



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0049887
(51)^{2022.01} C22C 38/00; C21D 9/46; C22C 38/60; (13) B
C22C 38/06; C21D 8/02

-
- (21) 1-2023-06464 (22) 23/03/2022
(86) PCT/JP2022/013740 23/03/2022 (87) WO 2022/210220 06/10/2022
(30) 2021-056688 30/03/2021 JP
(45) 25/08/2025 449 (43) 26/02/2024 431
(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan
(72) HASEGAWA Hiroshi (JP); KIMURA Hideyuki (JP); TATARA Yukio (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)
-

- (54) TẤM THÉP CÁN NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(21) 1-2023-06464

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt. tấm thép cán nóng có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng, C: 0,10% hoặc nhỏ hơn, Si: 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 2,0% hoặc nhỏ hơn, P: 0,100% hoặc nhỏ hơn, S: 0,02% hoặc nhỏ hơn, Al: 1,5% hoặc nhỏ hơn, và O: 0,0025% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, mà trong đó pha chính là ferit, và mật độ định hướng tối đa của các hạt là 2,1 hoặc nhỏ hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng và phương pháp sản xuất tấm thép này, và cụ thể, để tấm thép cán nóng phù hợp làm vật liệu cho các bộ phận của ô tô và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các kỹ thuật đã được phát triển để tăng độ bền của các tấm thép được sử dụng cho các bộ phận của ô tô và để tối ưu hóa cấu trúc từ các quan điểm cải thiện độ an toàn khi va chạm và tiết kiệm nhiên liệu của ô tô. Việc tối ưu hóa hình dạng yêu cầu xây dựng nên các hình dạng ba chiều; do đó, quá trình xử lý có thể được sử dụng nghiêm ngặt hơn so với trước đây. Do đó, các tấm thép cho các ô tô cần phải có khả năng gia công tốt hơn. Cụ thể, bộ phận bao gồm tấm thép cán nóng có cấp độ bền thấp nhỏ hơn 780 MPa cần phải có khả năng gấp mép ưu việt mà chịu được quá trình gấp mép khi kéo giãn quá mức. Các tấm thép cán nóng khác nhau đã được phát triển để đáp ứng các nhu cầu như vậy.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ kỹ thuật có liên quan đến tấm thép cán nóng có các đặc tính mới và khả năng gấp mép ưu việt được thu được bằng cách điều chỉnh các lượng C, Si, Mn, P, S và Al được thêm vào các phạm vi thích hợp, tạo thành cấu trúc vi mô bao gồm ferit và bainit hình đa giác mịn, và kiểm soát độ dài và độ bao phủ ranh giới hạt của xi măng. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ kỹ thuật có liên quan đến tấm thép cán nóng có sự cân bằng độ bền-độ giãn, tỷ lệ độ bền, và các đặc tính gấp mép khi kéo giãn được cải thiện hơn nữa được thu được bằng cách điều chỉnh các lượng C, Si, Mn, Al và Nb được thêm vào các phạm vi thích hợp và tạo thành cấu trúc vi mô mà bao gồm austenit và ferit hình đa giác được giữ lại và có các hạt mịn. Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ kỹ thuật có liên quan đến tấm thép cán nóng có khả năng gấp mép khi kéo giãn và độ dẻo ưu việt được thu được bằng cách kiểm soát C, Si, Mn, P, S, Al, N, Mg, Nb, và Ti trong các phạm vi thích hợp, sử dụng ferit làm pha chính, và kiểm soát các oxit chẳng hạn như MgO , Al_2O_3 , Ti_2O_3 , SiO_2 , và MnO .

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế chưa được thẩm định Nhật Bản số 9-170048

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế chưa được thẩm định Nhật Bản số 11-1747

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn sáng chế chưa được thẩm định Nhật Bản số 2001-342543

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong lĩnh vực kỹ thuật của Tài liệu sáng chế 1, tỷ lệ giãn nở lỗ vẫn nhỏ hơn 100%, và không có phát hiện hay gợi ý nào để cải thiện hơn nữa tỷ lệ giãn nở lỗ. Hơn nữa, lượng O trong thép và định hướng tinh thể không được nghiên cứu. Trong Tài liệu sáng chế 2, từ 5% đến 20% austenit được giữ lại được đưa vào để cải thiện độ bền và các đặc tính mới. Tuy nhiên, austenit được giữ lại trở thành mactenxit tại thời điểm dập để giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn, và do đó khả năng gấp mép đủ để chịu được quá trình gấp mép khi kéo giãn quá mức không được thu được. Hơn nữa, không có sáng chế nào về kỹ thuật liên quan đến lượng O trong thép hoặc định hướng tinh thể. Mặc dù các oxit được kiểm soát trong Tài liệu sáng chế 3, không có kiến thức nào cho thấy khả năng gấp mép được cải thiện bằng cách kiểm soát lượng oxy của nó, và định hướng tinh thể không được xem xét.

Sáng chế đã được thực hiện để giải quyết các vấn đề ở trên, và đối tượng của sáng chế đề xuất tấm thép cán nóng có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt.

Đối tượng khác của sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng được mô tả ở trên.

Giải pháp kỹ thuật

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu tập chung vào O

trong thép và định hướng tinh thể và đã tìm ra rằng khả năng gấp mép khi kéo giãn có thể được cải thiện rõ rệt bằng cách ngẫu nhiên hóa định hướng tinh thể trong khi kiểm soát lượng O trong thép ở mức nhất định hoặc thấp hơn, dẫn đến việc hoàn thành sáng chế.

Trong sáng chế, khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt cho thấy rằng tỷ lệ giãn nở lỗ là 100% hoặc lớn hơn.

Sáng chế có các kết cấu sau đây.

[1] tấm thép cán nóng có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng:

C: 0,10% hoặc nhỏ hơn,

Si: 2,0% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 2,0% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,100% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn,

Al: 1,5% hoặc nhỏ hơn, và

O: 0,0025% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó pha chính là ferit, và mật độ định hướng tối đa của các hạt là 2,1 hoặc nhỏ hơn.

[2] Trong tấm thép cán nóng được mô tả trên [1], mật độ định hướng tối đa của các hạt là 1,5 hoặc nhỏ hơn trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm thép hướng vuông góc với hướng cán.

