



(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) 
1-0021586

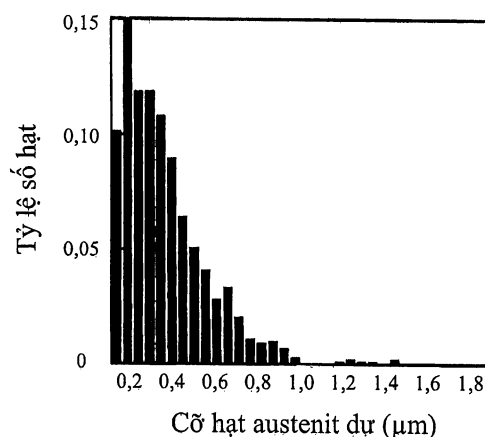
(51)⁷ **C21D 9/46, B21B 3/00, C21D 8/02,**
C22C 38/00, 38/06, 38/38

(13) **B**

- | | | | |
|------|---|------|----------------------------|
| (21) | 1-2014-00286 | (22) | 02.07.2012 |
| (86) | PCT/JP2012/066878 02.07.2012 | (87) | WO2013/005714A1 10.01.2013 |
| (30) | 2011-150241 06.07.2011 JP | | |
| | 2011-150242 06.07.2011 JP | | |
| | 2011-150243 06.07.2011 JP | | |
| | 2011-150244 06.07.2011 JP | | |
| | 2011-150247 06.07.2011 JP | | |
| | 2011-150248 06.07.2011 JP | | |
| (45) | 26.08.2019 377 | (43) | 25.04.2014 313 |
| (73) | NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan | | |
| (72) | HAGA Jun (JP), NISHIO Takuya (JP), WAKITA Masayuki (JP), TANAKA Yasuaki (JP), IMAI Norio (JP), TOMIDA Toshiro (JP), YOSHIDA Mitsuru (JP), HATA Kengo (JP) | | |
| (74) | Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD) | | |

(54) **PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP CÁN NGUỘI**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao, có độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Phương pháp này bao gồm quy trình đưa phôi, mà chứa các thành phần hóa học sau: C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%, Si: lớn hơn 0,10% và 3,00% hoặc nhỏ hơn, và Mn: lớn hơn 1,00% và 3,50% hoặc nhỏ hơn, trải qua các bước sau: cán nóng, sao cho tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng là lớn hơn 15%, và bước cán này được kết thúc trong vùng nhiệt độ của điểm Ar_3 hoặc cao hơn; tôi tấm thép được cán nóng, sao cho tấm thép cán nóng này được gia nhiệt đến 300°C hoặc cao hơn, sau khi được làm mát xuống vùng nhiệt độ 780°C hoặc thấp hơn và được cuộn trong vùng nhiệt độ cao hơn 400°C hoặc thấp hơn 400°C; cán nguội, sao cho tấm thép cán nóng thu được hoặc tấm thép cán nóng và được tôi được cán nguội; và tôi, sao cho tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm Ac_3 - 40°C) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội, mà được sử dụng với nhiều hình dạng khác nhau, được tạo ra bằng cách tạo hình ép hoặc phương pháp tương tự, cụ thể, tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao, mà có độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày nay, khi lĩnh vực công nghệ trong công nghiệp được chuyên môn hóa sâu, thì vật liệu được sử dụng trong mỗi lĩnh vực công nghệ cần có tính năng cao và đặc trưng. Ví dụ, đối với tấm thép cán nguội, mà được xử lý bằng cách tạo hình ép và được đưa vào sử dụng, độ dễ tạo hình hơn nữa là cần thiết để tạo ra sự đa dạng về hình dạng được ép. Ngoài ra, khi cần có độ bền kéo cao, thì việc sử dụng tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao đã được nghiên cứu. Cụ thể, liên quan đến tấm thép để chế tạo ô tô, để làm giảm trọng lượng phần thân xe và nhờ đó tiết kiệm được nhiên liệu từ khía cạnh môi trường toàn cầu, nhu cầu đối với tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao, có độ dễ tạo hình cao thành dạng vách mỏng đã gia tăng đáng kể. Trong quy trình tạo hình ép, khi độ dày của tấm thép được sử dụng là nhỏ hơn, thì vết rạn nứt và vết nhăn có thể xuất hiện. Do đó, tấm thép có độ dẻo và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời hơn nữa là có nhu cầu. Tuy nhiên, độ dễ tạo hình bằng cách ép và độ gia cường của tấm thép là các đặc tính trái ngược nhau, và do đó khó có thể thỏa mãn cùng một lúc các đặc tính này.

Để làm phương pháp cải thiện độ dễ tạo hình bằng cách ép của tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao, nhiều kỹ thuật liên quan đến việc làm mịn hạt của vi cấu trúc đã được đề xuất. Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng hạt rất mịn có độ bền kéo cao, mà được qua quy trình cán với tỷ lệ giảm bằng 80% hoặc lớn hơn, trong vùng nhiệt độ xung quanh điểm Ar_3 trong quy

trình cán nóng. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp sản xuất thép ferit siêu mịn, mà được cán liên tục ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn trong quy trình cán nóng.

Bằng các kỹ thuật này, sự cân bằng giữa độ bền kéo và tính dễ uốn của tấm thép cán nóng được cải thiện. Tuy nhiên, các tài liệu sáng chế được mô tả trên đây không phải tất cả đều mô tả phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội hạt mịn để cải thiện độ dễ tạo hình bằng cách ép. Theo nghiên cứu được tiến hành bởi các tác giả sáng chế, nếu quy trình cán nguội và tôi được thực hiện trên tấm thép cán nóng hạt mịn, mà thu được bằng cách cán làm giảm mạnh kích thước kim loại nền, thì các hạt tinh thể có thể trở nên thô, và khó thu được tấm thép cán nguội có độ dễ tạo hình bằng cách ép tuyệt vời. Cụ thể, trong quy trình sản xuất tấm thép cán nguội có cấu trúc hỗn hợp bao gồm pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp hoặc austenit dư trong cấu trúc kim loại, mà phải được tôi trong vùng nhiệt độ cao của điểm A_{c1} hoặc cao hơn, sự lớn lên của hạt tinh thể ở thời điểm tôi là đáng kể, và ưu điểm của tấm thép cán nguội có cấu trúc hỗn hợp mà độ dẻo tuyệt vời là không thể đạt được.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép cán nóng có hạt siêu mịn, mà trong đó phương pháp làm giảm kích thước bằng cách cán trong vùng tái kết tinh động được tiến hành với quy trình cán làm giảm kích thước qua năm giá cán hoặc nhiều hơn. Tuy nhiên, sự giảm nhiệt độ ở thời điểm cán nóng phải giảm rất nhiều, và khó thực hiện phương pháp này trong thiết bị cán nóng thông thường. Ngoài ra, mặc dù tài liệu sáng chế 3 mô tả ví dụ, mà trong đó quy trình cán nguội và tôi được tiến hành sau khi cán nóng, sự cân bằng giữa độ bền kéo và khả năng giãn lỗ là kém, và độ dễ tạo hình bằng cách ép là không được đảm bảo.

Liên quan đến tấm thép cán nguội có cấu trúc mịn, tài liệu sáng chế 4 bộc lộ tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao dùng cho ô tô có độ an toàn va đập và độ dễ tạo hình tuyệt vời, trong đó austenit dư có cỡ hạt tinh thể trung bình bằng $5\text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn được phân tán trong ferit có cỡ hạt tinh thể trung bình bằng $10\text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Tấm thép chứa austenit dư trong cấu trúc kim loại thể hiện khả năng giãn dài lớn do độ dẻo gây ra bởi sự biến đổi (TRIP) tạo ra bởi quy trình martensit hóa austenit trong quy trình xử lý; tuy nhiên, độ giãn lỗ bị suy giảm do sự tạo thành martensit cứng. Đối với tấm thép cán nguội được bộc lộ trong tài liệu sáng

chế 4, được cho là độ dẻo và khả năng giãn nở được cải thiện bằng cách tạo ra ferit và austenit dư mịn. Tuy nhiên, tỷ lệ giãn nở hầu như là 1,5, và khó có thể nói rằng sự tạo hình bằng cách ép đầy đủ được tạo ra. Ngoài ra, để làm tăng chỉ số bền hóa cơ học và cải thiện độ an toàn va đập, cần thiết tạo ra pha chính, pha ferit mềm, và khó thu được độ bền kéo cao.

Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ tấm thép độ bền kéo cao, có độ giãn dài và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời, mà trong đó pha thứ hai gồm austenit dư và/hoặc martensit được phân bố tốt trong các hạt tinh thể. Tuy nhiên, để tạo ra pha thứ hai mịn có kích thước nano và để phân tán nó trong các hạt tinh thể, cần chứa các nguyên tố đất hiếm như Cu và Ni với lượng lớn và tiến hành việc xử lý dung dịch ở nhiệt độ cao trong thời gian dài, do đó sự gia tăng chi phí sản xuất và giảm năng suất là đáng kể.

Tài liệu sáng chế 6 bộc lộ tấm thép mạ kẽm bằng cách nhúng nóng có độ bền kéo cao có độ dẻo, độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời, và độ chịu mỏi, mà trong đó austenit dư và pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp được phân bố trong ferit có cỡ hạt tinh thể trung bình bằng 10 μm hoặc nhỏ hơn và trong martensit được tôi. Martensit được tôi là pha, mà có tác dụng trong việc cải thiện độ dễ kéo căng để uốn mép và độ chịu mỏi, và cho rằng nếu việc làm mịn hạt martensit được tôi được tiến hành, thì các đặc tính này được cải thiện hơn nữa. Tuy nhiên, để thu được cấu trúc kim loại chứa martensit được tôi và austenit dư, bước tôi đầu tiên để tạo ra martensit và bước tôi thứ hai để tôi martensit và tiếp tục để thu được austenit dư là cần thiết, do vậy năng suất bị suy giảm đáng kể.

Tài liệu sáng chế 7 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội, trong đó austenit dư được phân bố mịn trong ferit, phương pháp, mà trong đó tấm thép được làm mát nhanh tới nhiệt độ bằng 720°C hoặc thấp hơn ngay sau khi được cán nóng, và được duy trì trong khoảng nhiệt độ từ 600 đến 720°C trong 2 giây hoặc lâu hơn, và tấm thép cán nóng thu được được cán nguội và được tôi.

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 58-123823 A1

Tài liệu sáng chế 2: JP59-229413 A1

Tài liệu sáng chế 3: JP 11-152544 A1

Tài liệu sáng chế 4: JP 11-61326 A1

Tài liệu sáng chế 5: JP 2005-179703 A1

Tài liệu sáng chế 6: JP 2001-192768 A1

Tài liệu sáng chế 7: WO2007/15541 A1

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Kỹ thuật mô tả trên đây được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 7 là tuyệt vời ở chỗ, tấm thép cán nguội, mà trong đó cấu trúc hạt mịn được tạo ra và độ dễ gia công và độ bền nhiệt được cải thiện có thể thu được bằng quy trình xử lý, mà sau khi quy trình cán nóng được hoàn thành, ứng suất cơ học được tích tụ trong austenit không được giải phóng, và sự biến dạng của ferit cùng với ứng suất cơ học được sử dụng làm lực truyền động.

Tuy nhiên, trong những năm gần đây, do nhu cầu về tính năng cao hơn, nên ngày càng có nhu cầu đối với tấm thép cán nguội cùng có độ bền kéo cao, độ dẻo cao, độ cứng khi gia công tuyệt vời, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời.

Sáng chế được tạo ra để đáp ứng nhu cầu này. Cụ thể, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao, có độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời, trong đó cường độ chịu kéo là 780 MPa hoặc lớn hơn.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chuyên sâu về sự ảnh hưởng của các thành phần hóa học và các điều kiện sản xuất đến các tính chất cơ học của tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao. Trong bản mô tả này, ký hiệu “%” chỉ ra thành phần của mỗi nguyên tố trong thành phần hóa học của thép (tính theo % khối lượng).

Một loạt các mẫu thép chứa các thành phần hóa học sau (tính theo % khối lượng): C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%, Si: lớn hơn 0,10% và 3,00% hoặc nhỏ hơn, Mn: lớn hơn 1,00% và 3,50% hoặc nhỏ hơn, P: 0,10% hoặc nhỏ hơn, S:

0,010% hoặc nhỏ hơn, sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit): 2,00% hoặc nhỏ hơn, và N: 0,010% hoặc nhỏ hơn.

Phôi có thành phần hóa học được mô tả trên đây được gia nhiệt đến 1200°C, và sau đó được cán nóng để có độ dày bằng 2,0 mm trong các phương pháp cán làm giảm kích thước khác nhau trong khoảng nhiệt độ của điểm A_{r3} hoặc cao hơn. Sau khi được cán nóng, các tấm thép được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 780°C hoặc thấp hơn trong các điều kiện làm mát khác nhau. Sau khi được làm mát bằng không khí trong 5 đến 10 giây, các tấm thép được làm mát tới các nhiệt độ khác nhau với tốc độ làm mát bằng 90°C/giây hoặc thấp hơn. Nhiệt độ làm mát này được sử dụng làm nhiệt độ làm mát. Sau khi các tấm thép được nạp vào trong lò gia nhiệt bằng điện được duy trì ở nhiệt độ không đổi và được duy trì trong 30 phút, các tấm thép được làm mát trong lò ở tốc độ làm mát bằng 20°C/giờ, nhờ đó quy trình làm mát từ từ sau khi cuộn được mô phỏng. Do đó, một vài tấm thép cán nóng thu được được gia nhiệt tới các nhiệt độ khác nhau, và sau đó được làm mát, do đó thu được các tấm thép cán nóng và được tôi. Tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nóng và được tôi được trải qua quy trình tẩy gỉ và được cán nguội ở tỷ lệ cán 50% để có độ dày bằng 1,0 mm. Việc sử dụng thiết bị mô phỏng quy trình tôi liên tục, các tấm thép cán nguội thu được được gia nhiệt tới các nhiệt độ khác nhau và được duy trì trong 95 giây, và sau đó được làm mát để thu được các tấm thép được tôi.

Từ mỗi tấm thép cán nóng này, các tấm thép được cán nóng và được tôi, và các tấm thép được tôi, mẫu thử nghiệm để đánh giá cấu trúc được lấy mẫu. Bằng cách sử dụng kính hiển vi quét điện tử (SEM) được trang bị kính hiển vi quang học và bộ phân tích mẫu nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử (EBSP), cấu trúc kim loại được đánh giá ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép, và bằng cách sử dụng thiết bị nhiễu xạ kế tia X (XRD), tỷ lệ thể tích của austenit dư được đo ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép được tôi. Ngoài ra, từ tấm thép được tôi này, mẫu thử nghiệm kéo được lấy mẫu dọc theo chiều vuông góc với chiều cán. Bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm kéo này,

thử nghiệm kéo được tiến hành, nhờ đó độ dẻo được đánh giá bằng độ giãn dài tổng, và độ cứng khi gia công được đánh giá bởi chỉ số bền hóa cơ học (trị số n) trong khoảng ứng suất 5% đến 10%. Ngoài ra, từ tấm thép được tôi, mẫu thử nghiệm giãn lỗ diện tích 100 mm^2 được lấy mẫu. Bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm này, thử nghiệm giãn lỗ được tiến hành, nhờ đó độ dễ kéo căng để uốn mép được đánh giá. Trong thử nghiệm giãn lỗ này, lỗ được đục có đường kính bằng 10 mm được tạo ra với độ hở bằng 12,5%, lỗ được đục này được làm giãn bằng cách sử dụng dụng cụ đục lỗ dạng côn có góc mép trước bằng 60° , và tỷ lệ giãn (tỷ lệ giãn lỗ) của lỗ ở thời điểm khi khe nứt xuyên qua chiều dày tấm được tạo ra là được đo.

