Mẫu thép | Quan sát vi cấu trúc                    |          |                                | Độ dày<br>(mm) | Các đặc tính cơ học |        |             | Chú thích         |
|----|----------|-----------------------------------------|----------|--------------------------------|----------------|---------------------|--------|-------------|-------------------|
|    |          | Đường kính hạt ferrit ( $\mu\text{m}$ ) | Tỷ lệ co | Tỷ lệ của biên hạt góc cao (%) |                | TS (MPa)            | EL (%) | Giá trị $r$ |                   |
| 1  | A        | 15                                      | 1,2      | 65                             | 1,3            | 451                 | 36     | 1,8         | 0,3 ví dụ         |
| 2  | B        | 14                                      | 1,3      | 63                             | 1,3            | 465                 | 35     | 1,7         | 0,4 ví dụ         |
| 3  | C        | 12                                      | 1,4      | 60                             | 1,3            | 477                 | 34     | 1,8         | 0,5 ví dụ         |
| 4  | D        | 6                                       | 2,6      | 45                             | 1,3            | 485                 | 33     | 1,4         | 0,9 ví dụ so sánh |
| 5  | E        | 16                                      | 1,3      | 75                             | 1,0            | 458                 | 35     | 1,8         | 0,4 ví dụ         |
| 6  | F        | 15                                      | 1,4      | 70                             | 1,0            | 462                 | 35     | 1,8         | 0,2 ví dụ         |
| 7  | G        | 13                                      | 1,3      | 65                             | 1,0            | 467                 | 35     | 1,8         | 0,1 ví dụ         |
| 8  | H        | 12                                      | 1,4      | 70                             | 1,0            | 462                 | 35     | 1,8         | 0,3 ví dụ         |
| 9  | I        | 8                                       | 3,1      | 45                             | 1,4            | 488                 | 33     | 1,4         | 1,2 ví dụ so sánh |
| 10 | J        | 16                                      | 1,3      | 65                             | 1,1            | 455                 | 36     | 1,8         | 0,1 ví dụ         |
| 11 | K        | 9                                       | 1,2      | 65                             | 1,1            | 441                 | 37     | 1,7         | 0,1 ví dụ         |
| 12 | L        | 48                                      | 1,2      | 40                             | 1,1            | 456                 | 33     | 1,4         | 0,9 ví dụ so sánh |
| 13 | L        | 13                                      | 1,3      | 68                             | 1,1            | 456                 | 35     | 1,8         | 0,3 ví dụ         |
| 14 | L        | 51                                      | 1,3      | 35                             | 1,8            | 474                 | 33     | 1,3         | 0,9 ví dụ so sánh |
| 15 | L        | 9                                       | 2,8      | 42                             | 1,1            | 465                 | 35     | 1,3         | 1,2 ví dụ so sánh |
| 16 | L        | 16                                      | 3,1      | 38                             | 1,1            | 455                 | 36     | 1,3         | 1,3 ví dụ so sánh |
| 17 | M        | 6                                       | 1,8      | 35                             | 1,0            | 478                 | 34     | 1,4         | 1,0 ví dụ so sánh |
| 18 | N        | 9                                       | 2,8      | 60                             | 1,0            | 477                 | 34     | 1,6         | 1,2 ví dụ so sánh |
| 19 | O        | 13                                      | 1,4      | 65                             | 1,3            | 468                 | 35     | 1,8         | 0,3 ví dụ         |
| 20 | P        | 9                                       | 1,2      | 45                             | 1,3            | 473                 | 34     | 1,3         | 1,1 ví dụ so sánh |
| 21 | Q        | 14                                      | 1,2      | 60                             | 1,0            | 462                 | 35     | 1,7         | 0,2 ví dụ         |
| 22 | R        | 13                                      | 1,9      | 47                             | 1,0            | 458                 | 35     | 1,4         | 0,5 ví dụ so sánh |
| 23 | S        | 15                                      | 1,3      | 58                             | 1,0            | 466                 | 35     | 1,8         | 0,1 ví dụ         |
| 24 | T        | 14                                      | 1,3      | 55                             | 0,8            | 452                 | 36     | 1,9         | 0,2 ví dụ         |
| 25 | U        | 13                                      | 1,4      | 61                             | 1,0            | 453                 | 36     | 1,7         | 0,1 ví dụ         |
| 26 | V        | 14                                      | 1,2      | 68                             | 1,1            | 458                 | 35     | 1,8         | 0,2 ví dụ         |
| 27 | W        | 12                                      | 1,3      | 72                             | 1,1            | 467                 | 35     | 1,8         | 0,3 ví dụ         |
| 28 | X        | 11                                      | 1,3      | 59                             | 1,0            | 455                 | 36     | 1,7         | 0,3 ví dụ         |
| 29 | Y        | 13                                      | 1,2      | 63                             | 0,8            | 462                 | 35     | 1,8         | 0,3 ví dụ         |