[3] Trong tấm thép cán nóng được mô tả trên [1] hoặc [2], thành phần hóa học còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng:

Cr: 0,005% đến 2,0%,

Ti: 0,005% đến 0,20%,

Nb: 0,005% đến 0,20%,

Mo: 0,01% đến 2,0%,

V: 0,01% đến 1,0%,

Cu: 0,01% đến 4,0%,

Ni: 0,005% đến 2,0%,

B: 0,0001% đến 0,01%,

Ca: 0,0001% đến 0,0050%,

REM (Rare earth metal, kim loại đất hiếm): 0,0001% đến 0,0050%,

Sb: 0,0010% đến 0,10%, và

Sn: 0,0010% đến 0,10%.

[4] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng bao gồm:

gia nhiệt tấm đến 1.100°C hoặc cao hơn, tấm có thành phần hóa học được mô tả trong [1] hoặc [3];

thực hiện cán 6 lượt hoặc nhiều hơn với độ giảm chiều dày sau cán là 15% hoặc lớn hơn trên mỗi lượt trong phạm vi nhiệt độ từ 1.000°C hoặc cao hơn;

sau đó thực hiện cán trong các điều kiện trong đó quá trình cán được thực hiện trong 3 lượt hoặc nhiều hơn trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C tại độ giảm chiều dày sau cán là 15% hoặc lớn hơn trên mỗi lượt, thời gian cán là 2,0 giây hoặc nhỏ hơn trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C , và nhiệt độ cán lượt cuối cùng là từ 850°C đến 940°C ; và

sau đó thực hiện làm mát đến 700°C với tốc độ làm mát trung bình là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và thực hiện cuộn từ 580°C đến 700°C .

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, tấm thép cán nóng có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt được đề xuất. Theo sáng chế, tấm thép cán nóng mà phù hợp làm vật liệu cho các bộ phận của ô tô và có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt được đề xuất. Việc sử dụng tấm thép cán nóng theo sáng chế có khả năng sản xuất, ví dụ, các bộ phận của ô tô với các năng suất cao.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép cán nóng và phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Sáng chế không bị giới hạn trong các phương án sau đây.

<Tấm thép cán nóng>

Tấm thép cán nóng theo sáng chế có thể là tấm thép cán nóng không được ngâm, mà được cán nóng, hoặc tấm thép cán nóng được ngâm, mà đã được ngâm thêm sau khi cán nóng. tấm thép cán nóng theo sáng chế tốt hơn là có độ dày 0,6 mm hoặc lớn hơn. tấm thép cán nóng theo sáng chế tốt hơn là có độ dày 10,0 mm hoặc lớn hơn. Khi tấm thép cán nóng theo sáng chế được sử dụng làm vật liệu cho bộ phận của ô tô, độ dày tốt hơn là lớn hơn 1,0 mm hoặc lớn hơn. Khi tấm thép cán nóng theo sáng chế được sử dụng làm vật liệu cho bộ phận của ô tô, độ dày tốt hơn nữa là lớn hơn 1,0 mm hoặc nhỏ hơn. tấm thép cán nóng theo sáng chế tốt hơn là có chiều rộng 500 mm hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 700 mm hoặc lớn hơn. tấm thép cán nóng theo sáng chế tốt hơn là có chiều rộng 1.800 mm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là lớn hơn 1.400 mm hoặc nhỏ hơn.

Tấm thép cán nóng theo sáng chế có thành phần hóa học cụ thể và cấu trúc vi mô của thép cụ thể. Ở đây, thành phần hóa học và cấu trúc vi mô của thép sẽ được mô tả theo thứ tự sau.

Trước tiên, thành phần hóa học của tấm thép cán nóng theo sáng chế sẽ được mô tả. Ở đây, “%” biểu thị hàm lượng thành phần của thành phần hóa học chỉ “% theo khối lượng”.

Tấm thép cán nóng theo sáng chế có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng, C: 0,10% hoặc nhỏ hơn, Si: 2,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 2,0% hoặc nhỏ hơn, P: 0,100% hoặc nhỏ hơn, S: 0,02% hoặc nhỏ hơn, Al: 1,5% hoặc nhỏ hơn, và O: 0,0025% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên.

C: 0,10% hoặc nhỏ hơn

C tốt hơn là được tối thiểu hóa nhiều nhất có thể để thu được ferit. Theo sáng chế, hàm lượng C lên đến 0,10% có thể được cho phép. Hàm lượng C nhiều hơn 0,10% dẫn đến sự tăng, ví dụ, peclit và bainit, từ đó không thu được cấu trúc vi mô theo sáng chế.

Theo đó, hàm lượng C là 0,10% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng C tốt hơn là 0,08% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,05% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng C 0,0001% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng C nhỏ hơn 0,0001% dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

Si: 2,0% hoặc nhỏ hơn

Si là nguyên tố có hiệu quả trong quá trình tăng độ bền của thép thông qua việc tăng cường dung dịch rắn để tăng độ bền kéo (tensile strength, TS). Si là cũng là nguyên tố có hiệu quả trong quá trình thúc đẩy sự tạo thành ferit. Theo sáng chế, Si có thể được thêm một cách thích hợp khi xem xét độ bền và cấu trúc vi mô. Mặt khác, việc thêm quá mức Si dẫn đến sự hóa giòn của thép và sự tích tụ định hướng tinh thể, do đó làm giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Vì lý do này, cần được thêm vào lượng Si 2,0% hoặc nhỏ hơn. Theo đó, hàm lượng Si là 2,0% hoặc nhỏ hơn (bao gồm 0%). Hàm lượng Si tốt hơn là 1,0% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,6% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng Si là 0,001% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng Si nhỏ hơn 0,001% dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

Mn: 2,0% hoặc nhỏ hơn

Mn tốt hơn là được tối thiểu hóa nhiều nhất có thể để thu được ferit. Hàm lượng Mn lên đến 2,0% có thể được cho phép theo sáng chế. Hàm lượng Mn lớn hơn 2,0% không đủ để đạt được hiệu quả. Mactenxit, bainit, và v.v... có thể được tạo thành, mà không thu được cấu trúc vi mô theo sáng chế. Ngoài ra, lượng lớn MnS được tạo thành, không thu được khả năng gấp mép khi kéo giãn mong muốn. Theo đó, hàm lượng Mn là 2,0% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là 1,6% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,0% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng Mn 0,01% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng Mn nhỏ hơn 0,01% dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