Đối với kết quả của các thử nghiệm sơ bộ này, thu được các kết quả được mô tả trong các mục (A) đến (I) sau.

(A) Nếu tấm thép cán nóng, mà được tạo ra thông qua quy trình được gọi là quy trình làm mát nhanh ngay lập tức, ở đó quy trình làm mát nhanh được tiến hành bằng cách làm mát bằng nước ngay lập tức sau khi cán nóng, cụ thể, tấm thép cán nóng được tạo ra theo cách sao cho tấm thép này được làm mát một cách nhanh chóng tới vùng nhiệt độ bằng 780°C hoặc thấp hơn trong 0,4 giây sau khi hoàn thành quy trình cán nóng, được cán nguội và được tôi, độ dẻo và độ dễ kéo căng để uốn mép của tấm thép được tôi được cải thiện với việc nâng nhiệt độ ủ. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ ủ quá cao, thì hạt austenit lớn lên, và độ dẻo và độ dễ kéo căng để uốn mép của tấm thép được tôi có thể bị suy giảm đột ngột.

(B) Bằng cách kiểm soát các điều kiện cán nóng, các hạt mà mỗi hạt có cấu trúc bcc và các hạt mà mỗi hạt có cấu trúc bct (dưới đây, các hạt này cũng thường được gọi là “hạt bcc”) trong tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nóng và được tôi, mà thu được bằng cách tôi tấm thép cán nóng này, (theo sáng chế, tấm thép cán nóng được trải qua quy trình tôi được đề cập dưới dạng “tấm thép được cán nóng và được tôi”) được tạo ra ở dạng hạt mịn, mà cản trở sự lớn lên của các hạt austenite, mà có thể xảy ra khi quy trình tôi được thực hiện ở nhiệt độ cao sau khi cán nguội. Lý do cho điều này là không rõ ràng; tuy nhiên, có thể được hiểu trên thực tế rằng, do biên hạt tinh thể của hạt bcc có chức năng như vị trí tạo mầm của

austenit do sự biến đổi ở thời điểm tôi sau khi cán nguội, tần suất tạo mầm tăng lên do quy trình làm mịn của hạt bcc, và thậm chí nếu nhiệt độ ủ là cao, quy trình lớn lên của hạt austenit bị cản trở.

(C) Nếu sắt cacbua được kết tủa mịn trong tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nóng và được tôi, thì quy trình lớn lên của hạt austenite, mà có thể xảy ra khi quy trình tôi được thực hiện ở nhiệt độ cao sau khi cán nguội, bị ngăn cản. Lý do cho điều này là không rõ ràng; tuy nhiên, có thể được hiểu trên thực tế rằng (a) do sắt cacbua có chức năng như vị trí tạo mầm trong quy trình biến đổi ngược thành austenit trong quá trình tôi sau khi cán nguội, khi sắt cacbua kết tủa mịn hơn, tần suất tạo mầm tăng lên, và hạt austenit được tạo ra mịn, và (b) do sắt cacbua không hòa tan ngăn cản sự lớn lên của austenit, hạt austenit được tạo ra mịn.

(D) Nếu tỷ lệ cán cuối cùng của quy trình cán nóng tăng lên, thì quy trình lớn lên của hạt austenite, mà có thể xảy ra khi quy trình tôi được thực hiện ở nhiệt độ cao sau khi cán nguội, bị ngăn cản. Lý do cho điều này là không rõ ràng; tuy nhiên, có thể được hiểu trên thực tế rằng (a) với sự gia tăng về tỷ lệ cán cuối cùng, hạt bcc trong tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nóng và được tôi được tạo ra mịn, và (b) với sự gia tăng về tỷ lệ cán cuối cùng, sắt cacbua được tạo ra mịn, và mật độ số hạt của chúng tăng lên.

(E) Trong quy trình cuộn ngay sau khi làm mát nhanh, nếu nhiệt độ làm mát tăng lên đến nhiệt độ cao hơn 400°C , thì quy trình lớn lên của hạt austenite, mà có thể xảy ra khi quy trình tôi được thực hiện ở nhiệt độ cao sau khi cán nguội, được ngăn ngừa. Lý do cho điều này là không rõ ràng; tuy nhiên, có thể được hiểu trên thực tế rằng do các hạt của tấm thép cán nóng này được tạo ra mịn bằng cách làm mát nhanh ngay lập tức, với việc nâng nhiệt độ cuộn, lượng kết tủa của sắt cacbua trong tấm thép cán nóng tăng lên một cách đáng kể.

(F) Thậm chí nếu tấm thép cán nóng tạo ra được có nhiệt độ làm mát ở nhiệt độ thấp hơn 400°C trong quy trình cuộn ngay sau khi làm mát nhanh được trải qua quy trình tôi tấm thép cán nóng, mà ở đó tấm thép cán nóng này được gia nhiệt tới vùng nhiệt độ bằng 300°C hoặc cao hơn, thì quy trình lớn lên của hạt austenite, mà

có thể xảy ra khi quy trình tôi được thực hiện ở nhiệt độ cao sau khi cán nguội, được ngăn ngừa. Lý do cho điều này là không rõ ràng; tuy nhiên, có thể được hiểu trên thực tế rằng do pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng được tạo ra mịn bằng cách làm mát nhanh ngay lập tức, nếu tấm thép cán nóng được tôi, thì sắt cacbua kết tủa mịn trong pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp.

(G) Khi hàm lượng Si trong thép tăng lên, thì tác dụng ngăn ngừa quy trình lớn lên của hạt austenit trở nên mạnh hơn. Lý do cho điều này là không rõ ràng; tuy nhiên, có thể được hiểu trên thực tế rằng với sự gia tăng hàm lượng Si, sắt cacbua được tạo ra mịn, và mật độ số hạt của chúng tăng lên.

(H) Nếu tấm thép được ủ ở nhiệt độ cao trong khi đó quy trình lớn lên của hạt austenit được ngăn ngừa và được làm mát, thì cấu trúc kim loại thu được, mà ở đó pha chính là pha mịn tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, pha thứ hai chứa austenit dư mịn, và hạt austenit to, là ít.

Fig.1 là đồ thị thể hiện kết quả đánh giá sự phân bố cỡ hạt austenit dư trong tấm thép được tôi thu được bằng cách cán nóng dưới các điều kiện cán làm giảm kích độ dày cuối cùng 42%, nhiệt độ cán cuối cùng bằng 900°C, nhiệt độ tại thời điểm dừng làm mát nhanh bằng 660°C, và quy trình làm mát nhanh ngay lập tức 0,16 giây từ khi hoàn thành quy trình cán tới khi dừng làm mát nhanh, và cán nguội ở nhiệt độ làm mát bằng 520°C, sau đó bằng cách tôi ở nhiệt độ ủ bằng 850°C. Fig.2 là đồ thị thể hiện kết quả đánh giá sự phân bố cỡ hạt austenit dư trong tấm thép được tôi thu được bằng cách cán nóng thổi có cùng thành phần hóa học bằng cách sử dụng phương pháp thông thường, mà không có quy trình làm mát nhanh ngay lập tức, và bằng cách cán nguội và tôi tấm thép cán nóng. Từ việc so sánh Fig.1 và Fig.2, có thể thấy rằng, đối với tấm thép được tôi tạo ra được thông qua quy trình làm mát nhanh ngay lập tức thích hợp (Fig.1), sự tạo thành hạt austenit thô được ngăn ngừa, và austenit dư được phân bố đồng đều.

(I) Tầm thép cán nguội có cấu trúc kim loại này không chỉ thể hiện độ bền kéo cao, mà còn thể hiện độ dễ uốn, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời.

Từ các kết quả được mô tả trên đây, đã cho thấy rằng tầm thép cán nóng hoặc tầm thép được cán nóng và được tôi có cấu trúc kim loại mịn, mà thu được bằng cách cán nóng thép chứa lượng Si nhất định hoặc lớn hơn với tỷ lệ cán cuối cùng tăng, sau đó bằng cách đưa tầm thép cán nóng trải qua quy trình làm mát nhanh ngay lập tức, bằng cách cuộn tầm thép ở nhiệt độ cao hoặc cuộn tầm thép ở nhiệt độ thấp và sau đó bằng cách đưa tầm thép trải qua quy trình tôi tầm cán nóng, được cán nguội, và tầm thép cán nguội thu được được tôi ở nhiệt độ cao, và sau đó được làm mát, nhờ đó tạo ra được tầm thép cán nguội có độ dễ uốn, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời, mà có cấu trúc kim loại, sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, pha thứ hai chứa austenit dư mịn, và hạt austenit to là ít.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tầm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, khác biệt ở chỗ, phương pháp này có các bước (A) và (B) sau (sáng chế thứ nhất):

(A) cán nguội, trong đó tầm thép cán nóng chứa các thành phần hóa học sau (tính theo % khối lượng): C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%, Si: lớn hơn 0,10% và nhiều nhất là 3,00%, Mn: lớn hơn 1,00% và nhiều nhất là 3,50%, P: nhiều nhất là 0,10%, S: nhiều nhất là 0,010%, sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 2,00%, N: nhiều nhất là 0,010%, Ti: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, Nb: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, V: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, Cr: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 1,0%, Mo: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, B: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Ca: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Mg: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, và Bi: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, lượng còn lại là Fe và các tạp chất, trong đó cỡ hạt trung bình của các hạt có cấu trúc bcc và các hạt có cấu trúc bct, mà được bao quanh bởi biên hạt

có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là $6,0\text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, được trải qua quy trình cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội; và

(B) tôi, trong đó tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm $A_{c3} - 40^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.

Tấm thép cán nóng tốt hơn là tấm thép, mà trong đó mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua tồn tại trong cấu trúc kim loại là $1,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, khác biệt ở chỗ, phương pháp này có các bước từ (C) đến (E) sau (sáng chế thứ hai):

(C) cán nóng, trong đó phôi có thành phần hóa học được mô tả trên đây được trải qua quy trình cán nóng sao cho tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng là lớn hơn 15%, và quy trình cán này được kết thúc trong vùng nhiệt độ của điểm A_{r3} hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép cán nóng, và tấm thép cán nóng này được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 780°C hoặc thấp hơn trong 0,4 giây sau khi hoàn thành quy trình cán, và được cuộn trong vùng nhiệt độ cao hơn 400°C ;

(D) cán nguội, trong đó tấm thép cán nóng thu được bằng quy trình (C) mô tả trên đây được trải qua quy trình cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội; và

(E) tôi, trong đó tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm $A_{c3} - 40^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.

Vẫn theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, khác biệt ở chỗ, phương pháp này có các quy trình từ (F) đến (I) sau (sáng chế thứ ba):

(F) quy trình cán nóng, trong đó phôi có thành phần hóa học được mô tả trên đây được trải qua quy trình cán nóng sao cho quy trình cán này được kết thúc trong vùng nhiệt độ của điểm A_{r3} hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép cán nóng, và tấm thép cán nóng này được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 780°C hoặc thấp hơn trong 0,4 giây sau khi hoàn thành quy trình cán, và được cuộn trong vùng nhiệt độ thấp hơn 400°C ;

(G) quy trình tôi tấm thép cán nóng, trong đó tấm thép cán nóng thu được bằng quy trình (F) được trải qua quy trình tôi sao cho tấm thép cán nóng này được gia nhiệt tới vùng nhiệt độ bằng 300°C hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép được cán nóng và được tôi;

(H) quy trình cán nguội, trong đó tấm thép cán nóng và được tôi được trải qua quy trình cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội; và

(I) quy trình tôi, trong đó tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm $A_{c3} - 40^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.

Trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội, pha thứ hai tốt hơn là chứa austenit dư và ferit đa giác.

Trong quy trình cán nguội (A), (D) hoặc (H), quy trình cán nguội tốt hơn là được tiến hành ở tổng tỷ lệ cán lớn hơn 50%.

Trong quy trình tôi (B), (E) hoặc (I), tốt hơn là, việc xử lý ủ được thực hiện trong vùng nhiệt độ (điểm $A_{c3} - 40^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và thấp hơn (điểm $A_{c3} + 50^{\circ}\text{C}$), và/hoặc quy trình làm mát được thực hiện ở nhiệt độ 50°C hoặc cao hơn ở tốc độ làm mát thấp hơn $10,0^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ sau khi xử lý ủ.

Theo phương án được ưu tiên, thành phần hóa học còn chứa ít nhất một trong các nguyên tố (%) có nghĩa là phần trăm khối lượng) được mô tả dưới đây.

Một loại, hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ti: ít nhất là 0,005% và nhỏ hơn 0,050%, Nb: ít nhất là 0,005% và nhỏ hơn 0,050%, và V: ít nhất là 0,010% và nhiều nhất là 0,50%; và/hoặc

Một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm Cr: ít nhất là 0.20% và nhiều nhất là 1,0%, Mo: ít nhất là 0,05% và nhiều nhất là 0,50%, và B: ít nhất là 0,0010% và nhiều nhất là 0,010%; và/hoặc

Một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ca: ít nhất là 0,0005% và nhiều nhất là 0,010%, Mg: ít nhất là 0,0005% và nhiều nhất là 0,010%, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): ít nhất là 0,0005% và nhiều nhất là 0,050%, và Bi: ít nhất là 0,0010% và nhiều nhất là 0,050%.

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội có độ bền kéo cao, có độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép đầy đủ, mà có thể được sử dụng để gia công như tạo hình bằng cách ép, có thể được tạo ra. Do đó, sáng chế có thể tạo ra sự đóng góp lớn vào sự phát triển của ngành công nghiệp. Ví dụ, sáng chế có thể đóng góp để giải quyết các vấn đề môi trường toàn cầu nhờ trọng lượng nhẹ của phần thân ô tô.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện sự phân bố cỡ hạt austenit dư trong tấm thép được tôi được tạo ra nhờ quy trình làm mát nhanh ngay lập tức.

Fig.2 là đồ thị thể hiện sự phân bố cỡ hạt austenit dư trong tấm thép được tôi được tạo ra không nhờ quy trình làm mát nhanh ngay lập tức.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cấu trúc kim loại và thành phần hóa học trong tấm thép cán nguội độ có bền kéo cao tạo ra được bằng phương pháp theo sáng chế, và các điều kiện cán và tôi và các điều kiện tương tự trong phương pháp theo sáng chế có thể tạo ra tấm thép theo cách hiệu quả, dễ dàng và kinh tế được mô tả chi tiết dưới đây.

1. Cấu trúc kim loại

Tấm thép cán nguội theo sáng chế có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư. Điều này là do cấu trúc kim loại này tốt hơn là để cải thiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép trong khi đó giữ được cường độ chịu kéo. Nếu pha chính là ferit đa giác, mà không phải là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, thì khó có thể đảm bảo được cường độ chịu kéo và độ dễ kéo căng để uốn mép.

Pha chính có nghĩa là pha hoặc cấu trúc, mà trong đó tỷ lệ thể tích là ở giá trị lớn nhất, và pha thứ hai có nghĩa là pha hoặc cấu trúc khác với pha chính. Pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp có nghĩa là pha và cấu trúc được tạo ra bởi sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, như martensit và bainit. Để làm pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp khác các pha này, phải kể đến ferit và martensit bainit được tôi. Ferit bainit được phân biệt với ferit đa giác ở chỗ dạng thanh hoặc dạng đĩa là thu được và ở chỗ mật độ lệch mạng là cao, và được phân biệt với bainit ở chỗ sắt cacbua không có mặt bên trong và ở bề mặt tiếp giáp. Pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp này có thể chứa hai hoặc nhiều pha và cấu trúc, ví dụ, martensit và ferit bainit. Trong trường hợp nếu pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp chứa hai hoặc nhiều pha và cấu trúc, thì tổng của các tỷ lệ thể tích của các pha và cấu trúc này được xác định dưới dạng tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp.