\* Các gạch chân biểu diễn các giá trị tương ứng bên ngoài phạm vi của sáng chế

Điều này được hiểu từ các kết quả được thể hiện trong Bảng 3 rằng các mẫu tấm thép của các ví dụ theo sáng chế cùng biểu diễn các kết quả thuận lợi cho mỗi một đặc tính cơ học. Ngược lại, các mẫu tấm thép của các ví dụ so sánh không cho các hiệu quả mong muốn đối với ít nhất một đặc tính cơ học.

#### Khả năng ứng dụng công nghiệp

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép cán nguội có độ bền chịu kéo đủ cao, cũng như khả năng chịu kéo sau được cải thiện đáng kể và do đó khả năng uốn bởi ép được cải thiện đáng kể so với tấm thép cán nguội thông thường, điều này cho hiệu quả thuận lợi đáng kể trong lĩnh vực công nghiệp.

**YÊU CẦU BẢO HỘ**

1. Tấm thép cán nguội độ bền cao, bao gồm thành phần gồm có theo % khối lượng,

C: 0,005% hoặc nhỏ hơn,

Si: 0,1% đến 0,8%,

Mn: 1,0% đến 2,5%,

P: 0,1% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn,

N: 0,0035% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn,

ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Ti: 0,005% đến 0,05% và Nb: 0,01% đến 0,08%, và

thành phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

trong đó đường kính hạt của ferit ít nhất bằng  $7\mu\text{m}$ , tỷ lệ chiều dài của hạt ferit theo hướng cán so với chiều dài của hạt ferit theo chiều độ dày tấm là 2,5 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ của biên hạt góc cao, mà tại tỷ lệ này sự định hướng sai lệch tinh thể giữa hai tinh thể đối diện nhau với biên hạt giữa chúng ít nhất là  $15^\circ$ , bằng 50% hoặc lớn hơn trong toàn bộ các biên hạt ferit, và trong đó trị số  $r$  ít nhất là 1,5.

2. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 1, trong đó thành phần còn bao gồm Cr: 0,3 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

3. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 1, trong đó thành phần còn bao gồm B: 0,0025 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

4. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 2, trong đó thành phần còn bao gồm B: 0,0025 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

5. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần còn bao gồm Cu: 0,3 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

6. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Mo: 0,5 % theo khối

lượng hoặc nhỏ hơn và Sb: 0,02 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

7. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 5, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Mo: 0,5 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và Sb: 0,02 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

8. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4 và 7, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, W, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf sao cho tổng hàm lượng của chúng là 1 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

9. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 5, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, W, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf sao cho tổng hàm lượng của chúng là 1 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

10. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 6, trong đó thành phần còn bao gồm ít nhất một loại nguyên tố được lựa chọn từ Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, W, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf sao cho tổng hàm lượng của chúng là 1 % theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

11. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, 7, 9, và 10, còn bao gồm lớp mạ trên cả hai bề mặt của tấm thép.

12. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 5, còn bao gồm lớp mạ trên cả hai bề mặt của tấm thép.

13. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 6, còn bao gồm lớp mạ trên cả hai bề mặt của tấm thép.

14. Tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 8, còn bao gồm lớp mạ trên cả hai bề mặt của tấm thép.

15. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao, bao gồm:

bước chuẩn bị vật liệu thép có thành phần hợp thành theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10; và bước cho vật liệu thép chịu quá trình cán nóng bao gồm cán tinh, làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ để tạo ra tấm thép cán nguội, khác biệt ở chỗ:

bước nung nóng vật liệu thép đến vùng nhiệt độ một pha austenit trước khi cán nóng;

bước hoàn thành việc cán nóng ở nhiệt độ cán tinh bằng hoặc cao hơn 890°C để thu được tấm thép cán nóng;

bước xử lý tấm thép cán nóng bằng việc cuộn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500 °C đến 750 °C, tẩy gỉ để loại bỏ các vảy bám ở cả hai bề mặt của tấm thép cán nóng, và cán nguội với tốc độ giảm ít nhất 40%; và

bước ủ tấm thép cán nguội ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn 700 °C.

16. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao theo điểm 15, còn bao gồm xử lý tấm thép để bằng quy trình mạ sau bước ủ.