P: 0,100% hoặc nhỏ hơn

P gây ra sự hóa giòn của thép, làm suy giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Do đó, lượng P được tối thiểu hóa theo mong muốn nhiều nhất có thể. Hàm lượng P lên đến

0,100% có thể được cho phép theo sáng chế. Theo đó, hàm lượng P là 0,100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng P tốt hơn là 0,050% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng P 0,001% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng P nhỏ hơn 0,001% dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn

S gây ra sự hóa giòn của thép, làm suy giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Do đó, lượng P được tối thiểu hóa theo mong muốn nhiều nhất có thể. Hàm lượng S lên đến 0,02% có thể được cho phép theo sáng chế. Theo đó, hàm lượng S là 0,02% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng S tốt hơn là 0,010% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,0080% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng S 0,0002% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng S nhỏ hơn 0,0002% dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

Al: 1,5% hoặc nhỏ hơn

Đối với Al, lượng lớn Al được chứa dẫn đến sự phát triển kết cấu, không thu được cấu trúc vi mô thép theo sáng chế. Hàm lượng Al lên đến 1,5% có thể được cho phép theo sáng chế. Theo đó, hàm lượng Al là 1,5% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Al tốt hơn là 0,50% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng Al 0,001% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng Al nhỏ hơn 0,001% có thể dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

O: 0,0025% hoặc nhỏ hơn

O là nguyên tố quan trọng theo sáng chế và được tối thiểu hóa theo mong muốn nhiều nhất có thể vì O dẫn đến sự hóa giòn của thép, thúc đẩy sự tích tụ của định hướng tinh thể, và tăng các tạp chất làm suy giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Để cung cấp khả năng gấp mép khi kéo giãn theo mong muốn, hàm lượng O cần thiết là 0,0025% hoặc nhỏ hơn. Theo đó, hàm lượng O là 0,0025% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng O tốt hơn là 0,0020% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, hàm lượng O 0,0001% hoặc lớn hơn được ưu tiên vì hàm lượng O nhỏ hơn 0,0001% dẫn đến giảm hiệu quả sản xuất.

Phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên. Các ví dụ của các tạp chất ngẫu

nhiên bao gồm N, Na, Mg, Zr, Hf, Ta, và W. Tổng lượng tạp chất là 0,020% hoặc nhỏ hơn. Tổng lượng tạp chất tốt hơn nữa là 0,010% hoặc nhỏ hơn.

Các thành phần ở trên là thành phần hóa học cơ bản của tấm thép cán nóng theo sáng chế. Theo sáng chế, các nguyên tố sau đây có thể còn được chứa nếu thích hợp.

Một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, theo khối lượng %: Cr: 0,005% đến 2,0%, Ti: 0,005% đến 0,20%, Nb: 0,005% đến 0,20%, Mo: 0,01% đến 2,0%, V: 0,01% đến 1,0%, Cu: 0,01% đến 4,0%, Ni: 0,005% đến 2,0%, B: 0,0001% đến 0,01%, Ca: 0,0001% đến 0,0050%, REM: 0,0001% đến 0,0050%, Sb: 0,0010% đến 0,10%, và Sn: 0,0010% đến 0,10%

Cr, Ti, Nb, Mo, và V là các nguyên tố có hiệu quả trong việc tạo thành các cacbua để tăng độ bền của thép. Để mang lại hiệu quả, khi Cr, Ti, Nb, Mo và V được chứa, các lượng của các nguyên tố riêng lẻ được chứa tốt nhất là bằng hoặc cao hơn các giới hạn dưới tương ứng của chúng được mô tả ở trên. Khi các lượng của các nguyên tố riêng lẻ được chứa lớn hơn các giới hạn trên tương ứng được mô tả ở trên, các sự gia tăng bainit và mactenxit và sự phát triển kết cấu có thể được tạo ra, không thu được cấu trúc vi mô theo sáng chế. Theo đó, khi Cr, Ti, Nb, Mo, và V được chứa, các lượng của các nguyên tố được chứa tốt hơn là Cr: 0,005% đến 2,0%, Ti: 0,005% đến 0,20%, Nb: 0,005% đến 0,20%, Mo: 0,01% đến 2,0%, và V: 0,01% đến 1,0%. Hàm lượng Cr tốt hơn nữa là 0,05% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Cr tốt hơn nữa là 1,0% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,15% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,10% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mo tốt hơn nữa là 0,05% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mo tốt hơn nữa là 1,0% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng V tốt hơn nữa là 0,05% hoặc lớn hơn. Hàm lượng V tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Cu và Ni là các nguyên tố có hiệu quả trong việc tăng độ bền của thép thông qua việc tăng cường dung dịch rắn. Để mang lại hiệu quả, khi Cu và Ni được chứa, các lượng của các nguyên tố riêng lẻ được chứa tốt nhất là bằng hoặc cao hơn các giới hạn dưới tương ứng của chúng được mô tả ở trên. Khi lượng mỗi nguyên tố Cu và Ni được chứa lớn hơn giới hạn trên tương ứng được mô tả ở trên, các lượng lớn bainit và mactenxit có

thể được tạo thành, không thu được cấu trúc vi mô của thép theo sáng chế. Theo đó, khi Cu và Ni được thu được, các lượng của các nguyên tố riêng lẻ được chứa tốt hơn là Cu: 0,01 đến 4,0% và Ni: 0,005 đến 2,0%. Hàm lượng Cu tốt hơn nữa là 0,05% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn nữa là 1,0% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn nữa là 0,05% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn nữa là 1,0% hoặc nhỏ hơn.

B là nguyên tố có hiệu quả trong việc tăng cường các ranh giới hạt để tăng độ bền của thép. Để thu được hiệu quả, khi B được chứa, hàm lượng B tốt hơn là 0,0001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng B lớn hơn 0,01% có thể dẫn đến sự tăng hợp chất chứa B làm giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Theo đó, khi B được chứa, hàm lượng B tốt hơn là 0,0001% đến 0,01%. Hàm lượng B tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng B tốt hơn nữa là 0,0040% hoặc nhỏ hơn.