Để cải thiện độ dẻo, tỷ lệ thể tích của austenit dư so với toàn bộ cấu trúc tốt hơn là lớn hơn 4,0%. Tỷ lệ thể tích này tốt hơn nữa là lớn hơn 6,0%, vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 9,0%, và tốt nhất là lớn hơn 12,0%. Mặt khác, nếu tỷ lệ thể tích của austenit dư quá lớn, thì độ dễ kéo căng để uốn mép suy giảm. Do đó, nếu tỷ lệ thể tích của austenit dư tốt hơn là nhỏ hơn 25,0%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 18,0%, vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 16,0%, và tốt nhất là nhỏ hơn 14,0%.

Trong tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, nếu hạt austenit dư được tạo ra mịn, thì độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép được cải thiện một cách đáng kể. Do đó, cỡ hạt austenit dư trung bình tốt hơn là được bao gồm là nhỏ hơn 0,80 μm . Cỡ hạt trung bình này tốt hơn nữa là được tạo ra nhỏ 0,70 μm , vẫn tốt hơn nữa là được bao gồm là nhỏ hơn 0,60 μm . Giới hạn

dưới của cỡ hạt austenit dư trung bình là không có giới hạn cụ thể bất kỳ; tuy nhiên, để tạo ra cỡ hạt trung bình 0,15 μm hoặc nhỏ hơn, cần thiết phải làm tăng đáng kể tỷ lệ giảm kích thước của bước cán cuối cùng trong quy trình cán nóng, mà điều này dẫn đến làm giảm đáng kể tải lượng sản xuất. Do đó, giới hạn dưới của cỡ hạt austenit dư trung bình tốt hơn là được tạo ra lớn hơn 0,15 μm .

Trong tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, thậm chí nếu cỡ hạt austenit dư trung bình là nhỏ, nếu hạt austenit dư kích thước lớn tồn tại với lượng lớn, thì độ cứng khi gia công và độ dễ kéo căng để uốn mép có thể bị suy giảm. Do đó, mật độ số hạt của hạt austenit dư mỗi hạt có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn tốt hơn là bằng $3,0 \times 10^{-2}/\mu\text{m}^2$ hoặc thấp hơn. Mật độ số hạt này tốt hơn nữa là $2,0 \times 10^{-2}/\mu\text{m}^2$ hoặc thấp hơn, vẫn tốt hơn nữa là $1,5 \times 10^{-2}/\mu\text{m}^2$ hoặc thấp hơn, và tốt nhất là $1,0 \times 10^{-2}/\mu\text{m}^2$ hoặc thấp hơn.

Để cải thiện hơn nữa độ dẻo và độ cứng khi gia công, pha thứ hai tốt hơn là chứa ferit đa giác bên cạnh austenit dư. Tỷ lệ thể tích của ferit đa giác so với toàn bộ cấu trúc tốt hơn là lớn hơn 2,0%. Tỷ lệ thể tích này tốt hơn nữa là lớn hơn 8,0%, vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 13,0%. Mặt khác, nếu tỷ lệ thể tích của ferit đa giác suy giảm, thì độ dễ kéo căng để uốn mép suy giảm. Do đó, tỷ lệ thể tích của ferit đa giác tốt hơn là thấp hơn 27,0%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 24,0%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 18,0%.

Nếu hạt ferit đa giác mịn hơn, thì hiệu quả cải thiện độ dẻo và độ cứng khi gia công tăng lên. Do đó, cỡ hạt tinh thể trung bình của ferit đa giác tốt hơn là được tạo ra nhỏ hơn 5,0 μm . Cỡ hạt trung tinh thể trung bình này tốt hơn nữa là nhỏ hơn 4,0 μm , vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3,0 μm .

Để cải thiện hơn nữa độ dễ kéo căng để uốn mép, tỷ lệ thể tích của martensit được tôi chứa trong pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp so với toàn bộ cấu trúc tốt hơn là thấp hơn 50,0%. Tỷ lệ thể tích này tốt hơn nữa là nhỏ hơn 35,0%, vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 10,0%.

Để làm tăng độ bền kéo, pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp tốt hơn là chứa martensit. Trong trường hợp này, tỷ lệ thể tích của martensit so với toàn bộ cấu trúc tốt hơn là lớn hơn 4,0%. Tỷ lệ thể tích này tốt hơn nữa là lớn hơn 6,0%, vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 10,0%. Mặt khác, nếu tỷ lệ thể tích của martensit quá lớn, thì độ dễ kéo căng để uốn mép suy giảm. Do đó, tỷ lệ thể tích của martensit so với toàn bộ cấu trúc tốt hơn là thấp hơn 15,0%.

Cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội theo sáng chế được đo như được mô tả dưới đây. Các tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp và ferit đa giác được xác định. Cụ thể, mẫu thử nghiệm được lấy mẫu từ tấm thép tấm thép, và bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng, và được ăn mòn bằng nital. Sau đó, cấu trúc kim loại được đánh giá bằng cách sử dụng SEM ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép. Bằng cách xử lý ảnh, tỷ lệ diện tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp và ferit đa giác là được đo. Giả sử rằng tỷ lệ diện tích là bằng tỷ lệ thể tích, các tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp và ferit đa giác được xác định. Cỡ hạt trung bình của ferit đa giác được xác định như được mô tả dưới đây. Đường kính tương đương tròn được xác định bằng cách chia diện tích chiếm bởi toàn bộ ferit đa giác trong trường nhìn thấy cho số lượng các hạt tinh thể của ferit đa giác, và đường kính tương đương tròn được xác định dưới dạng cỡ hạt trung bình.

Tỷ lệ thể tích của austenit dư được xác định như được mô tả dưới đây. Mẫu thử nghiệm được lấy mẫu từ tấm thép tấm thép, và bề mặt được cán của nó được đánh bóng hóa học tới vị trí sâu bằng một phần tư tính từ bề mặt của tấm thép, và cường độ nhiễu xạ tia X được đo bằng cách sử dụng thiết bị XRD.

Cỡ hạt austenit dư và cỡ hạt austenit dư trung bình được đo như được mô tả dưới đây. Mẫu thử nghiệm được lấy mẫu từ tấm thép tấm thép, và bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng bằng điện. Cấu trúc kim loại được đánh giá ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép bằng cách sử dụng SEM được trang bị cùng với bộ phân tích EBSP. Vùng mà được quan sát dưới dạng pha bao gồm cấu trúc tinh thể lập phương tâm mặt (pha fcc) và được bao quanh bởi pha gốc được xác định dưới

dạng một hạt austenit dư. Bằng cách xử lý ảnh, mật độ số hạt (số lượng các hạt trên mỗi đơn vị diện tích) của hạt austenit dư và tỷ lệ diện tích của hạt austenit dư riêng lẻ là được đo. Từ các diện tích được chiếm bởi hạt austenit dư riêng lẻ trong trường nhìn thấy, đường kính tương đương tròn của hạt austenit dư riêng lẻ được xác định, và giá trị trung bình của chúng được xác định dưới dạng cỡ hạt austenit dư trung bình.

Trong quy trình đánh giá cấu trúc sử dụng phương pháp EBSP, trong vùng 50 μm hoặc lớn hơn theo chiều dày của tấm và 100 μm hoặc lớn hơn theo chiều cán, chùm electron được sử dụng ở bước bằng 0,1 μm để tạo ra sự điều chỉnh pha. Ngoài ra, trong số các dữ liệu đo được, dữ liệu, mà ở đó chỉ số tin cậy là 0,1 hoặc lớn hơn, được sử dụng để đo cỡ hạt để làm dữ liệu hiệu dụng. Ngoài ra, để ngăn ngừa sự sai lệch về cỡ hạt austenit dư do nhiễu của phép đo, chỉ hạt austenit dư, mà mỗi hạt có đường kính tương đương tròn bằng 0,15 μm hoặc lớn hơn, được coi là hạt hữu ích, nhờ đó cỡ hạt austenit dư trung bình đã được tính.

Theo sáng chế, cấu trúc kim loại được mô tả trên đây được xác định ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép trong trường hợp của tấm thép cán nguội, và ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày của tấm thép, mà là vật liệu nền, tính từ biên giữa tấm thép vật liệu nền và lớp mạ trong trường hợp tấm thép được mạ.

Đối với tính chất cơ học mà có thể nhận ra được dựa trên đặc điểm về cấu trúc kim loại được mô tả trên đây, để đảm bảo được độ giảm sóc, tấm thép theo sáng chế tốt hơn là có độ bền kéo (TS) bằng 780 MPa hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là bằng 950 MPa hoặc cao hơn, theo chiều vuông góc với chiều cán. Ngoài ra, để đảm bảo độ dẻo, TS tốt hơn là thấp hơn 1180 MPa.

Khi giá trị thu được bằng cách chuyển đổi độ giãn tổng (El_0) theo chiều vuông góc với chiều cán thành độ giãn tổng tương ứng với độ dày tấm bằng 1,2 mm dựa trên công thức (1) dưới đây được ký hiệu là El , thì chỉ số bền hóa cơ học được tính bằng cách sử dụng các độ biến dạng danh định của hai điểm bằng 5% và 10% với khoảng độ giãn được tạo ra từ 5 đến 10% phù hợp với Tiêu chuẩn công

nghiệp Nhật Bản JIS Z2253 và lực thử nghiệm tương ứng với các độ biến dạng này được đặt là giá trị n , và tỷ lệ giãn lỗ được đo phù hợp với Tiêu chuẩn liên đoàn sắt và thép Nhật Bản JFST1001 được đặt là λ , từ quan điểm về độ dễ tạo hình ép, tốt hơn nếu giá trị $TS \times EI$ là 15000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị $TS \times n$ là 150 MPa hoặc cao hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ là 4500000 MPa^{1,7}% hoặc cao hơn.

$$EI = EI_0 \times (1,2/t_0)^{0,2} \dots (1)$$

trong đó, EI_0 là giá trị thực đo được của độ giãn tổng được đo bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm kéo căng JIS Số 5, t_0 là độ dày của mẫu thử nghiệm kéo căng JIS Số 5 được sử dụng để đo, và EI là giá trị chuyển đổi của độ giãn tổng tương ứng với trường hợp ở đó độ dày tấm là 1,2 mm.

$TS \times EI$ là chỉ số để đánh giá độ dẻo từ sự cân bằng giữa độ bền kéo và độ giãn tổng, giá trị $TS \times n$ là chỉ số để đánh giá độ cứng khi gia công từ sự cân bằng giữa độ bền kéo và chỉ số tăng cứng cơ học, và $TS^{1,7} \times \lambda$ là chỉ số để đánh giá độ giãn lỗ từ sự cân bằng giữa độ bền kéo và tỷ lệ giãn lỗ.

Tốt hơn nữa nếu giá trị $TS \times EI$ là 19000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị $TS \times n$ là 160 MPa hoặc cao hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ là 5500000 MPa^{1,7}% hoặc cao hơn. Vẫn tốt hơn nữa nếu giá trị $TS \times EI$ là 20000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị $TS \times n$ là 165 MPa hoặc cao hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ là 6000000 MPa^{1,7}% hoặc cao hơn.

Do độ biến dạng xuất hiện khi bộ phận của ô tô được tạo hình ép là khoảng từ 5 đến 10%, chỉ số bền hóa cơ học được thể hiện bằng giá trị n đối với khoảng biến dạng từ 5 đến 10% trong thử nghiệm kéo căng. Thậm chí nếu độ giãn tổng của tấm thép là lớn, thì độ lan truyền biến dạng trong quy trình tạo hình ép bộ phận ô tô là không được đảm bảo khi giá trị n là thấp, và sự tạo hình lỗi như sự suy giảm độ dày một cách cục bộ dễ dàng xuất hiện. Ngoài ra, từ quan điểm về khả năng cố định hình dạng, tỷ số ứng suất tốt hơn là thấp hơn 80%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 75%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 70%.

2. Thành phần hóa học của thép

C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%

Nếu hàm lượng C là 0,020% hoặc nhỏ hơn, thì khó thu được cấu trúc kim loại được mô tả trên đây. Do đó, hàm lượng C được bao gồm là lớn hơn 0,020%. Hàm lượng C tốt hơn là lớn hơn 0,070%, tốt hơn nữa là lớn hơn 0,10%, và vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 0,14%. Mặt khác, nếu hàm lượng C là 0,30% hoặc lớn hơn, thì không chỉ độ dễ kéo căng để uốn mép của tấm thép bị suy giảm, mà độ dễ hàn cũng bị suy giảm. Do đó, hàm lượng C được bao gồm là nhỏ hơn 0,30%. Hàm lượng C tốt hơn là nhỏ hơn 0,25%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,20%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,17%.

Si: lớn hơn 0,10% và 3,00% hoặc nhỏ hơn

Silicon (Si) có chức năng cải thiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép mặc dù có sự hạn chế sự lớn lên của hạt austenit trong khi tôi. Ngoài ra, Si là nguyên tố mà có chức năng tăng cường độ ổn định của austenit và là hiệu quả để thu được cấu trúc kim loại được mô tả trên đây. Nếu hàm lượng Si là 0,10% hoặc nhỏ hơn, thì khó đạt được hiệu quả tạo ra bởi chức năng được mô tả trên đây. Do đó, hàm lượng Si được bao gồm là lớn hơn 0,10%. Hàm lượng Si tốt hơn là lớn hơn 0,60%, tốt hơn nữa là lớn hơn 0,90%, và vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 1,20%. Mặt khác, nếu hàm lượng Si là lớn hơn 3,00%, thì các tính chất bề mặt của tấm thép bị suy giảm. Ngoài ra, khả năng xử lý bằng cách biến đổi hóa học và độ dễ mạ bị suy giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng Si được bao gồm là 3,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là nhỏ hơn 2,00%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1,80%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1,60%.

Trong trường hợp nếu Al được mô tả dưới đây là được bao gồm, thì hàm lượng Si và hàm lượng sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit) tốt hơn là thỏa mãn công thức (2) dưới đây, tốt hơn nữa là thỏa mãn công thức (3) dưới đây, và vẫn tốt hơn nữa là thỏa mãn công thức (4) dưới đây.

$$\text{Si} + \text{sol.Al} > 0,60... (2)$$

$$\text{Si} + \text{sol.Al} > 0,90... (3)$$

$$\text{Si} + \text{sol.Al} > 1,20... (4)$$

trong đó, Si là hàm lượng Si (% khối lượng) trong thép, và sol.Al là hàm lượng (% khối lượng) của Al tan trong axit.

Mn: lớn hơn 1,00% và 3,50% hoặc nhỏ hơn

Mangan (Mn) là nguyên tố mà có chức năng cải thiện độ cứng của thép và hiệu quả để thu được cấu trúc kim loại được mô tả trên đây. Nếu hàm lượng Mn là 1,00% hoặc nhỏ hơn, thì khó thu được cấu trúc kim loại được mô tả trên đây. Do đó, hàm lượng Mn được bao gồm là lớn hơn 1,00%. Hàm lượng Mn tốt hơn là lớn hơn 1,50%, tốt hơn nữa là lớn hơn 1,80%, và vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 2,10%. Nếu hàm lượng Mn trở nên quá lớn, trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng, pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp giãn và mở rộng theo chiều cán được tạo ra, thì hạt austenit dư kích thước lớn tăng lên trong cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi, và độ cứng khi gia công và độ dễ kéo căng để uốn mép bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Mn được bao gồm là 3,50% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là nhỏ hơn 3,00%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 2,80%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 2,60%.

P: 0,10% hoặc nhỏ hơn

Phospho (P) là nguyên tố chứa trong thép dưới dạng tạp chất, và gây tách ở các biên hạt và làm giòn thép này. Vì lý do này, hàm lượng P tốt hơn là thấp nhất có thể. Do đó, hàm lượng P được bao gồm là 0,10% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng P tốt hơn là nhỏ hơn 0,050%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,020%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,015%.

S: 0,010% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh (S) là nguyên tố chứa trong thép dưới dạng tạp chất, và tạo ra các thể vùi trên cơ sở sulfua và làm giảm độ dễ kéo căng để uốn mép. Vì lý do này, hàm lượng S tốt hơn là thấp nhất có thể. Do đó, hàm lượng S được bao gồm là 0,010% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng S tốt hơn là nhỏ hơn 0,005%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,003%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,002%.

sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit): 2,00% hoặc nhỏ hơn

Nhôm (Al) có chức năng khử oxy của thép nóng chảy. Theo sáng chế, do Si có chức năng khử oxy tương tự Al được bao gồm, Al không cần được bao gồm. Đó là, hàm lượng sol.Al có thể gần với giới hạn 0%. Trong trường hợp nếu sol.Al được bao gồm với mục đích tăng cường sự khử oxy, thì 0,0050% hoặc lớn hơn sol.Al tốt hơn là được bao gồm. Hàm lượng sol.Al tốt hơn nữa là lớn hơn 0,020%. Ngoài ra, giống Si, Al là nguyên tố mà có chức năng tăng cường độ ổn định của austenit và có hiệu quả để thu được cấu trúc kim loại được mô tả trên đây. Do đó, Al có thể được bao gồm cho mục đích này. Trong trường hợp này, hàm lượng sol.Al tốt hơn là lớn hơn 0,040%, tốt hơn nữa là lớn hơn 0,050%, và vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 0,060%. Mặt khác, nếu hàm lượng sol.Al quá cao, thì không chỉ xuất hiện khuyết tật bề mặt gây ra do nhôm oxit, mà còn làm tăng đáng kể điểm biến dạng, do đó khó thu được cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp. Do đó, hàm lượng sol.Al được bao gồm là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng sol.Al tốt hơn là nhỏ hơn 0,60%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,20%, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,10%.

N: 0,010% hoặc nhỏ hơn

Nitơ (N) là nguyên tố chứa trong thép dưới dạng tạp chất, và làm giảm độ dẻo. Vì lý do này, hàm lượng N tốt hơn là thấp nhất có thể. Do đó, hàm lượng N được bao gồm 0,010% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng N tốt hơn là 0,006% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Tám thép tạo ra được bằng phương pháp theo sáng chế có thể chứa các nguyên tố được mô tả dưới đây dưới dạng các nguyên tố tùy ý.

Một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ti: nhỏ hơn 0,050%, Nb: nhỏ hơn 0,050%, và V: 0,50% hoặc nhỏ hơn

Ti, Nb và V mỗi nguyên tố này có chức năng làm tăng biến dạng cơ học bằng cách ngăn cản sự tái kết tinh trong quy trình cán nóng, và có chức năng tạo ra cấu trúc kim loại của tám thép cán nóng mịn. Ngoài ra, các nguyên tố này kết tủa dưới dạng cacbua hoặc nitrua, và có chức năng ngăn ngừa sự lớn lên của hạt austenit trong khi tôi. Do đó, một loại hoặc hai hoặc nhiều loại nguyên tố này có

thể được bao gồm. Tuy nhiên, thậm chí nếu các nguyên tố này được bao gồm quá nhiều, thì hiệu quả tạo ra bởi chức năng được mô tả trên đây bị bão hòa, không kinh tế. Ngoài ra, nhiệt độ tái kết tinh ở thời điểm tôi tăng lên, cấu trúc kim loại sau khi tôi trở nên không đồng đều, và độ dễ kéo căng để uốn mép cũng bị suy giảm. Ngoài ra, lượng kết tủa của cacbua hoặc nitrua tăng lên, tỷ số ứng suất giảm đi, và khả năng cố định hình dạng cũng suy giảm. Do đó, hàm lượng Ti được bao gồm là nhỏ hơn 0,050%, hàm lượng Nb được bao gồm là nhỏ hơn 0,050%, và hàm lượng V được bao gồm là 0,50% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ti tốt hơn là nhỏ hơn 0,040%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,030%. Hàm lượng Nb tốt hơn là nhỏ hơn 0,040%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,030%. Hàm lượng V tốt hơn là 0,30% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,050%. Để đảm bảo thu được hiệu quả tạo ra bởi chức năng được mô tả trên đây, tốt hơn nếu Ti: 0,005% hoặc lớn hơn, Nb: 0,005% hoặc lớn hơn, và V: 0,010% hoặc lớn hơn được thỏa mãn. Trong trường hợp nếu Ti được bao gồm, thì hàm lượng Ti tốt hơn nữa được bao gồm là 0,010% hoặc lớn hơn, trong trường hợp nếu Nb được bao gồm, thì hàm lượng Nb tốt hơn nữa được bao gồm là 0,010% hoặc lớn hơn, và trong trường hợp nếu V được bao gồm, thì hàm lượng V tốt hơn nữa được bao gồm là 0,020% hoặc lớn hơn.

Một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm Cr: 1,0% hoặc nhỏ hơn, Mo: 0,50% hoặc nhỏ hơn, và B: 0,010% hoặc nhỏ hơn

Cr, Mo và B là các nguyên tố có chức năng cải thiện độ cứng của thép và hiệu quả để thu được cấu trúc kim loại được mô tả trên đây. Do đó, một loại hoặc hai hoặc nhiều loại nguyên tố này có thể được bao gồm. Tuy nhiên, thậm chí nếu các nguyên tố này được bao gồm quá nhiều, thì hiệu quả tạo ra bởi chức năng được mô tả trên đây bị bão hòa và không kinh tế. Do đó, hàm lượng Cr được bao gồm là 1,0% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng Mo được bao gồm là 0,50% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng B được bao gồm là 0,010% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cr tốt hơn là 0,50% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng Mo tốt hơn là 0,20% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng B tốt hơn là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Để đảm bảo thu được chắc chắn hơn hiệu quả tạo ra bởi chức năng được mô tả trên đây, tốt hơn là Cr: 0,20% hoặc lớn hơn, Mo: 0,05% hoặc lớn hơn, và B: 0,0010% hoặc lớn hơn được thỏa mãn.

Một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm Ca: 0,010% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,010% hoặc nhỏ hơn, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): 0,050% hoặc nhỏ hơn, và Bi: 0,050% hoặc nhỏ hơn

Ca, Mg và REM mỗi loại có chức năng cải thiện độ dễ kéo căng để uốn mép bằng cách điều chỉnh hình dạng của các thể vùi, và Bi cũng có chức năng cải thiện độ dễ kéo căng để uốn mép bằng cách làm mịn cấu trúc được hóa rắn. Do đó, một loại hoặc hai hoặc nhiều loại nguyên tố này có thể được bao gồm. Tuy nhiên, thậm chí nếu các nguyên tố này được bao gồm quá nhiều, thì hiệu quả tạo ra bởi chức năng được mô tả trên đây bị bão hòa và không kinh tế. Do đó, hàm lượng Ca được bao gồm là 0,010% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng Mg được bao gồm là 0,010% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng REM được bao gồm là 0,050% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Bi được bao gồm là 0,050% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nếu, hàm lượng Ca bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng Mg bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng REM bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Bi bằng 0,010% hoặc nhỏ hơn. Để đảm bảo thu được chức năng nêu trên, tốt hơn nếu Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn, Mg: 0,0005% hoặc lớn hơn, REM: 0,0005% hoặc lớn hơn, và Bi: 0,0010% hoặc lớn hơn được bao gồm. REM là để chỉ các kim loại đất hiếm, và là thuật ngữ chung chỉ tổng 17 nguyên tố Sc, Y, và các lantanoid. Hàm lượng REM là hàm lượng tổng của các nguyên tố này.

3. Các điều kiện sản xuất

Quy trình cán nguội theo sáng chế thứ nhất

Trong quy trình cán nguội, tấm thép cán nóng có thành phần hóa học được mô tả trên đây, trong đó cỡ hạt trung bình của các hạt có cấu trúc bcc và các hạt có cấu trúc bct (như đã được mô tả, các hạt này thường được gọi là “hạt bcc”), mà được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là 6,0 μm hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là, ngoài ra, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua có mặt trong cấu trúc kim loại là $1,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, được cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội.

Ở đây, cỡ hạt trung bình của hạt bcc được tính bằng phương pháp được mô tả dưới đây. Mẫu thử nghiệm được lấy mẫu từ tấm thép tấm thép, bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng bằng điện, và cấu trúc kim loại được đánh giá bằng cách sử dụng SEM được trang bị cùng với bộ phân tích EBSP ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép. Vùng, mà được đánh giá để làm pha gồm cấu trúc tinh thể kiểu tinh thể lập phương thể tâm và được bao quanh bởi biên có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, được coi là một hạt tinh thể, và giá trị được tính bằng công thức (5) dưới đây được xem là cỡ hạt trung bình của hạt bcc. Trong công thức này, N là số lượng các hạt tinh thể chứa trong vùng đánh giá cỡ hạt trung bình, A_i là diện tích của hạt tinh thể thứ i ($i = 1, 2, \dots, N$), và d_i là đường kính tương đương tròn của hạt tinh thể thứ i .

Công thức 1

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N A_i \times d_i}{\sum_{i=1}^N A_i} \quad (5)$$

Cấu trúc tinh thể của martensit hoàn toàn là mạng lưới tứ giác thể tâm (bct); tuy nhiên, trong phương pháp đánh giá cỡ hạt theo sáng chế, martensit cũng được xử lý dưới dạng pha bcc do trong phương pháp đánh giá cấu trúc kim loại sử dụng phương pháp EBSP, hằng số mạng là không được xem xét.

Trong phương pháp đánh giá cấu trúc bằng cách sử dụng phương pháp EBSP trong phương án này, pha của vùng có kích thước 50 μm theo chiều dày của tấm và 100 μm theo chiều cán (chiều vuông góc với chiều dày tấm) được điều chỉnh bằng cách kiểm soát chùm electron ở bước bằng 0,1 μm . Trong số các dữ liệu đo được, dữ liệu, mà ở đó chỉ số tin cậy là 0,1 hoặc lớn hơn, được sử dụng để đo cỡ hạt để làm dữ liệu hiệu dụng. Ngoài ra, để ngăn ngừa sai số cỡ hạt do nhiễu của phép đo, trong phương pháp đánh giá hạt bcc, không giống với trường hợp austenit dư được mô tả trên đây, phương pháp tính cỡ hạt được mô tả trên đây được tiến hành bằng cách sử dụng chỉ hạt bcc mỗi hạt này có cỡ hạt bằng 0,47 μm hoặc lớn hơn là hạt hữu ích.

Lý do tại sao cỡ hạt tinh thể được xác định bằng cách sử dụng biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn làm biên hạt hữu ích, mà là biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, trở thành vị trí tạo mầm của hạt austenit biến đổi ngược, nhờ đó quy trình lớn lên của hạt austenit ở thời điểm tôi sau khi cán nguội được ngăn ngừa, và vị trí tạo mầm tham gia đáng kể vào sự cải thiện độ dễ gia công của tấm thép cán nguội. Ngoài ra, trong trường hợp nếu cấu trúc của tấm thép cán nóng là cấu trúc cỡ hạt hỗn hợp, mà trong đó các hạt mịn và các hạt to được trộn lẫn với nhau, thì phần hạt to dễ dàng trở nên thô hơn ở thời điểm tôi sau khi cán nguội, do đó độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép bị suy giảm. Trong trường hợp nếu cỡ hạt của cấu trúc cỡ hạt hỗn hợp này được đánh giá bằng phương pháp cắt thường được sử dụng làm phương pháp đánh giá cỡ hạt tinh thể của cấu trúc kim loại, thì sự ảnh hưởng của các hạt to có thể được bỏ qua. Theo sáng chế, để làm phương pháp tính toán cỡ hạt tinh thể đánh giá sự ảnh hưởng của các hạt to, công thức (5) được mô tả trên đây, trong đó các diện tích riêng của các hạt tinh thể được tăng lên theo trọng lượng, là được sử dụng.

Lượng sắt cacbua có mặt trong tấm thép được xác định bằng mật độ số hạt trung bình (đơn vị: số/ μm^2), và mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua được đo như được mô tả dưới đây. Mẫu thử nghiệm được lấy mẫu từ tấm thép tấm thép, bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng, và cấu trúc kim loại được đánh giá bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học hoặc SEM ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép. Phép phân tích thành phần của các chất kết tủa được thực hiện bằng cách sử dụng kính quang phổ electron Auger (AES), các chất kết tủa chứa Fe và C dưới dạng các nguyên tố cấu thành được sử dụng làm thành phần sắt cacbua, và mật độ số hạt của sắt cacbua trong cấu trúc kim loại được đo. Trong phương pháp đánh giá mật độ số hạt của sắt cacbua theo sáng chế, việc quan sát được thực hiện trong năm trường nhìn $10^2 \mu\text{m}^2$ ở độ phóng đại bằng 5000 lần, số lượng sắt cacbua tồn tại trong cấu trúc kim loại trong mỗi trường nhìn là được đo, và mật độ số hạt trung bình được tính từ giá trị trung bình của năm trường nhìn. sắt cacbua là các hợp chất bao gồm chủ yếu Fe và C, và Fe_3C , $\text{Fe}_3(\text{C}, \text{B})$, $\text{Fe}_{23}(\text{C}, \text{B})_6$, Fe_2C , $\text{Fe}_{2,2}\text{C}$, $\text{Fe}_{2,4}\text{C}$, và các chất

tương tự được gọi dưới dạng sắt cacbua. Để ngăn ngừa một cách hiệu quả sự lớn lên của hạt austenit, ion cacbua tốt hơn là Fe_3C . Ngoài ra, thành phần của thép như Mn và Cr có thể hòa tan trong sắt cacbua này.

Đối với tấm thép cán nóng được trải qua quy trình cán nguội, trong trường hợp nếu cỡ hạt trung bình của hạt bcc tính được bằng phương pháp được mô tả trên đây là lớn hơn $6,0 \mu\text{m}$, thì cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi trở nên thô, và độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép bị suy giảm. Do đó, cỡ hạt trung bình của hạt bcc được bao gồm là $6,0 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Cỡ hạt trung bình này tốt hơn là $4,0 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là $3,5 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Đối với tấm thép cán nóng được trải qua quy trình cán nguội, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua tồn tại trong cấu trúc kim loại tốt hơn là $1,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc cao hơn. Do đó, sự lớn lên của hạt austenit trong quy trình tôi sau khi cán nguội được ngăn ngừa, và độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép của tấm thép cán nguội có thể được cải thiện đáng kể. Mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua tốt hơn nữa là $5,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là $8,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn.

Loại và tỷ lệ thể tích của pha và cấu trúc tạo ra tấm thép cán nóng là không được xác định một cách cụ thể, và một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm ferit đa giác, ferit hình kim, ferit bainit, bainit, pearlit, austenit dư, martensit, bainit được tôi, và martensit được tôi có thể được trộn lẫn với nhau. Tuy nhiên, tấm thép cán nóng mềm hơn là được ưu tiên ở chỗ lượng tải của quy trình cán nguội được giảm và tỷ lệ cán nguội tiếp tục tăng lên, nhờ đó cấu trúc kim loại sau khi được tôi có thể được tạo ra mịn.

Phương pháp được mô tả trên đây để sản xuất tấm thép cán nóng là không được xác định một cách cụ thể; tuy nhiên, tốt hơn nếu quy trình cán nóng trong sáng chế thứ hai này, được mô tả dưới đây, hoặc quy trình cán nóng trong sáng chế thứ ba, được mô tả dưới đây, được sử dụng. Tấm thép cán nóng được mô tả trên đây có thể là tấm thép được cán nóng và được tôi được trải qua quy trình tôi sau khi được cán nóng.