Ca và REM là các nguyên tố có hiệu quả trong việc cải thiện khả năng gấp mép khi kéo giãn do sự góp phần của chúng đến việc kiểm soát hình dạng của các tạp chất. Để mang lại hiệu quả, khi Ca và REM được chứa, lượng mỗi nguyên tố được chứa tốt hơn là 0,0001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi mỗi trong số hàm lượng Ca và hàm lượng REM lớn hơn giới hạn trên tương ứng được mô tả ở trên, lượng các tạp chất có thể tăng để giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Theo đó, khi Ca và REM được chứa, các hàm lượng riêng lẻ của chúng tốt hơn là Ca: 0,0001% đến 0,0050% và REM: 0,0001% đến 0,0050%. Hàm lượng Ca tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ca tốt hơn nữa là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng REM tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng REM tốt hơn nữa là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. REM là thuật ngữ thông thường cho các nguyên tố Sc, Y, và 15 từ lanthanum (La) với số nguyên tử 57 đến lutetium (Lu) với số nguyên tử 71, và hàm lượng REM được sử dụng ở đây chỉ tổng lượng nguyên tố này được chứa.

Sb và Sn là các nguyên tố có hiệu quả trong việc ngăn chặn quá trình khử nitơ, khử boron, v.v. để ngăn chặn sự giảm độ bền của thép. Để mang lại hiệu quả, khi Sb và Sn được chứa, lượng mỗi nguyên tố được chứa tốt hơn là 0,0010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi mỗi trong số hàm lượng Sb và hàm lượng Sn lớn hơn giới hạn trên tương ứng được mô tả ở trên, thép có thể hóa giòn để giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Theo

đó, khi Sb và Sn được chứa, các hàm lượng riêng lẻ của chúng tốt hơn là Sb: 0,0010% đến 0,10% và REM: 0,0010% đến 0,10%. Hàm lượng Sb tốt hơn nữa là 0,005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sb tốt hơn nữa là 0,015% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn nữa là 0,005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn nữa là 0,015% hoặc nhỏ hơn.

Ngay cả khi các lượng Cr, Ti, Nb, Mo, V, Cu, Ni, B, Ca, REM, Sb, và Sn riêng lẻ được chứa nhỏ hơn các giới hạn dưới tương ứng được mô tả ở trên, các hiệu quả theo sáng chế không bị suy giảm. Theo đó, khi các lượng của các nguyên tố này được chứa nhỏ hơn các giới hạn dưới tương ứng được mô tả ở trên, các nguyên tố này được coi là được chứa dưới dạng các tạp chất ngẫu nhiên.

Cấu trúc vi mô thép của tấm thép cán nóng theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Cấu trúc vi mô thép của tấm thép cán nóng theo sáng chế được đặc trưng ở chỗ pha chính là ferit và mật độ định hướng tối đa của các hạt là 2,1 hoặc nhỏ hơn.

Pha chính: Ferit

Việc sử dụng ferit làm pha chính làm cho có thể đạt được khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt theo sáng chế. Nếu pha chính là bainit hoặc peclit thì khả năng gấp mép khi kéo giãn được mong muốn sẽ không được tạo ra. Theo đó, pha chính là ferit. Tại đây, pha chính chỉ pha có tỷ lệ diện tích lớn hơn 50%. Tỷ lệ diện tích của ferit tốt hơn là 90% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 95% hoặc lớn hơn. Phần còn lại ngoài ferit là một hoặc nhiều mactenxit, bainit, peclit, và austenit được giữ lại. Tỷ lệ diện tích của phần còn lại tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ diện tích của mỗi pha (cấu trúc vi mô) có thể được xác định bằng phương pháp được mô tả trong các ví dụ.

Mật độ định hướng tối đa của các hạt: 2,1 hoặc nhỏ hơn

Sự ngẫu nhiên hóa không đầy đủ của định hướng tinh thể làm suy giảm khả năng gấp mép khi kéo giãn. Tại mật độ định hướng tối đa của các hạt lớn hơn 2,1, khả năng gấp mép khi kéo giãn được mong muốn không được thu được. Theo đó, mật độ định hướng tối đa của các hạt là 2,1 hoặc nhỏ hơn. Mật độ định hướng tối đa của các hạt tốt hơn là 2,0 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,9 hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không

được quy định cụ thể, mật độ định hướng tối đa của các hạt tốt hơn là 1,0 hoặc lớn hơn. Mật độ định hướng tối đa của các hạt có thể được xác định bằng phương pháp được mô tả trong các ví dụ.

Mật độ định hướng tối đa của các hạt trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của thép theo hướng vuông góc với hướng cán: 1,5 hoặc nhỏ hơn.

Khả năng gấp mép khi kéo giãn có thể được cải thiện hơn nữa bằng cách thúc đẩy ngẫu nhiên hóa định hướng tinh thể. Hiệu quả có thể được tạo ra bằng cách đặt mật độ định hướng tối đa của các hạt đến 1,5 hoặc nhỏ hơn trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán. Theo đó, mật độ định hướng tối đa của các hạt tốt hơn là 1,5 hoặc nhỏ hơn trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán. Mật độ định hướng tối đa của các hạt tốt hơn nữa là 1,4 hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1,3 hoặc nhỏ hơn, trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, mật độ định hướng tối đa của các hạt tốt hơn là 1,0 hoặc lớn hơn trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán. Mật độ định hướng tối đa của các hạt trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán có thể được xác định bằng phương pháp được mô tả trong các ví dụ.

<Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng>

Tấm thép cán nóng theo sáng chế được sản xuất bằng cách gia nhiệt tấm đến 1.100°C hoặc cao hơn, tấm có thành phần hóa học được mô tả ở trên, thực hiện cán trong 6 lượt hoặc nhiều hơn tại độ giảm chiều dày sau cán là 15% hoặc lớn hơn trên mỗi lượt ở nhiệt độ từ 1.000°C hoặc cao hơn, sau đó thực hiện cán trong các điều kiện trong đó quá trình cán được thực hiện trong 3 lượt hoặc nhiều hơn trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C tại độ giảm chiều dày sau cán là 15% hoặc lớn hơn trên mỗi lượt, thời gian cán là 2,0 giây hoặc nhỏ hơn trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C , và nhiệt độ cán

lượt cuối cùng là 850°C đến 940°C, và sau đó thực hiện làm mát đến 700°C với tốc độ làm mát trung bình là 50 °C/giây hoặc nhiều hơn, và thực hiện cuộn ở 580°C đến 700°C.