Quy trình cán nguội tấm thép có thể được tiến hành theo phương pháp thông thường. Trước khi cán nguội, tấm thép cán nóng có thể được làm sạch bề mặt bằng cách tẩy axit hoặc các phương pháp tương tự. Trong quy trình cán nguội này, để thúc đẩy quy trình tái kết tinh và đồng nhất hóa cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi, nhờ đó cải thiện hơn nữa độ dễ kéo căng để uốn mép, tỷ lệ cán nguội (tổng tỷ lệ cán trong quy trình cán nguội) tốt hơn là 40% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là lớn hơn 50%. Do đó, cấu trúc kim loại sau khi tôi được tạo ra mịn hơn, và cấu trúc cốt liệu được cải thiện, do đó độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép được cải thiện hơn nữa. Từ quan điểm này, tỷ lệ cán nguội tốt hơn nữa là lớn hơn 60%, tốt nhất là lớn hơn 65%. Mặt khác, nếu tỷ lệ cán nguội quá cao, thì tải lượng cán tăng lên, và khó thực hiện được quy trình cán. Do đó, giới hạn trên của tỷ lệ cán nguội tốt hơn là nhỏ hơn 80%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 70%.

Quy trình tôi theo sáng chế thứ nhất

Tấm thép cán nguội thu được bằng quy trình cán nguội được mô tả trên đây được tôi sau khi được trải qua quy trình xử lý như khử dầu theo phương pháp đã biết một cách rộng rãi nếu cần. Giới hạn dưới của nhiệt độ ủ trong quy trình tôi là (điểm $Ac_3 - 40^\circ C$) hoặc cao hơn. Điều này là vì mục đích thu được cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư. Để làm tăng tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp và để cải thiện độ dễ kéo căng để uốn mép, nhiệt độ ủ tốt hơn là cao hơn (điểm $Ac_3 - 20^\circ C$), và tốt hơn nữa là cao hơn điểm Ac_3 . Tuy nhiên, nếu nhiệt độ ủ quá cao, thì austenit trở nên quá thô, và sự tạo thành ferit đa giác bị ngăn ngừa, do đó độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép có thể suy giảm. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ ủ tốt hơn là nhỏ hơn (điểm $Ac_3 + 100^\circ C$), tốt hơn nữa là nhỏ hơn (điểm $Ac_3 + 50^\circ C$), và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn (điểm $Ac_3 + 20^\circ C$). Ngoài ra, để thúc đẩy sự tạo thành ferit đa giác mịn và để cải thiện độ dẻo và độ cứng khi gia công, giới hạn trên của nhiệt độ ủ tốt hơn là nhỏ hơn (điểm $Ac_3 + 50^\circ C$), tốt hơn nữa là nhỏ hơn (điểm $Ac_3 + 20^\circ C$).

Thời gian duy trì ở nhiệt độ ủ (thời gian ủ) không có giới hạn cụ thể bất kỳ; tuy nhiên, để thu được các đặc tính cơ học ổn định, thời gian duy trì tốt hơn là lâu hơn 15 giây, tốt hơn nữa là lâu hơn 60 giây. Mặt khác, nếu thời gian duy trì là quá lâu, thì austenit trở nên quá thô, do đó độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép có thể suy giảm. Do đó, thời gian duy trì tốt hơn là ngắn hơn 150 giây, tốt hơn nữa là ngắn hơn 120 giây.

Trong quy trình gia nhiệt trong quy trình tôi, để đồng nhất cấu trúc kim loại sau khi tôi bằng cách thúc đẩy sự kết tinh và để cải thiện độ dễ kéo căng để uốn mép, tốc độ gia nhiệt từ 700°C đến nhiệt độ ủ tốt hơn là nhỏ hơn 10,0°C/giây. Tốc độ gia nhiệt này tốt hơn nữa là nhỏ hơn 8,0°C/giây, vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 5,0°C/giây.

Trong quy trình làm mát sau khi ủ trong quy trình tôi, để thúc đẩy sự tạo thành ferit đa giác mịn và để cải thiện độ dẻo và độ cứng khi gia công, việc làm mát tốt hơn là được tiến hành ở nhiệt độ 50°C hoặc lớn hơn từ nhiệt độ ủ ở tốc độ làm mát thấp hơn 10,0°C/giây. Tốc độ làm mát sau khi ủ này tốt hơn là thấp hơn 5,0°C/giây, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3,0°C/giây, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 2,0°C/giây. Để làm tăng hơn nữa tỷ lệ thể tích của ferit đa giác, việc làm mát được tiến hành đến 80°C hoặc cao hơn từ nhiệt độ ủ ở tốc độ làm mát thấp hơn 10,0°C/giây. Quy trình làm mát tốt hơn nữa là được tiến hành đến 100°C hoặc cao hơn, vẫn tốt hơn nữa là đến 120°C hoặc cao hơn.

Để thu được cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, việc làm mát trong khoảng nhiệt độ của 650 đến 500°C tốt hơn là được tiến hành ở tốc độ làm mát bằng 15°C/giây hoặc cao hơn. Để tiến hành việc làm mát trong khoảng nhiệt độ của 650 đến 450°C ở tốc độ làm mát bằng 15°C/giây hoặc cao hơn là được ưu tiên hơn. Với sự gia tăng tốc độ làm mát, tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp tăng lên. Do đó, tốc độ làm mát cao hơn 30°C/giây là được ưu tiên hơn, và tốc độ làm mát cao hơn 50°C/giây là vẫn được ưu tiên hơn. Mặt khác, nếu tốc độ làm mát quá cao, thì hình dạng của tấm thép bị suy giảm. Do đó, tốc độ làm mát trong khoảng nhiệt độ của 650 đến

500°C tốt hơn là 200°C/giây hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 150°C/giây, và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 130°C/giây.

Ngoài ra, để thu được austenit dư, tấm thép được duy trì trong vùng nhiệt độ bằng 500 đến 300°C trong 30 giây hoặc lâu hơn. Để làm tăng độ ổn định của austenit dư và để cải thiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép, vùng nhiệt độ duy trì tốt hơn là 475 đến 320°C. Vùng nhiệt độ duy trì tốt hơn nữa là 450 đến 340°C, vẫn tốt hơn nữa là 430 đến 360°C. Ngoài ra, khi thời gian duy trì là lâu hơn, thì độ ổn định của austenit dư tăng lên. Do đó, thời gian duy trì tốt hơn là 60 giây hoặc lâu hơn, tốt hơn nữa là 120 giây hoặc lâu hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 300 giây hoặc lâu hơn.

Trong trường hợp nếu tấm thép được mạ điện được tạo ra, sau đó tấm thép cán nguội tạo ra được bằng phương pháp được mô tả trên đây được trải qua các quy trình chuẩn bị đã biết, nếu cần, để làm sạch và xử lý bề mặt, quy trình mạ điện chỉ được tiến hành bằng phương pháp thông thường. Thành phần hóa học và khối lượng lắng đọng của lớp mạ là không có giới hạn cụ thể bất kỳ. Để làm loại lớp mạ điện, lớp mạ điện kẽm, lớp mạ điện hợp kim Zn-Ni, và các lớp mạ tương tự được sử dụng.

Trong trường hợp nếu tấm thép mạ nhúng nóng được tạo ra, tấm thép này được xử lý trong phương pháp được mô tả trên đây tùy thuộc vào quy trình tôi, và sau khi được duy trì trong vùng nhiệt độ bằng 500 đến 300°C trong 30 giây hoặc lâu hơn, tấm thép được gia nhiệt nếu cần, và được nhúng trong bể mạ để mạ nhúng nóng. Để làm tăng độ ổn định của austenit dư và để cải thiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép, vùng nhiệt độ duy trì tốt hơn là 475 đến 320°C. Vùng nhiệt độ duy trì tốt hơn nữa là 450 đến 340°C, vẫn tốt hơn nữa là 430 đến 360°C. Ngoài ra, khi thời gian duy trì lâu hơn, thì độ ổn định của austenit dư tăng lên. Do đó, thời gian duy trì tốt hơn là 60 giây hoặc lâu hơn, tốt hơn nữa là 120 giây hoặc lâu hơn, và vẫn tốt hơn nữa là 300 giây hoặc lâu hơn. Tấm thép có thể được gia nhiệt lại sau khi được mạ nhúng nóng để xử lý hợp kim. Thành phần hóa học và khối lượng của lớp mạ lắng đọng là không có giới hạn cụ thể bất kỳ. Để

làm loại lớp mạ nhúng nóng, lớp mạ kẽm nhúng nóng, lớp mạ kẽm nhúng nóng tạo hợp kim, lớp mạ nhôm nhúng nóng, lớp mạ hợp kim Zn-Al nhúng nóng, lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg nhúng nóng, lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng, và các lớp mạ tương tự được sử dụng.

Tấm thép được mạ có thể được trải qua quy trình xử lý chuyển hóa hóa học thích hợp sau khi được mạ để làm tăng hơn nữa khả năng chống ăn mòn. Thay vì phương pháp xử lý crom thông thường, phương pháp xử lý chuyển hóa hóa học tốt hơn là được tiến hành bằng cách sử dụng dung dịch chuyển hóa hóa học loại không chứa crom (ví dụ, trên cơ sở silicat hoặc phosphat).

Do đó, tấm thép cán nguội và tấm thép được mạ thu được có thể được trải qua quy trình cán ram theo phương pháp thông thường. Tuy nhiên, phần trăm giãn dài lớn của quy trình cán ram dẫn đến sự suy giảm độ dẻo. Do đó, phần trăm giãn dài của quy trình cán ram tốt hơn là 1,0% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Quy trình cán nóng theo sáng chế thứ hai

Thép có thành phần hóa học được mô tả trên đây được làm nóng chảy bằng các phương pháp đã biết và sau đó được tạo ra thành dạng thỏi bằng quy trình đúc liên tục, hoặc được tạo ra thành dạng thỏi bằng quy trình đúc tùy ý và sau đó được tạo ra thành dạng thanh bằng quy trình tạo thanh hoặc quy trình tương tự. Trong quy trình đúc liên tục, để hạn chế sự xuất hiện của lỗi bề mặt gây ra do thể vùi, sự tạo dòng bổ sung từ bên ngoài như khuấy điện từ tốt hơn là được tạo ra trong thép nóng chảy trong khuôn đúc. Liên quan đến thỏi thép hoặc thanh thép, thỏi thép hoặc thanh thép, mà được làm mát một lần, có thể được gia nhiệt lại và được trải qua quy trình cán nóng. Mặt khác, thỏi thép, mà ở trạng thái nhiệt độ cao sau khi đúc liên tục, hoặc thanh thép mà ở trạng thái nhiệt độ cao sau khi tạo phôi, có thể được trải qua quy trình cán nóng, hoặc bằng cách duy trì nhiệt, hoặc bằng cách gia nhiệt bổ sung. Trong bản mô tả này, dạng thỏi và thanh này thường được gọi là "phôi" để làm vật liệu thô để cán nóng. Để ngăn ngừa hạt austenit không lớn lên, nhiệt độ của phôi, mà được trải qua quy trình cán nóng, tốt hơn là nhỏ hơn 1250°C,

tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1200°C . Giới hạn dưới của nhiệt độ của phơi, mà được cán nóng, là không bị giới hạn một cách cụ thể, và có thể ở nhiệt độ bất kỳ, mà ở đó quy trình cán nóng có thể được hoàn thành ở điểm Ar_3 hoặc cao hơn, như được mô tả dưới đây.

Quy trình cán nóng này được kết thúc trong vùng nhiệt độ của điểm Ar_3 hoặc cao hơn để tạo ra cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng mịn bằng cách biến đổi austenit sau khi hoàn thành quy trình cán. Nếu nhiệt độ hoàn thành quy trình cán là quá thấp, trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng, pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp giãn và mở rộng theo chiều cán là được tạo ra, thì cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi trở nên thô, và độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép có thể bị suy giảm. Do đó, nhiệt độ hoàn thành của quy trình cán nóng tốt hơn là điểm Ar_3 hoặc cao hơn và cao hơn 820°C , tốt hơn nữa là điểm Ar_3 hoặc cao hơn và cao hơn 850°C , và vẫn tốt hơn nữa là điểm Ar_3 hoặc cao hơn và cao hơn 880°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ kết thúc quy trình cán nóng quá cao, thì sự tích lũy ứng suất cơ học là không được đầy đủ, và khó có thể tạo ra cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng mịn. Do đó, nhiệt độ kết thúc quy trình cán nóng tốt hơn là thấp hơn 950°C , tốt hơn nữa là nhỏ hơn 920°C . Ngoài ra, để làm giảm tải lượng sản xuất, tốt hơn nếu nhiệt độ hoàn thành của quy trình cán nóng tăng lên và do đó tải lượng cán bị suy giảm. Từ quan điểm này, nhiệt độ hoàn thành của quy trình cán nóng tốt hơn là điểm Ar_3 hoặc cao hơn và cao hơn 780°C , tốt hơn nữa là điểm Ar_3 hoặc cao hơn và cao hơn 800°C .

Trong trường hợp nếu quy trình cán nóng bao gồm cán thô và cán hoàn thiện, thì để hoàn thành quy trình cán thô ở nhiệt độ được mô tả trên đây, vật liệu được cán thô có thể được gia nhiệt ở thời điểm giữa bước cán thô và cán hoàn thiện. Mong muốn rằng bằng cách gia nhiệt vật liệu được cán thô sao cho nhiệt độ ở đầu cuối của nó là cao hơn nhiệt độ của đầu phía trước của nó, sự dao động nhiệt độ khắp toàn bộ chiều dài của vật liệu được cán thô ở thời điểm bắt đầu cán hoàn thiện được giới hạn ở 140°C hoặc thấp hơn. Do đó, tính đồng đều về các đặc tính của sản phẩm trong cuộn thép được cải thiện.

Phương pháp gia nhiệt vật liệu được cán thô chỉ được tiến hành bằng cách sử dụng các phương pháp đã biết. Ví dụ, thiết bị gia nhiệt cảm ứng kiểu cuộn dây được bố trí giữa máy cán thô và máy cán hoàn thiện, và lượng nhiệt tăng trong quy trình gia nhiệt có thể được kiểm soát dựa trên, ví dụ, sự phân bố nhiệt độ theo chiều dọc của vật liệu được cán thô ở phía trước của thiết bị gia nhiệt cảm ứng này.

Về tỷ lệ cán của quy trình cán nóng, tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng là lớn hơn 15% tính theo phần trăm giảm độ dày. Lý do cho điều này là ở chỗ ứng suất cơ học đưa vào austenit gia tăng, cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng được tạo ra mịn, cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi được tạo ra mịn, và độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép được cải thiện. Tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng tốt hơn là lớn hơn 25%, tốt hơn nữa là lớn hơn 30%, và vẫn tốt hơn nữa là lớn hơn 40%. Nếu tỷ lệ cán quá cao, thì tải lượng cán tăng lên, và khó thực hiện được quy trình cán. Do đó, tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng tốt hơn là nhỏ hơn 55%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 50%. Để làm giảm tải lượng cán, quy trình được gọi là cán bôi trơn có thể được tiến hành, mà trong đó quy trình cán được thực hiện trong khi dầu dùng cho quy trình cán này được cấp vào giữa con lăn cán và tấm thép để làm giảm hệ số ma sát.

Sau khi cán nóng, tấm thép được làm mát nhanh tới vùng nhiệt độ 780°C hoặc thấp hơn trong 0,40 giây sau khi hoàn thành quy trình cán. Lý do cho điều này là ở chỗ sự giải phóng ứng suất cơ học gây ra cho austenit bằng cách cán bị cản trở, austenit bị biến đổi với ứng suất cơ học được sử dụng làm lực truyền động, cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng được tạo ra mịn, cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi được tạo ra mịn, và độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép được cải thiện. Vì thời gian tới khi dừng việc làm mát nhanh là ngắn, sự giải phóng ứng suất cơ học bị cản trở. Do đó, thời gian tới khi dừng việc làm mát nhanh sau khi hoàn thành quy trình cán tốt hơn là trong 0,30 giây, tốt hơn nữa là trong 0,20 giây. Vì nhiệt độ mà ở đó dừng việc làm mát nhanh là thấp hơn, nên cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng được tạo ra mịn. Do đó, tốt hơn nếu tấm thép được làm mát nhanh chóng xuống vùng nhiệt độ 760°C hoặc thấp hơn sau khi hoàn thành quy trình cán. Tốt hơn nữa nếu tấm thép được làm mát nhanh

chóng xuống vùng nhiệt độ 740°C hoặc thấp hơn sau khi hoàn thành quy trình cán, và vẫn tốt hơn nữa nếu tấm thép được làm mát nhanh chóng xuống vùng nhiệt độ 720°C hoặc thấp hơn sau khi hoàn thành quy trình cán. Ngoài ra, do tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh là cao hơn, sự giải phóng ứng suất cơ học bị cản trở. Do đó, tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh tốt hơn là $300^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn. Do đó, cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng có thể được tạo ra vẫn mịn. Tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh tốt hơn nữa là $400^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn, và vẫn tốt hơn nữa là $600^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn. Thời điểm từ khi hoàn thành quy trình cán đến lúc bắt đầu làm mát nhanh và tốc độ làm mát trong thời điểm này không cần xác định một cách cụ thể.

Thiết bị tiến hành việc làm mát nhanh là không bị giới hạn một cách cụ thể; tuy nhiên, trong công nghiệp, việc sử dụng thiết bị phun nước có mật độ cao là thích hợp. Phương pháp được sử dụng trong đó đầu phun nước được bố trí giữa các con lăn vận chuyển tấm được cán, và nước áp suất cao có mật độ cao được phun từ phía trên và phía dưới của tấm được cán.

Sau khi dừng việc làm mát nhanh, tấm thép được cuộn trong vùng nhiệt độ cao hơn 400°C . Do nhiệt độ làm mát cao hơn 400°C , sắt cacbua kết tủa tốt trong tấm thép cán nóng. Sắt cacbua có tác dụng ngăn ngừa sự thô hóa cấu trúc kim loại sau khi tôi. Nhiệt độ làm mát tốt hơn là cao hơn 500°C , tốt hơn nữa là cao hơn 550°C , và vẫn tốt hơn nữa là cao hơn 580°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ làm mát quá cao, thì trong tấm thép cán nóng, ferit lớn lên thô, và cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi trở nên thô. Do đó, nhiệt độ làm mát tốt hơn là nhỏ hơn 650°C , tốt hơn nữa là nhỏ hơn 620°C . Các điều kiện từ khi dừng làm mát nhanh đến khi cuộn là không được xác định một cách cụ thể; tuy nhiên, sau khi dừng việc làm mát nhanh, tấm thép tốt hơn là được duy trì trong vùng nhiệt độ 720 đến 600°C trong một giây hoặc lâu hơn. Do đó, sự tạo thành ferit mịn được thúc đẩy. Mặt khác, nếu thời gian duy trì là quá lâu, thì năng suất bị suy giảm. Do đó, giới hạn trên của thời gian duy trì trong vùng nhiệt độ 720 đến 600°C tốt hơn là nằm trong 10 giây. Sau khi được duy trì trong vùng nhiệt độ 720 đến 600°C , tấm thép tốt hơn là được làm mát tới

hiệu suất làm mát ở tốc độ làm mát bằng $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn để ngăn ngừa sự hóa thô của ferit được tạo ra.

Đối với tấm thép cán nóng thu được bằng phương pháp cán nóng được mô tả trên đây, cỡ hạt trung bình của hạt bcc tính được bằng phương pháp được mô tả trên đây tốt hơn là $6,0\ \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $4,0\ \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là $3,5\ \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua trong trong cấu trúc kim loại tốt hơn là $1,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là $5,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là $8,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn.

Quy trình cán nguội theo sáng chế thứ hai

Tấm thép cán nóng thu được bằng phương pháp cán nóng được mô tả trên đây được cán nguội theo phương pháp thông thường. Trước khi cán nguội, tấm thép cán nóng có thể được làm sạch bề mặt bằng cách tẩy axit hoặc các phương pháp tương tự. Trong quy trình cán nguội này, để đồng nhất cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi bằng cách kích thích sự tái kết tinh, và để cải thiện hơn nữa độ dễ kéo căng để uốn mép, tỷ lệ cán nguội tốt hơn là 40% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là lớn hơn 50%. Do đó, cấu trúc kim loại sau khi tôi được tạo ra mịn hơn, và cấu trúc cốt liệu được cải thiện, do đó độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép được cải thiện hơn nữa. Từ quan điểm này, tỷ lệ cán nguội tốt hơn nữa là lớn hơn 60%, tốt nhất là lớn hơn 65%. Mặt khác, nếu tỷ lệ cán nguội quá cao, thì tải trọng cán tăng lên, và khó thực hiện được quy trình cán. Do đó, giới hạn trên của tỷ lệ cán nguội tốt hơn là nhỏ hơn 80%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 70%.

Quy trình tôi theo sáng chế thứ hai

Tấm thép cán nguội thu được bằng phương pháp cán nguội được mô tả trên đây được tôi bằng phương pháp tương tự như phương pháp tôi trong sáng chế thứ nhất.

Quy trình cán nóng theo sáng chế thứ ba

Tùy thuộc vào quy trình cán nóng và quy trình làm mát nhanh ngay lập tức sau đó, quy trình cán nóng trong sáng chế thứ ba là giống như trong sáng chế thứ

hai. Sau khi dừng việc làm mát nhanh, tấm thép được cuộn trong vùng nhiệt độ thấp hơn 400°C , và tấm thép cán nóng thu được được trải qua quy trình tôi tấm được cán nóng.

Bằng cách tạo ra nhiệt độ làm mát thấp hơn 400°C , ở thời điểm tôi tấm được cán nóng tiếp theo, sắt cacbua có thể được kết tủa mịn, và cấu trúc kim loại sau khi cán nguội và tôi sau đó được tạo ra mịn. Nhiệt độ làm mát trong trường hợp này tốt hơn là thấp hơn 300°C , tốt hơn nữa là nhỏ hơn 200°C , và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 100°C . Nhiệt độ làm mát có thể là nhiệt độ phòng.

Tấm thép cán nóng được cuộn ở nhiệt độ thấp hơn 400°C như được mô tả trên đây được tẩy axit và xử lý theo cách tương tự nếu cần bằng phương pháp đã biết, và sau đó được tôi. Quy trình tôi được tiến hành trên tấm thép cán nóng được gọi là quy trình tôi tấm được cán nóng, và tấm thép được trải qua quy trình tôi tấm được cán nóng được gọi là tấm thép được cán nóng và được tôi. Trước quy trình tôi tấm được cán nóng, tấm thép có thể được làm sạch bề mặt bằng cách tẩy axit hoặc các phương pháp tương tự. Với sự tăng nhiệt độ dừng để gia nhiệt trong quy trình tôi tấm được cán nóng, Mn hoặc Cr được cô đặc trong sắt cacbua, và chức năng ngăn ngừa quy trình lớn lên của hạt austenit do sắt cacbua được tăng cường. Do đó, giới hạn dưới của nhiệt độ gia nhiệt là cao hơn 300°C . Giới hạn dưới của nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là cao hơn 400°C , tốt hơn nữa là cao hơn 500°C , và vẫn tốt hơn nữa là cao hơn 600°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ gia nhiệt quá cao, thì sự lớn lên của hạt và tái hòa tan của sắt cacbua xuất hiện, và tác dụng ngăn ngừa quy trình lớn lên của hạt austenit bị suy giảm. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là nhỏ hơn 750°C , tốt hơn nữa là nhỏ hơn 700°C , và vẫn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 650°C .

Thời gian duy trì trong quy trình tôi tấm được cán nóng không có giới hạn cụ thể bất kỳ. Đối với tấm thép cán nóng tạo ra thông qua quy trình làm mát nhanh ngay lập tức một cách thích hợp, cấu trúc kim loại là mịn, các vị trí kết tủa của sắt cacbua là nhiều, và sắt cacbua kết tủa nhanh chóng. Do đó, tấm thép không cần duy trì trong thời gian dài. Thời gian duy trì lâu làm giảm năng suất. Do đó, giới

hạn trên của thời gian duy trì tốt hơn là ngắn hơn 20 giờ, tốt hơn nữa là ngắn hơn 10 giờ, và vẫn tốt hơn nữa là ngắn hơn 5 giờ.

Đối với tấm thép cán nóng và được tôi thu được bằng phương pháp được mô tả trên đây, cỡ hạt trung bình của hạt bcc được tính bằng phương pháp được mô tả trên đây tốt hơn là $6,0 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $4,0 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, và vẫn tốt hơn nữa là $3,5 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua có mặt trong cấu trúc kim loại tốt hơn là $1,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là $5,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, và vẫn tốt hơn nữa là $8,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn.

Quy trình cán nguội theo sáng chế thứ ba

Tấm thép cán nóng thu được bằng phương pháp cán nóng được mô tả trên đây được cán nguội bằng phương pháp tương tự như phương pháp cán nguội trong sáng chế thứ hai.

Quy trình tôi theo sáng chế thứ ba

Tấm thép cán nguội thu được bằng phương pháp cán nguội được mô tả trên đây được tôi bằng phương pháp tương tự như phương pháp tôi trong sáng chế thứ nhất và thứ hai.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ sau đây chỉ minh họa sáng chế, và không dự định làm giới hạn sáng chế.

Ví dụ 1

Ví dụ 1 mô tả ví dụ trong trường hợp ở đó trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng, cỡ hạt trung bình của hạt bcc, mà được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là $6,0 \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Bằng cách sử dụng lò nấu chảy trong chân không thực nghiệm, mỗi loại thép có thành phần hóa học được chỉ ra trong bảng 1 được nấu chảy và được đúc. Các thỏi này được tạo ra ở dạng các thanh có độ dày 30 mm bằng cách dập nóng. Các thanh thép này được gia nhiệt tới 1200°C bằng cách sử dụng lò gia nhiệt bằng điện

và được duy trì trong 60 phút, và sau đó được cán nóng dưới các điều kiện được chỉ ra trong bảng 2.

Cụ thể, bằng cách sử dụng máy cán nóng thực nghiệm, cán qua 6 lần được tiến hành trong vùng nhiệt độ của điểm Ar_3 hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép có độ dày từ 2 đến 3 mm. Tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng được thiết lập từ 12 đến 42% tính theo phần trăm giảm độ dày. Sau khi cán nóng, tấm thép này được làm mát xuống nhiệt độ bằng 650 đến 720°C trong các điều kiện làm mát khác nhau bằng cách sử dụng phương pháp phun nước. Tiếp theo, sau khi được cho phép làm mát trong 5 đến 10 giây, tấm thép này được làm mát xuống các nhiệt độ khác nhau ở tốc độ làm mát bằng 60°C/giây, và các nhiệt độ này được tính là nhiệt độ cuộn. Tấm thép được nạp vào trong lò gia nhiệt bằng điện, mà được duy trì ở nhiệt độ này, và được duy trì trong 30 phút. Sau đó, việc làm mát từ từ sau khi cuộn được thúc đẩy bằng cách làm mát trong lò tấm thép này tới nhiệt độ phòng ở tốc độ làm mát bằng 20°C/giờ, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng.

Mẫu thử nghiệm cho việc đánh giá EBSP được lấy mẫu từ tấm thép cán nóng thu được, và bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng bằng điện. Sau đó, cấu trúc kim loại được đánh giá ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép, và bằng cách phân tích ảnh, cỡ hạt trung bình của hạt bcc được đánh giá. Cụ thể, để làm thiết bị đánh giá EBSP, OIM(TM)5 sản xuất bởi TSL Corporation được sử dụng, chùm electron được sử dụng ở bước bằng 0,1 μm trong vùng có kích thước 50 μm theo chiều dày của tấm và 100 μm theo chiều cán, và trong số các dữ liệu đo được, dữ liệu, mà ở đó chỉ số tin cậy bằng 0,1 hoặc lớn hơn, được sử dụng làm dữ liệu hữu ích để tạo ra sự điều chỉnh hạt bcc. Với vùng được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn bao gồm một hạt bcc, đường kính tương đương tròn và diện tích của hạt bcc riêng lẻ được xác định, và cỡ hạt trung bình của hạt bcc được tính theo theo công thức (5) được đề cập trên đây. Trong việc tính cỡ hạt trung bình, mỗi hạt bcc có đường kính tương đương tròn bằng 0,47 μm hoặc lớn hơn đều là hạt bcc hữu ích. Như được mô tả trước đó, trong phương pháp đánh giá cấu trúc kim loại sử dụng

phương pháp EBSP, hằng số mạng là không được xem xét. Do đó, các hạt có cấu trúc bct (mạng lưới tứ giác tâm mặt) như martensit cũng được đo cùng nhau. Do đó, hạt bcc bao gồm cả các hạt có cấu trúc bcc và các hạt có cấu trúc bct.

Tấm thép cán nóng thu được được tẩy axit để tạo ra kim loại nền để cán nguội. Kim loại nền được cán nguội ở tỷ lệ cán nguội bằng 50 đến 60%, nhờ đó tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,0 đến 1,2 mm là thu được. Bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng quy trình tôi liên tục, tấm thép cán nguội thu được được gia nhiệt đến 550°C ở tốc độ gia nhiệt bằng 10°C/giây, sau đó được gia nhiệt đến các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 2 ở tốc độ gia nhiệt bằng 2°C/giây, và được ủ trong 95 giây. Sau đó, tấm thép này được làm mát xuống các nhiệt độ ngừng làm mát khác nhau được thể hiện trong bảng 2 với tốc độ làm mát trung bình từ 700°C là 60°C/giây, được duy trì ở nhiệt độ này trong 330 giây, và sau đó được làm mát tới nhiệt độ phòng, nhờ đó tấm thép được tôi là thu được.

Bảng 1

Thép	Thành phần hóa học (% khối lượng) (thành phần còn lại: Fe và tạp chất)								Điểm Ac ₃ (°C)	Điểm Ar ₃ (°C)
	C	Si	Mn	P	S	so.LAl	N	Khác		
A	0,124	0,05*	2,97	0,011	0,003	0,031	0,0041		792	698
B	0,145	0,99	2,49	0,012	0,004	0,029	0,0048		836	742
C	0,147	0,98	2,48	0,011	0,003	0,030	0,0038	Nb:0,011	840	753
D	0,145	1,25	2,49	0,010	0,001	0,049	0,0030		846	742
E	0,149	1,49	2,48	0,010	0,001	0,050	0,0035		862	752
F	0,146	1,25	2,48	0,009	0,001	0,150	0,0032	Nb:0,010	874	764
G	0,166	1,51	2,53	0,010	0,001	0,048	0,0032	Nb:0,011	856	741
H	0,174	1,26	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0032	Nb:0,013	839	742
I	0,176	1,26	2,51	0,008	0,001	0,051	0,0031	Nb:0,011	843	736
J	0,175	1,25	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0033	Ti:0,021	848	750
K	0,175	1,30	2,53	0,008	0,001	0,045	0,0030	Nb:0,010	849	731
L	0,184	1,28	2,24	0,009	0,001	0,050	0,0032	Nb:0,011	854	754
M	0,203	1,28	1,93	0,009	0,001	0,051	0,0027	Nb:0,011	855	768
N	0,197	1,26	1,92	0,009	0,001	0,140	0,0033	Nb:0,010	870	781
O	0,198	1,26	2,22	0,009	0,001	0,143	0,0031	Nb:0,011	855	758
P	0,197	1,28	2,24	0,009	0,001	0,151	0,0029	Nb:0,011 Cr:0,30	848	786
Q	0,150	1,51	2,51	0,008	0,001	0,052	0,0034	V:0,11 REM:0,0006	872	783
R	0,151	1,50	2,52	0,009	0,001	0,047	0,0031	Bi:0,008	862	772
S	0,149	1,25	2,47	0,009	0,001	0,152	0,0033	Ca:0,0009 Mg:0,0007	864	775
T	0,148	1,26	2,48	0,009	0,001	0,141	0,0030	Mo:0,10 B:0,0015	877	741

1. Điểm Ac₃ được xác định từ sự biến đổi dẫn do nhiệt ở thời điểm khi tấm thép cán nguội được gia nhiệt ở 2°C/giây.