Bản mô tả chi tiết sẽ được đưa ra dưới đây. Nhiệt độ được mô tả ở trên là nhiệt độ bề mặt của phần trung tâm của chiều rộng tấm thép, và tốc độ làm mát trung bình được mô tả ở trên là tốc độ làm mát trung bình tại bề mặt của phần trung tâm của chiều rộng tấm thép. Tốc độ làm mát trung bình là [(nhiệt độ bắt đầu làm mát - nhiệt độ làm mát khi kết thúc)/thời gian làm mát từ lúc nhiệt độ bắt đầu làm mát đến nhiệt độ làm mát khi kết thúc] trừ khi được quy định khác.

Thép có thành phần hóa học được mô tả ở trên được thu được bằng cách sử dụng phương pháp luyện thép đã biết, ví dụ, bộ chuyển đổi, lò hồ quang điện, hoặc lò nung chảy chân không, và được đúc bằng phương pháp đã biết, chẳng hạn như phương pháp đúc liên tục hoặc phương pháp chế tạo phôi để tạo thành tấm đúc (tấm).

Nhiệt độ gia nhiệt tấm: 1.100°C hoặc cao hơn

Gia nhiệt tấm đến 1.100°C hoặc cao hơn cho phép cacbua, và v.v. đưa vào dung dịch rắn, do đó thúc đẩy sự ngẫu nhiên hóa của định hướng tinh thể. Nhiệt độ gia nhiệt tấm nhỏ hơn 1.100°C, hiệu quả được mang lại không đủ, và mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế không được thu được. Theo đó, nhiệt độ gia nhiệt tấm là 1.100°C hoặc cao hơn. Nhiệt độ gia nhiệt tấm tốt hơn là 1.150°C hoặc cao hơn. Mặc dù giới hạn trên không được quy định cụ thể, nhiệt độ gia nhiệt tấm tốt hơn là 1.350°C hoặc thấp hơn vì chi phí điện năng tăng hoặc tương tự ở mức cao hơn 1.350°C.

Số lượt cán trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn: 6 lượt hoặc nhiều hơn

Khi số lượt cán (số lần cán) trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn trong quá trình cán nóng nhỏ hơn 6 lượt (6 lần), việc tái kết tinh là không đủ; do đó, sự ngẫu nhiên hóa định hướng tinh thể bị ức chế, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, số lượt cán trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn là 6 lượt hoặc lớn hơn. Số lượt cán tốt hơn là 8 lượt hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 10 lượt hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên không được quy định cụ thể, số lượt cán tốt hơn là 20 lượt hoặc nhỏ hơn vì tăng số lượt cán có thể dẫn đến sự giảm hiệu quả sản xuất

hoặc tương tự. Việc cán trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn bao gồm việc cán trong bất kỳ quá trình nào miễn là việc cán được thực hiện trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn bất kể quá trình cán thô hay cán hoàn thiện. Điều tương tự cũng áp dụng cho việc cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C được mô tả dưới đây.

Độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt cán trong phạm vi nhiệt độ từ 1.000°C hoặc cao hơn: 15% hoặc lớn hơn

Khi độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt (một lần) của quá trình cán nóng trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn nhỏ hơn 15%, việc tái kết tinh là không đủ; do đó, sự ngẫu nhiên hóa định hướng tinh thể bị ức chế, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt cán trong phạm vi nhiệt độ 1.000°C hoặc cao hơn là 15% hoặc lớn hơn. Độ giảm chiều dày sau cán tốt hơn là 18% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 20% hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên không được quy định cụ thể, độ giảm chiều dày sau cán tốt hơn là 80% hoặc nhỏ hơn vì độ giảm chiều dày sau cán lớn hơn 80% có thể dẫn đến vấn đề chẳng hạn như sự tăng tải thiết bị.

Số lượt cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C : 3 lượt hoặc lớn hơn

Khi số lượt cán (số lần cán) trong vùng nhiệt độ thấp hơn 1.000°C trong quá trình cán nóng nhỏ hơn 3 lượt (3 lần), sự tích tụ biến dạng không đủ làm giảm ferit với các định hướng ngẫu nhiên trong quá trình biến đổi ferit sau đó, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, số lượt cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C là 3 lượt hoặc lớn hơn. Số lượt cán tốt hơn là 4 lượt hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên không được quy định cụ thể, số lượt cán tốt hơn là 8 lượt hoặc nhỏ hơn vì tăng số lượt cán có thể dẫn đến sự giảm nhiệt độ cán trong lượt cán cuối cùng (lần cán hoàn thiện cuối cùng).

Độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C : 15% hoặc lớn hơn

Khi độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt (một lần) của quá trình cán nóng trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C nhỏ hơn 15%, sự tích tụ biến dạng không đủ

làm giảm ferit với các định hướng ngẫu nhiên trong quá trình biến đổi ferit sau đó, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, độ giảm chiều dày sau cán mỗi lượt trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C là 15% hoặc lớn hơn. Độ giảm chiều dày sau cán tốt hơn là 17% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 20% hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên không được quy định, độ giảm chiều dày sau cán tốt hơn là 50% hoặc nhỏ hơn vì tăng độ giảm chiều dày sau cán có thể dẫn đến giảm độ ổn định hình dạng hoặc tương tự.

Thời gian cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C : 2,0 giây hoặc ít hơn

Khi thời gian cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C lớn hơn 2,0 giây, sự tích tụ biến dạng không đủ làm giảm ferit với các định hướng ngẫu nhiên trong quá trình biến đổi ferit sau đó, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, thời gian cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C là 2,0 giây hoặc nhỏ hơn. Ở đây, thời gian cán trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C chỉ thời gian từ khi phần giống nhau của vật liệu được cán đạt đến nhiệt độ thấp hơn 1.000°C và tiếp xúc với các cuộn cán của lần cán thứ nhất đến khi phần qua (đi qua) các cuộn cán của lượt cán cuối cùng. Thời gian cán tốt hơn là 1,7 giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,4 giây hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được quy định cụ thể, thời gian cán tốt hơn là 0,2 giây hoặc lớn hơn vì quá trình cán với tốc độ cao quá mức gây ra sự giảm độ ổn định vận hành.

Nhiệt độ cán lượt cuối cùng: 850°C đến 940°C

Khi nhiệt độ cán lượt cuối cùng (nhiệt độ phân phối hoàn thiện) thấp hơn 850°C , sự tích tụ biến dạng quá mức sẽ làm giảm ferit với các định hướng ngẫu nhiên trong quá trình biến đổi ferit sau đó, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Mặt khác, khi nhiệt độ cán lớn hơn 940°C , sự tích tụ biến dạng không đủ làm giảm ferit với các định hướng ngẫu nhiên trong quá trình biến đổi ferit sau đó, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, nhiệt độ cán lượt cuối cùng là 850°C đến 940°C . Nhiệt độ cán tốt hơn là 860°C hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là 870°C hoặc cao hơn. Nhiệt độ cán tốt hơn là 920°C hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là 910°C hoặc thấp hơn.

Tốc độ làm mát trung bình đến 700°C: 50 °C/giây hoặc lớn hơn

Khi tốc độ làm mát trung bình từ nhiệt độ cán lượt cuối cùng (nhiệt độ phân phối hoàn thiện) đến 700°C nhỏ hơn 50 °C/giây, sự biến dạng cán được giải phóng một phần dẫn đến sự tích tụ biến dạng quá mức; do đó, ferit với các định hướng ngẫu nhiên giảm trong quá trình biến đổi ferit sau đó, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, tốc độ làm mát trung bình từ nhiệt độ cán lượt cuối cùng đến 700°C là 50 °C/giây hoặc lớn hơn. Tốc độ làm mát trung bình tốt hơn là 80 °C/giây hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên không được quy định cụ thể, tốc độ làm mát trung bình tốt hơn là 1.000 °C/giây hoặc nhỏ hơn dựa trên độ ổn định hình dạng của tấm thép và v.v.

Nhiệt độ cuộn: 580°C đến 700°C

Nhiệt độ cuộn thấp hơn 580°C dẫn đến sự tăng bainit và mactenxit, không thu được cấu trúc vi mô thép theo sáng chế. Mặt khác, nhiệt độ cuộn cao hơn 700°C dẫn đến mức độ thấp của quá trình làm nguội của quá trình biến đổi ferit; do đó, ferit với các định hướng ngẫu nhiên giảm trong quá trình biến đổi ferit, không thu được mật độ định hướng tối đa của các hạt theo sáng chế. Theo đó, nhiệt độ cuộn là từ 580°C đến 700°C. Nhiệt độ cuộn tốt hơn là 590°C hoặc cao hơn. Nhiệt độ cuộn tốt hơn là 680°C hoặc thấp hơn. Sau khi cuộn, tấm được làm mát đến nhiệt độ phòng, ví dụ.

Không có các giới hạn cụ thể nào khác ngoài các điều kiện của phương pháp sản xuất được mô tả ở trên.

Độ bền kéo (tensile strength, TS) của tấm thép cán nóng theo sáng chế tốt hơn là, nhưng không bị giới hạn cụ thể, 200 MPa hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 270 MPa hoặc lớn hơn. Độ bền kéo (tensile strength, TS) của tấm thép cán nóng theo sáng chế tốt hơn là, nhưng không bị giới hạn cụ thể, 780 MPa hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 650 MPa hoặc nhỏ hơn. tấm thép cán nóng theo sáng chế có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt với tỷ lệ giãn nở lỗ là 100% hoặc lớn hơn. Tỷ lệ giãn nở lỗ tốt hơn là 110% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 120% hoặc lớn hơn. Mỗi TS và tỷ lệ giãn nở lỗ được xác định bằng phương pháp được mô tả trong các ví dụ.

Các ví dụ

Các thép có các thành phần hóa học tương ứng được đưa ra trên bảng 1 được thu được bằng cách luyện thép trong lò nung chảy chân không và được tạo thành các tấm. Các tấm được gia nhiệt và được cán nóng trong các điều kiện được đưa ra trên bảng 2. Các tấm thép cán nóng thu được được sử dụng để đánh giá việc quan sát cấu trúc vi mô, các đặc tính kéo, và thử nghiệm giãn nở lỗ theo các phương pháp thử nghiệm sau.

Quan sát cấu trúc vi mô

Tỷ lệ diện tích của ferit được xác định như sau: Các mẫu được cắt từ tấm thép cán nóng thu được. Mặt cắt theo hướng chiều dày và song song với hướng cán được đánh bóng và sau đó được khắc bằng 3% nital. Vị trí 1/4 chiều dày được chụp trong ba trường thị giác ở độ phóng đại $\times 1.500$ bằng kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope, SEM). Tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc vi mô được xác định từ dữ liệu hình ảnh của hình ảnh điện tử thứ cấp được thu được bằng Image-Pro có sẵn từ Media Cybernetics, Inc., và tỷ lệ diện tích trung bình của ba trường thị giác được xác định là tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc vi mô. Trong dữ liệu hình ảnh, ferit có màu đen hoặc xám đen và có các ranh giới hạt mịn. Các cacbua xuất hiện các chấm hoặc đường màu trắng. Cấu trúc vi mô dạng phiến bao gồm ferit và cacbua được phân biệt làm peclit. Các cấu trúc vi mô khác với các cấu trúc trên được phân biệt với các cấu trúc khác.

Các kết quả được biểu thị trên bảng 3. Trên bảng 3, “F” chỉ ferit, “P” chỉ peclit, và “O” chỉ các cấu trúc vi mô khác (một hoặc nhiều mactenxit và bainit). Pha chính chỉ pha (cấu trúc vi mô) có tỷ lệ diện tích lớn hơn 50%.