Ghi chú) 2. Điểm Ar₃ được xác định từ sự biến đổi dẫn do nhiệt ở thời điểm khi tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 900°C và sau đó được làm mát ở 0,01°C/giây.

Bảng 2

Thứ nghiệm số	Thép	Điều kiện cán nóng							Cỡ hạt trung bình của các hạt bcc của tấm thép cán nguội (µm)	Điều kiện tối	
		Tỷ lệ cán cuối cùng (%)	Độ dày tấm sau khi cán ¹⁾ (mm)	Nhiệt độ hoàn thành quy trình cán (°C)	Nhiệt độ ngừng làm mát nhanh (°C)	Thời gian tối khi ngừng làm mát nhanh ²⁾ (giây)	Tốc độ làm mát trung bình ³⁾ (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn (°C)		Nhiệt: độ ủ (°C)	Nhiệt độ ngừng làm mát (°C)
1	A*	22	2,0	830	650	0,17	1200	600	6,3*	850	400
2	B	25	3,0	830	680	4,14	61	600	7,8*	820	350
3	B	25	3,0	840	710	0,20	722	600	5,1	790*	350
4	C	25	3,0	830	670	4,14	65	600	7,3*	820	350
5	D	42	2,0	900	660	0,18	1500	520	2,7	850	375
6	E	33	2,0	900	660	0,17	1600	600	3,5	850	350
7	E	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,8	850	350
8	F	33	2,0	900	660	0,17	1600	520	3,3	850	375
9	G	33	2,0	900	650	0,17	1667	540	3,4	865	350
10	H	22	2,0	900	720	5,52	51	600	6,8*	850	350
11	I	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,7	850	425
12	J	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,6	850	400
13	K	12	2,0	900	660	0,15	1846	560	6,3*	850	375
14	K	22	2,0	900	660	0,17	1600	560	4,8	850	375
15	K	33	2,0	900	660	0,17	1600	600	3,7	790*	400
16	K	33	2,0	900	660	0,17	1600	560	3,3	850	325
17	L	33	2,0	900	660	0,17	1600	600	3,5	850	400
18	L	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,6	850	400
19	M	33	2,0	900	670	0,17	1533	600	3,3	850	350

20	M	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,7	850	400
21	N	33	2,0	900	660	0,18	1500	510	3,4	850	400
22	O	33	2,0	900	670	0,17	1533	520	3,5	850	400
23	P	33	2,0	900	660	0,18	1500	510	3,2	850	350
24	Q	42	2,0	900	650	0,18	1563	560	2,7	865	350
25	R	42	2,0	900	650	0,18	1563	560	2,7	865	350
26	S	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,9	865	400
27	T	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,8	865	400

- 1) Độ dày tấm của tấm thép cán nóng.
- 2) Thời gian từ khi hoàn thành quy trình cán đến khi ngừng làm mát nhanh.
- 3) Tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh.

Mẫu thử nghiệm để đánh giá bằng SEM được lấy mẫu từ tấm thép được tôi, và bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng. Sau đó, cấu trúc kim loại được đánh giá ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép, và bằng cách xử lý ảnh, tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp và ferit đa giác được đo. Ngoài ra, cỡ hạt trung bình (đường kính tương đương tròn) của ferit đa giác được xác định bằng cách chia diện tích chiếm bởi toàn bộ ferit đa giác cho số lượng các hạt ferit đa giác tính thể.

Ngoài ra, mẫu thử nghiệm để đo XRD được lấy mẫu từ tấm thép được tôi, và bề mặt được cán xuống vị trí sâu bằng một phần tư từ bề mặt của tấm thép được đánh bóng hóa học. Sau đó, thử nghiệm nhiễu xạ tia X được tiến hành để đo tỷ lệ thể tích của austenit dư. Cụ thể, RINT2500 sản xuất bởi Rigaku Corporation được sử dụng làm nhiễu xạ kế tia X, và chùm tia $\text{Co-K}\alpha$ được sử dụng để đo cường độ tích phân của các đỉnh nhiễu xạ (110), (200), (211) của pha α và các đỉnh nhiễu xạ (111), (200), (220) của pha γ , nhờ đó tỷ lệ thể tích của austenit dư được xác định.

Ngoài ra, mẫu thử nghiệm cho việc đánh giá EBSP được lấy mẫu từ tấm thép được tôi, và bề mặt cắt ngang theo chiều dọc của nó song song với chiều cán được đánh bóng bằng điện. Sau đó, cấu trúc kim loại được đánh giá ở vị trí sâu bằng một phần tư chiều dày tính từ bề mặt của tấm thép, và bằng cách phân tích ảnh, sự phân bố cỡ hạt austenit dư và cỡ hạt austenit dư trung bình được đo. Cụ thể, để làm thiết bị đánh giá EBSP, OIM(TM)5 sản xuất bởi TSL Corporation được sử dụng, chùm electron được sử dụng ở bước bằng 0,1 μm trong vùng có kích thước 50 μm theo chiều dày của tấm và 100 μm theo chiều cán, và trong số các dữ liệu thu được, dữ liệu, mà ở đó chỉ số tin cậy bằng 0,1 hoặc lớn hơn, được sử dụng làm dữ liệu hữu ích để tạo ra sự điều chỉnh pha fcc. Với vùng, mà được đánh giá để làm pha fcc và được bao quanh bởi pha gốc bao gồm một hạt austenit dư, đường kính tương đương tròn của hạt austenit dư riêng lẻ được xác định. Cỡ hạt austenit dư trung bình được tính làm giá trị trung bình của đường kính tương đương tròn của hạt austenit dư hữu ích riêng lẻ, hạt austenit dư hữu ích này là hạt austenit dư mỗi trong số chúng có đường kính tương đương tròn bằng 0,15 μm hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, mật độ số hạt (N_R) trên mỗi đơn vị diện tích của hạt austenit dư mỗi hạt có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn được xác định.

Ứng suất đàn hồi (YS) và độ bền kéo (TS) được xác định bằng cách lấy mẫu mẫu thử nghiệm kéo căng JIS số 5 dọc theo chiều vuông góc với chiều cán từ tấm thép được tôi, và bằng cách tiến hành thử nghiệm kéo căng ở tốc độ kéo căng bằng 10 mm/phút. Độ giãn tổng (El) được xác định như sau: thử nghiệm kéo được tiến hành bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm kéo căng JIS số 5 được lấy mẫu dọc theo chiều vuông góc với chiều cán, và bằng cách sử dụng giá trị đo được thực tế (El_0), giá trị chuyển đổi của độ giãn tổng tương ứng với trường hợp ở đó độ dày tấm là 1,2 mm được xác định dựa trên công thức (1) nêu trên. Chỉ số bền hóa cơ học (giá trị n) được xác định với khoảng ứng suất bằng 5 đến 10% bằng cách tiến hành thử nghiệm kéo căng bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm kéo căng JIS số 5 được lấy mẫu dọc theo chiều vuông góc với chiều cán. Cụ thể, giá trị n được tính bằng phương pháp hai điểm bằng cách sử dụng lực thử nghiệm so với ứng suất danh định bằng 5% và 10%.

Độ dễ kéo căng để uốn mép được đánh giá bằng cách đo tỷ lệ giãn lỗ (λ) bằng phương pháp được mô tả dưới đây. Từ tấm thép được tôi, mẫu thử nghiệm giãn lỗ diện tích 100 mm² được lấy mẫu. Lỗ được đục có đường kính 10 mm được tạo ra với độ hở bằng 12,5%, lỗ được đục này được làm giãn từ phía lõm bằng cách sử dụng dụng cụ đục lỗ dạng côn có góc mép trước bằng 60°, và tỷ lệ giãn của lỗ ở thời điểm khi khe nứt xuyên qua chiều dày tấm được tạo ra là được đo. Tỷ lệ giãn này được sử dụng làm tỷ lệ giãn lỗ.

Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá cấu trúc kim loại và các kết quả đánh giá hiệu quả của tấm thép cán nguội sau khi được tôi. Trong các bảng từ 1 đến 3, ký hiệu "*" được gắn với biểu tượng hoặc số thể hiện rằng biểu tượng hoặc số này là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 3

Thứ nghị số	Thép	Độ dày tấm được cán nguội (mm)	Tỷ lệ cán nguội 1) (%)	Cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội (%: tỷ lệ thể tích)						Đặc tính cơ học của tấm thép cán nguội ³⁾							
				Pha sản xuất biến đổi ở nhiệt độ thấp (%)	γ dư (%)	α đa giác (%)	Cỡ hạt trung bình (μm)		$N_R^{2)}$ (số/ μm^2)	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	Giá trị n	λ (%)	$\frac{TS \times E}{I}$ (MPa %)	$\frac{TS \times \lambda}{n}$ (MPa)	$\frac{TS^{1,7} \times \lambda}{n}$ (MPa ^{1,7} %)
							γ dư	α đa giác									
1	A*	1,0	50	78	4,0	18	0,81	6,4	0,005	502	716	24,8	0,175	47	17757	125	3353127
2	B	1,2	60	64	10	26	0,82	6,8	0,037	503	978	17,1	0,148	35	16724	145	4242717
3	B	1,2	60	39	8	53	0,83	4,8	0,039	520	1056	15,5	0,159	32	16368	168	4419556
4	C	1,2	60	64	8	28	0,71	7,3	0,036	511	1020	16,0	0,143	33	16320	146	4296692
5	D	1,0	50	86	7	7	0,42	1,4	0,006	521	952	22,1	0,202	83	21039	192	9610830
6	E	1,0	50	80	8	12	0,44	2,5	0,007	512	963	22,3	0,200	57	21475	193	6730379
7	E	1,0	50	78	8	14	0,43	3,2	0,006	519	964	22,1	0,189	74	21304	182	8753116
8	F	1,0	50	73	10	17	0,55	3,2	0,018	606	1003	21,5	0,167	57	21565	168	7212510
9	G	1,0	50	83	8	9	0,52	1,6	0,015	633	1095	18,9	0,161	66	20696	176	9695003
10	H	1,0	50	90	8	2,0	0,74	0,6	0,036	760	1084	17,3	0,136	29	18753	147	4187432
11	I	1,0	50	80	15	5	0,50	0,8	0,014	685	1034	23,4	0,186	48	24196	192	6396261
12	J	1,0	50	80	14	6	0,51	1,0	0,013	670	1023	22,9	0,190	49	23427	194	6411869
13	K	1,0	50	90	8	2,0	0,71	0,9	0,036	736	1040	18,2	0,143	30	18928	149	4037178
14	K	1,0	50	86	9	5	0,64	1,2	0,032	732	1047	18,7	0,146	35	19579	153	4764062

15	K	1,0	50	42	13	45	0,82	6,9	0,040	642	990	20,5	0,196	27	20295	194	3341516
16	K	1,0	50	85	8	7	0,59	2,0	0,031	762	1094	16,2	0,143	35	17723	156	5133310
17	L	1,0	50	78	12	10	0,51	2,2	0,013	501	930	23,5	0,243	55	21855	226	6120455
18	L	1,0	50	77	13	10	0,51	2,0	0,014	457	937	22,3	0,243	54	20895	228	6086268
19	M	1,0	50	65	10	25	0,54	4,7	0,018	569	985	22,6	0,172	52	22261	169	6380356
20	M	1,0	50	61	13	26	0,62	4,8	0,025	575	901	26,4	0,184	59	23786	166	6221343
21	N	1,0	50	61	14	25	0,65	4,5	0,028	527	879	27,1	0,193	64	23821	170	6470846
22	O	1,0	50	74	12	14	0,55	2,3	0,021	693	993	22,2	0,169	53	22045	168	6593099
23	P	1,0	50	85	11	4	0,43	0,7	0,008	571	1071	19,3	0,187	49	20670	200	6931675
24	Q	1,0	50	77	8	15	0,42	2,9	0,006	587	1011	21,5	0,192	77	21737	194	9875695
25	R	1,0	50	77	9	14	0,41	2,8	0,007	535	986	21,6	0,199	72	21298	196	8849592
26	S	1,0	50	84	9	7	0,43	1,4	0,007	699	1061	20,3	0,177	86	21538	188	11973320
27	T	1,0	50	73	10	17	0,47	2,5	0,010	534	999	22,8	0,212	75	22777	212	9425895

1) Tỷ lệ cán nguội: Tỷ lệ giảm của quy trình cán nguội.

2) N_R : Mật độ số hạt của hạt austenit dư có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn.

3) EI: Độ dẫn tổng được chuyển đổi để tương ứng với độ dày 1,2-mm, λ : Tỷ lệ giãn lỗ, giá trị n: chỉ số hóa cứng cơ học.

Toàn bộ các kết quả thử nghiệm của các tấm thép cán nguội được tạo ra dưới các điều kiện được xác định trong sáng chế là giá trị $TS \times El$ là 15000 MPa% hoặc lớn hơn, giá trị $TS \times n$ là 150 hoặc lớn hơn, và giá trị của $TS^{1,7} \times \lambda$ là 4500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Cụ thể, toàn bộ các kết quả thử nghiệm của cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng, trong đó cỡ hạt trung bình của hạt bcc, mà được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là 4,0 μm hoặc nhỏ hơn, và nhiệt độ ngừng làm mát sau khi tôi là 340°C hoặc cao hơn là giá trị $TS \times El$ bằng 19000 MPa% hoặc lớn hơn, giá trị $TS \times n$ bằng 160 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 5500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, thể hiện một cách cụ thể độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời.

Ví dụ 2

Ví dụ 2 mô tả ví dụ về trường hợp ở đó trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng, cỡ hạt trung bình của hạt bcc, mà được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là 6,0 μm hoặc nhỏ hơn, và mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua là $1,0 \times 10^{-1}/\mu m^2$ hoặc lớn hơn.

Bằng cách sử dụng lò nấu chảy trong chân không thực nghiệm, mỗi loại thép có thành phần hóa học được chỉ ra trong bảng 4 được nấu chảy và được đúc. Các thanh này được tạo ra ở dạng các thanh có độ dày 30 mm bằng cách dập nóng. Các thanh thép này được gia nhiệt tới 1200°C bằng cách sử dụng lò gia nhiệt bằng điện và được duy trì trong 60 phút, và sau đó được cán nóng dưới các điều kiện được chỉ ra trong bảng 5.

Cụ thể, bằng cách sử dụng máy cán nóng thực nghiệm, cán qua 6 lần được tiến hành trong vùng nhiệt độ của điểm Ar_3 hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép có độ dày từ 2 đến 3 mm. Tỷ lệ cán của bước cán qua cuối cùng được thiết lập từ 22 đến 42% tính theo phần trăm giảm độ dày. Sau khi cán nóng, tấm thép này được làm mát xuống nhiệt độ bằng 650 đến 720°C trong các điều kiện làm mát khác nhau bằng cách sử dụng phương pháp phun nước. Tiếp theo, sau khi được cho phép làm mát trong 5 đến 10 giây, tấm thép này được làm mát xuống các nhiệt độ khác nhau

ở tốc độ làm mát bằng $60^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và các nhiệt độ này được tính là nhiệt độ cuộn. Tấm thép được nạp vào trong lò gia nhiệt bằng điện, mà được duy trì ở nhiệt độ này, và được duy trì trong 30 phút. Sau đó, việc làm mát từ từ sau khi cuộn được thúc đẩy bằng cách làm mát trong lò tấm thép tới nhiệt độ phòng ở tốc độ làm mát bằng $20^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng.

Tấm thép cán nóng thu được được gia nhiệt đến các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 5 ở tốc độ gia nhiệt bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$. Sau khi được duy trì trong các khoảng thời gian khác nhau hoặc không được duy trì, tấm thép này được làm mát xuống nhiệt độ phòng ở tốc độ làm mát bằng $20^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$, nhờ đó thu được tấm thép được cán nóng và được tôi.