Định hướng tinh thể (mật độ định hướng tối đa của các hạt)

Đối với cùng một mẫu được sử dụng cho việc quan sát cấu trúc vi mô, định hướng tinh thể được xác định bằng nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử (electron backscatter diffraction, EBSD) trong vùng $500\text{ }\mu\text{m} \times 500\text{ }\mu\text{m}$ được đặt ở trung tâm tại vị trí bằng 1/4 chiều dày của mặt cắt theo hướng chiều dày và song song với hướng cán. Phạm vi của mỗi $\Phi 1$, $\Phi 2$, và Φ được đặt từ 0 đến 90, độ phân giải của mỗi Φ được đặt thành 5, và hàm phân bố định hướng (orientation distribution function, ODF) được tính để xác

định mật độ định hướng tối đa của các hạt trong trường thị giác. Điều này được thực hiện cho năm điểm tương tự, và giá trị trung bình của chúng được sử dụng làm mật độ định hướng tối đa của các hạt. Dữ liệu định hướng tinh thể được mô tả ở trên được đưa ra để chuyển đổi tọa độ theo cách sao cho mặt phẳng hướng pháp tuyến (normal direction, ND) là mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán. Phạm vi của mỗi Φ_1 , Φ_2 , và Φ được đặt từ 0 đến 90, độ phân giải của mỗi Φ được đặt thành 5, và hàm phân bố định hướng (orientation distribution function, ODF) được tính để xác định mật độ định hướng tối đa của các hạt trong trường thị giác. Điều này được thực hiện cho năm điểm tương tự, và giá trị trung bình của chúng được sử dụng làm mật độ định hướng tối đa của các hạt trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm theo hướng vuông góc với hướng cán. Phép đo EBSD được thực hiện ở điện áp gia tốc 30 kV và kích thước bước là $0,5 \mu\text{m}$.

Thử nghiệm kéo

Mẫu thử nghiệm JIS số 5 để thử nghiệm độ bền kéo (JIS Z 2201) được lấy mẫu từ tấm thép cán nóng thu được theo hướng song song với hướng cán. Thử nghiệm kéo được thực hiện theo JIS Z 2241 ở tốc độ biến dạng 10^{-3} /giây để xác định độ bền kéo (TS).

Thử nghiệm giãn nở lỗ

Mỗi mẫu thử nghiệm có chiều rộng 100 mm và chiều dài 100 mm được thu thập từ các tấm thép cán nóng thu được. Thử nghiệm giãn nở lỗ được thực hiện năm lần theo JFST1001 ((Tiêu chuẩn liên đoàn sắt thép Nhật Bản). Tỷ lệ giãn nở lỗ trung bình λ (%) được xác định để đánh giá khả năng gấp mép khi kéo giãn. Khi λ là 100% hoặc lớn hơn, khả năng gấp mép khi kéo giãn được đánh giá là ưu việt và được coi là có thể chấp nhận được.

Bảng 1

Thép	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)								Các đánh giá
	C	Si	Mn	P	S	Al	O	Khác	

A	0,010	0,12	0,2	0,014	0,0012	0,001	0,0013	-	Thép có thể chấp nhận được
B	0,072	0,00	1,1	0,022	0,0049	0,031	0,0024	Cr: 0,3, REM: 0,0020	Thép có thể chấp nhận được
C	0,095	0,01	0,5	0,018	0,0032	0,061	0,0019	Ti: 0,03	Thép có thể chấp nhận được
D	0,032	0,33	0,1	0,005	0,0017	0,002	0,0015	Nb: 0,01	Thép có thể chấp nhận được
E	0,002	0,59	1,9	0,009	0,0003	0,027	0,0022	Mo: 0,05	Thép có thể chấp nhận được
F	0,047	0,95	1,3	0,013	0,0064	0,044	0,0010	V: 0,1, Ca: 0,0010	Thép có thể chấp nhận được
G	0,028	1,70	1,8	0,018	0,0029	0,350	0,0018	Cu: 0,1, Ni: 0,2	Thép có thể chấp nhận được
H	0,026	0,09	1,3	0,025	0,0008	0,037	0,0020	B 0,0011, Sn: 0,010	Thép có thể chấp nhận được
I	0,024	0,10	0,7	0,012	0,0022	0,001	0,0016	Sb: 0,015	Thép có thể chấp nhận được
J	<u>0,108</u>	0,24	1,5	0,023	0,0027	0,020	0,0017	-	Thép so sánh
K	0,055	<u>2,20</u>	0,2	0,009	0,0013	0,003	0,0020	-	Thép so sánh
L	0,063	0,37	<u>2,1</u>	0,010	0,0019	0,028	0,0021	-	Thép so sánh
M	0,039	0,05	0,5	0,017	0,0035	0,036	<u>0,0026</u>	-	Thép so sánh
N	0,051	0,46	1,1	0,006	0,0031	0,029	<u>0,0035</u>	-	Thép so sánh

* Các phần được gạch chân chỉ các giá trị nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 2

Tấm thép số	Thép	Nhiệt độ gia nhiệt tâm (°C)	Nhiệt độ cán trong phạm vi 1.000°C hoặc cao hơn		Nhiệt độ cán trong phạm vi thấp hơn 1.000°C				Tốc độ làm mát trung bình 700°C*2 (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn (°C)	Các đánh giá
			Số lượt (lần)	Độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt (%)	Số lượt (lần)	Độ giảm chiều dày sau cán trên mỗi lượt (%)	Thời gian cán *1 (giây)	Nhiệt độ cán lượt cuối cùng (°C)			
1	A	1150	7	20	4	30	1,2	850	100	650	Ví dụ sáng chế
2		1050	7	20	3	30	1,2	850	100	650	Ví dụ so sánh
3	B	1200	7	18	3	18	0,9	900	100	600	Ví dụ sáng chế
4		1200	5	18	4	18	0,9	900	60	600	Ví dụ so sánh
5	C	1250	6	25	4	20	1,0	940	60	580	Ví dụ sáng chế
6		1250	6	14	4	20	1,0	940	60	580	Ví dụ so sánh
7	D	1200	8	16	5	20	0,6	900	60	680	Ví dụ sáng chế
8		1200	8	16	5	20	0,6	900	60	560	Ví dụ so sánh
9		1200	8	16	5	20	0,6	900	60	720	Ví dụ so sánh
10	E	1200	10	25	5	15	1,8	900	50	630	Ví dụ sáng chế
11		1200	10	25	5	12	1,8	900	50	630	Ví dụ so sánh
12	F	1200	9	30	4	25	1,5	900	120	600	Ví dụ sáng chế
13		1200	9	30	4	25	2,2	900	120	600	Ví dụ so sánh
14	G	1200	9	20	3	25	1,2	900	150	600	Ví dụ sáng chế
15		1200	9	20	3	25	1,2	970	150	600	Ví dụ so sánh
16		1200	9	20	3	25	1,2	830	150	600	Ví dụ so sánh
17	H	1200	9	20	4	25	1,2	900	200	650	Ví dụ sáng chế
18		1200	9	20	4	25	1,2	900	40	650	Ví dụ so sánh
19	I	1200	9	20	4	25	1,2	900	80	650	Ví dụ sáng chế
20		1200	9	20	2	25	1,2	900	80	650	Ví dụ so sánh
21	J	1200	9	20	4	25	1,2	900	80	600	Ví dụ so sánh
22	K	1200	9	20	4	25	1,2	900	80	650	Ví dụ so sánh
23	L	1200	9	20	4	25	1,2	900	80	590	Ví dụ so sánh
24	M	1200	9	20	4	25	1,2	900	80	650	Ví dụ so sánh
25	N	1200	9	20	4	25	1,2	900	80	650	Ví dụ so sánh

* Các phần được gạch chân chỉ các giá trị nằm ngoài phạm vi theo sáng chế.

*1 Thời gian từ khi phân giống nhau của vật liệu được cán đạt được nhiệt độ thấp hơn 1.000°C và tiếp xúc với lượt thứ nhất đến khi phân đồ đi qua lượt cuối cùng.

*2 Tốc độ làm mát trung bình từ nhiệt độ cân lượt cuối cùng đến 700°C.

Bảng 3

Tám thép số	Cấu trúc vi mô của tấm thép			Các đặc tính cơ học		Các đánh giá
	Pha chính	Khác	Mật độ định hướng tối đa của các hạt trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° theo hướng vuông góc với hướng cán.	Mật độ định hướng tối đa của các hạt	Độ bền kéo (MPa)	λ (%)
1	F	-	1,1	1,5	298	180
2	F	-	1,7	2,2	302	93
3	F	P	1,5	1,8	389	140
4	F	P	1,8	2,2	391	96
5	F	P, O	1,2	1,5	425	132
6	F	P, O	1,8	2,3	436	90
7	F	P	1,3	1,6	366	190
8	<u>O</u>	F, P	1,9	2,4	408	93
9	F	P	2,0	2,4	369	93
10	F	-	1,4	1,7	411	144
11	F	-	1,7	2,2	410	98
12	F	P	1,5	1,8	512	135
13	F	P	1,6	2,2	518	95
14	F	P, O	1,5	1,9	635	125
15	F	P, O	1,8	2,2	639	98
16	F	P	2,1	2,5	657	88
17	F	-	1,2	1,7	350	172
18	F	-	1,6	2,2	354	98
19	F	-	1,3	1,6	336	188
20	F	-	1,9	2,3	329	93
21	<u>O</u>	F, P	1,5	2,1	491	95
22	F	-	1,5	2,1	655	88
23	<u>O</u>	F, P	1,4	1,9	483	93
24	F	P	1,7	2,2	338	91
25	F	P	1,9	2,4	420	85

* Các phần được gạch chân chỉ các giá trị nằm ngoài phạm vi theo sáng chế.

Các tấm thép cán nóng được thu được trong các ví dụ sáng chế có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt. Ngược lại, trong các ví dụ so sánh, mà nằm ngoài phạm vi của sáng chế, khả năng gấp mép khi kéo giãn được mong muốn không được thu được.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Theo sáng chế, tấm thép cán nóng có khả năng gấp mép khi kéo giãn ưu việt có thể được thu được ổn định. Khi tấm thép theo sáng chế được sử dụng cho các bộ phận của ô tô, tấm thép có thể góp phần đáng kể cho các cải thiện về độ an toàn khi va chạm và tiết kiệm nhiên liệu các ô tô.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nóng, có thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng:
C: 0,10% hoặc nhỏ hơn,
Si: 2,0% hoặc nhỏ hơn,
Mn: 2,0% hoặc nhỏ hơn,
P: 0,100% hoặc nhỏ hơn,
S: 0,02% hoặc nhỏ hơn,
Al: 1,5% hoặc nhỏ hơn, và
O: 0,0025% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,
trong đó pha chính là ferit, và mật độ định hướng tối đa của các hạt là 2,1 hoặc nhỏ hơn.
2. Tấm thép cán nóng theo điểm 1, trong đó mật độ định hướng tối đa của các hạt là 1,5 hoặc nhỏ hơn trong mặt phẳng nghiêng theo hướng chiều dày tại góc 45° so với bề mặt của tấm thép hướng vuông góc với hướng cán.
3. Tấm thép cán nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng:
Cr: 0,005% đến 2,0%,
Ti: 0,005% đến 0,20%,
Nb: 0,005% đến 0,20%,
Mo: 0,01% đến 2,0%,
V: 0,01% đến 1,0%,
Cu: 0,01% đến 4,0%,
Ni: 0,005% đến 2,0%,
B: 0,0001% đến 0,01%,
Ca: 0,0001% đến 0,0050%,
REM: 0,0001% đến 0,0050%,
Sb: 0,0010% đến 0,10%, và
Sn: 0,0010% đến 0,10%.
4. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng, bao gồm:
gia nhiệt tấm đến 1.100°C hoặc cao hơn, tấm có thành phần hóa học được mô tả

theo điểm 1 hoặc 3;

thực hiện cán 6 lượt hoặc nhiều hơn với độ giảm chiều dày sau cán là 15% hoặc lớn hơn trên mỗi lượt trong phạm vi nhiệt độ từ 1.000°C hoặc cao hơn;

sau đó thực hiện cán trong các điều kiện trong đó quá trình cán được thực hiện trong 3 lượt hoặc nhiều hơn trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C tại độ giảm chiều dày sau cán là 15% hoặc lớn hơn trên mỗi lượt, thời gian cán là 2,0 giây hoặc nhỏ hơn trong phạm vi nhiệt độ thấp hơn 1.000°C, và nhiệt độ cán lượt cuối cùng là từ 850°C đến 940°C; và

sau đó thực hiện làm mát đến 700°C với tốc độ làm mát trung bình là 50 °C/giây hoặc lớn hơn, và thực hiện cuộn từ 580°C đến 700°C.