Cỡ hạt trung bình của hạt bcc của tấm thép được cán nóng và được tôi thu được được đo bằng phương pháp được mô tả trong ví dụ 1. Ngoài ra, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua của tấm thép cán nóng và được tôi được xác định bằng phương pháp sử dụng kính quang phổ điện tử SEM và Auger được đề cập trên đây.

Tiếp theo, tấm thép được cán nóng và được tôi thu được được tẩy axit để tạo ra kim loại nền để cán nguội. Kim loại nền được cán nguội ở tỷ lệ cán nguội bằng 50 đến 60%, nhờ đó thu được tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,0 đến 1,2 mm. Bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng tôi liên tục, tấm thép cán nguội thu được được gia nhiệt đến 550°C ở tốc độ gia nhiệt bằng $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sau đó được gia nhiệt đến các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 5 ở tốc độ gia nhiệt bằng $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được ủ trong 95 giây. Sau đó, tấm thép này được làm mát xuống các nhiệt độ ngừng làm mát khác nhau được thể hiện trong bảng 2 với tốc độ làm mát trung bình từ 700°C là $60^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, được duy trì ở nhiệt độ này trong 330 giây, và sau đó được làm mát tới nhiệt độ phòng, nhờ đó thu được tấm thép được tôi.

Bảng 4

Thép	Thành phần hóa học (% khối lượng) (thành phần còn lại: Fe và tạp chất)								Điểm Ac ₃ (°C)	Điểm Ar ₃ (°C)
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Khác		
A	0,124	0,05*	2,97	0,011	0,003	0,031	0,0041		792	698
B	0,145	0,99	2,49	0,012	0,004	0,029	0,0048		836	742
C	0,143	1,23	2,50	0,009	0,001	0,052	0,0028	Nb:0,011	849	756
D	0,138	1,49	2,50	0,009	0,001	0,053	0,0026	Nb:0,011	872	757
E	0,149	1,49	2,48	0,010	0,001	0,050	0,0035		862	752
F	0,146	1,23	2,45	0,009	0,001	0,140	0,0031		861	770
G	0,151	1,52	2,81	0,010	0,001	0,045	0,0030	Nb:0,011	849	760
H	0,166	1,51	2,53	0,010	0,001	0,048	0,0032	Nb:0,011	856	741
I	0,174	1,26	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0032	Nb:0,013	839	742
J	0,176	1,26	2,51	0,008	0,001	0,051	0,0031	Nb:0,011	843	736
K	0,175	1,25	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0033	Ti:0,021	848	750
L	0,203	1,28	1,93	0,009	0,001	0,051	0,0027	Nb:0,011	855	768
M	0,197	1,26	1,92	0,009	0,001	0,140	0,0033	Nb:0,010	870	781
N	0,197	1,28	2,24	0,009	0,001	0,151	0,0029	Nb:0,011 Cr:0,30	848	786
O	0,150	1,51	2,51	0,008	0,001	0,052	0,0034	V:0,11 REM:0,0006	872	783
P	0,151	1,50	2,52	0,009	0,001	0,047	0,0031	Bi:0,008	862	772
Q	0,149	1,25	2,47	0,009	0,001	0,152	0,0033	Ca:0,0009 Mg:0,0007	864	775
R	0,148	1,26	2,48	0,009	0,001	0,141	0,0030	Mo:0,10 B:0,0015	877	741

Ghi chú) 1. Điểm Ac₃ được xác định từ sự biến đổi dần do nhiệt ở thời điểm khi tấm thép cán nguội được gia nhiệt ở 2°C/giây.

2. Điểm Ar₃ được xác định từ sự biến đổi dần do nhiệt ở thời điểm khi tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 900°C và sau đó được làm mát ở 0,01°C/giây.

Bảng 5

Thứ nghiệm số	Thép	Điều kiện cán nóng							Tối thiểu được cán nóng		Tầm thép được cán nóng và được tối		Điều kiện tối	
		Tỷ lệ cán cuối cùng (%)	Độ dày tấm sau khi cán ¹⁾ (mm)	Nhiệt độ hoàn thành quy trình cán (°C)	Nhiệt độ ngừng làm mát nhanh (°C)	Thời gian tới khi ngừng làm mát nhanh ²⁾ (giây)	Tốc độ làm mát trung bình ³⁾ (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn ⁴⁾ (°C)	Nhiệt độ gia duy trì ⁵⁾ (°C)	Thời gian (h)	Cỡ hạt trung bình của hạt bcc (μm)	Mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua (số/μm ²)	Nhiệt độ ủ (°C)	Nhiệt độ ngừng làm mát (°C)
1	A*	22	2,0	830	650	0,17	1200	300	600	2	6,2*	4,2×10 ⁻¹	850	400
2	B	25	3,0	830	680	4,14	61	200	600	1	7,3*	<1,0×10 ⁻¹	820	350
3	B	25	3,0	840	710	0,20	722	200	600	1	5,6	6,8×10 ⁻¹	790*	350
4	C	22	2,0	900	650	0,17	1667	RT	620	0	4,8	7,1×10 ⁻¹	850	325
5	D	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,3	8,5×10 ⁻¹	850	350
6	E	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,5	8,3×10 ⁻¹	850	350
7	F	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,5	8,1×10 ⁻¹	850	375
8	G	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,2	8,9×10 ⁻¹	850	350
9	H	33	2,0	900	650	0,17	1667	RT	620	0	3,3	9,2×10 ⁻¹	850	350
10	I	22	2,0	900	720	5,52	51	200	500	2	7,8*	<1,0×10 ⁻¹	850	350
11	J	33	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	3,4	9,8×10 ⁻¹	850	425
12	J	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	640	1	3,3	1,0	900	425
13	K	42	2,0	900	660	0,18	1500	150	640	1	2,8	1,1	850	400
14	K	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	640	1	3,2	9,9×10 ⁻¹	900	400
15	L	42	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	2,6	1,2	850	350
16	M	33	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	3,5	1,1	850	350

17	N	33	2,0	900	660	0,18	1500	RT	640	1	3,3	1,1	850	350
18	O	42	2,0	900	650	0,18	1563	100	640	1	2,7	$9,3 \times 10^{-1}$	865	350
19	P	42	2,0	900	650	0,18	1563	100	640	1	2,6	$9,1 \times 10^{-1}$	865	350
20	Q	42	2,0	900	660	0,18	1500	100	620	0	2,9	$8,7 \times 10^{-1}$	865	400
21	R	42	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	2,7	$8,8 \times 10^{-1}$	865	400

- 1) Độ dày tấm của tấm thép cán nóng.
- 2) Thời gian từ khi hoàn thành quy trình cán đến khi ngừng làm mát nhanh.
- 3) Tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh.
- 4) RT có nghĩa là nhiệt độ phòng.
- 5) 0h có nghĩa là việc duy trì không được tiến hành.

Đối với tấm thép được tôi thu được này, tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, austenit dư, và ferit đa giác, cỡ hạt austenit dư trung bình, mật độ số hạt (N_R) trên mỗi đơn vị diện tích của hạt austenit dư mỗi hạt có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn, ứng suất đàn hồi (YS), cường độ chịu kéo (TS), độ giãn tổng (El), chỉ số bền hóa cơ học (giá trị n), và tỷ lệ giãn lỗ (λ) được đo như được mô tả trong ví dụ 1. Bảng 6 thể hiện các kết quả đánh giá cấu trúc kim loại và các kết quả đánh giá hiệu quả của tấm thép cán nguội sau khi được tôi. Trong các bảng 4 đến 6, ký hiệu "*" được gắn với biểu tượng hoặc số thể hiện rằng biểu tượng hoặc số này là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 6

Thứ nghiệm số	Thép	Độ dày tấm được cán nguội (mm)	Tỷ lệ cán nguội ¹⁾ (%)	Cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội (%: tỷ lệ thể tích)					Đặc tính cơ học của tấm thép cán nguội ³⁾							
				Pha sản xuất biến đổi ở nhiệt độ thấp (%)	Austenit dư (%)	Ferit đa giác (%)	Cỡ hạt trung bình của austenit dư (μm)	N _R ²⁾ (số/μm ²)	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	Giá trị n	λ (%)	TS×EI (MPa%)	TS×giá trị n (MPa)	TS ^{1,7} ×λ (MPa ^{1,7} %)
1	A*	1,0	50	76	3	21	0,83	0,006	496	705	24,0	0,172	48	16920	121	3335514
2	B	1,2	60	61	11	28	0,83	0,038	497	972	17,3	0,149	35	16816	145	4198563
3	B	1,2	60	35*	10	55*	0,81	0,038	515	1050	15,6	0,161	31	16380	169	4240172
4	C	1,0	50	84	7	9	0,78	0,033	676	981	16,5	0,162	57	16187	159	6945638
5	D	1,0	50	80	9	11	0,53	0,014	544	996	21,3	0,194	52	21215	193	6501959
6	E	1,0	50	82	7	11	0,42	0,008	538	988	20,7	0,178	53	20452	176	6536762
7	F	1,0	50	80	8	12	0,42	0,006	573	996	20,6	0,184	63	20518	183	7877373
8	G	1,0	50	86	10	4	0,59	0,018	619	1179	17,3	0,152	61	20397	179	10160224
9	H	1,0	50	82	9	9	0,51	0,011	565	1121	19,8	0,190	60	22196	213	9172354
10	I	1,0	50	89	9	2,0	0,72	0,036	759	1080	17,5	0,133	27	18900	144	3874219
11	J	1,0	50	81	15	4	0,55	0,017	727	1046	21,0	0,181	45	21966	189	6115280
12	J	1,0	50	85	14	1,0	0,65	0,028	691	1037	19,0	0,158	55	19703	164	7365234
13	K	1,0	50	77	16	7	0,53	0,015	662	1018	23,2	0,193	48	23618	196	6228916
14	K	1,0	50	83	15	2,0	0,62	0,027	702	1040	18,8	0,157	54	19552	163	7266921
15	L	1,0	50	68	9	23	0,63	0,021	558	995	21,6	0,169	52	21492	168	6490865

16	M	1,0	50	65	11	24	0,65	0,022	545	995	21,7	0,166	46	21592	165	5741919
17	N	1,0	50	81	13	6	0,48	0,009	567	1066	19,9	0,190	48	21213	203	6736410
18	O	1,0	50	76	8	16	0,44	0,006	584	1010	21,4	0,191	77	21614	193	9859095
19	P	1,0	50	76	10	14	0,42	0,006	537	986	21,8	0,198	71	21495	195	8726681
20	Q	1,0	50	83	9	8	0,44	0,007	693	1059	20,2	0,178	84	21392	189	11657419
21	R	1,0	50	69	12	19	0,51	0,011	526	995	23,0	0,215	73	22885	214	9112176

1) Tỷ lệ cán nguội: Tỷ lệ giảm của quy trình cán nguội.

2) N_R : Mật độ số hạt của hạt austenit dư có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn.

3) El: Độ dẫn tổng được chuyển đổi để tương ứng với độ dày 1,2 mm, λ : Tỷ lệ giãn nở, giá trị n: chỉ số hóa cứng cơ học.

Tất cả các tấm thép cán nguội tạo ra được bằng phương pháp nêu trong sáng chế này có giá trị TS x El bằng 16000 MPa% hoặc lớn hơn, giá trị TS x n bằng 155 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 5000000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Tất cả các ví dụ, mà trong đó cỡ hạt trung bình của hạt bcc, mà được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là 4,0 μm hoặc nhỏ hơn, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua là $8,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc lớn hơn, và nhiệt độ ngừng làm mát sau khi tôi là 340°C hoặc cao hơn trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nóng had giá trị TS x El bằng 19000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 160 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 5500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, thể hiện một cách cụ thể độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời.

Ví dụ 3

Ví dụ 3 mô tả ví dụ về trường hợp ở đó nhiệt độ làm mát trong quy trình cán nóng sử dụng phương pháp làm mát nhanh ngay lập tức là cao hơn 400°C.

Bằng cách sử dụng lò nấu chảy trong chân không thực nghiệm, mỗi loại thép có thành phần hóa học được chỉ ra trong bảng 7 được nấu chảy và được đúc. Các thỏi này được tạo ra ở dạng các thanh có độ dày 30 mm bằng cách dập nóng. Các thanh thép này được gia nhiệt tới 1200°C bằng cách sử dụng lò gia nhiệt bằng điện và được duy trì trong 60 phút, và sau đó được cán nóng dưới các điều kiện được chỉ ra trong bảng 8.

Cụ thể, bằng cách sử dụng máy cán nóng thực nghiệm, cán qua 6 lần được tiến hành trong vùng nhiệt độ ở điểm Ar₃ hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép có độ dày từ 2 đến 3 mm. Tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng được thiết lập từ 12 đến 42% tính theo phần trăm giảm độ dày. Sau khi cán nóng, tấm thép này được làm mát xuống nhiệt độ bằng 650 đến 730°C trong các điều kiện làm mát khác nhau bằng cách sử dụng phương pháp phun nước. Tiếp theo, sau khi được cho phép làm mát trong 5 đến 10 giây, tấm thép này được làm mát xuống các nhiệt độ khác nhau ở tốc độ làm mát bằng 60°C/giây, và các nhiệt độ này được tính là nhiệt độ cuộn. Tấm thép được nạp vào trong lò gia nhiệt bằng điện, mà được duy trì ở nhiệt độ

này, và được duy trì trong 30 phút. Sau đó, việc làm mát từ từ sau khi cuộn được thúc đẩy bằng cách làm mát trong lò tấm thép tới nhiệt độ phòng ở tốc độ làm mát bằng 20°C/giờ, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng.

Cỡ hạt trung bình của hạt bcc của tấm thép cán nóng thu được được đo bằng phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Tiếp theo, tấm thép cán nóng thu được được tẩy axit để tạo ra kim loại nền để cán nguội. Kim loại nền được cán nguội ở tỷ lệ cán nguội bằng 50 đến 69%, nhờ đó thu được tấm thép cán nguội có độ dày bằng 0,8 đến 1,2 mm là thu được. Bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng tôi liên tục, tấm thép cán nguội thu được được gia nhiệt đến 550°C ở tốc độ gia nhiệt bằng 10°C/giây, sau đó được gia nhiệt đến các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 8 ở tốc độ gia nhiệt bằng 2°C/giây, và được ủ trong 95 giây. Sau đó, tấm thép được trải qua quy trình làm mát thứ nhất tới các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 8, và tiếp theo được trải qua quy trình làm mát thứ hai từ nhiệt độ làm mát thứ nhất tới các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 8 với tốc độ làm mát trung bình bằng 60°C/giây, được duy trì ở nhiệt độ này trong 330 giây, và sau đó được làm mát tới nhiệt độ phòng, nhờ đó thu được tấm thép được tôi.

Bảng 7

Thép	Thành phần hóa học (% khối lượng) (thành phần còn lại: Fe và tạp chất)								Điểm Ac ₃ (°C)	Điểm Ar ₃ (°C)
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Khác		
A	0,124	0,05*	2,97	0,011	0,003	0,031	0,0041		792	698
B	0,145	0,99	2,49	0,012	0,004	0,029	0,0048		836	742
C	0,147	0,98	2,48	0,011	0,003	0,030	0,0038	Nb:0,011	840	753
D	0,145	1,25	2,49	0,010	0,001	0,049	0,0030		846	742
E	0,149	1,49	2,48	0,010	0,001	0,050	0,0035		862	752
F	0,146	1,25	2,48	0,009	0,001	0,150	0,0032	Nb:0,010	874	764
G	0,166	1,51	2,53	0,010	0,001	0,048	0,0032	Nb:0,011	856	741
H	0,174	1,26	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0032	Nb:0,013	839	742
I	0,176	1,26	2,51	0,008	0,001	0,051	0,0031	Nb:0,011	843	736
J	0,175	1,25	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0033	Ti:0,021	848	750
K	0,175	1,30	2,53	0,008	0,001	0,045	0,0030	Nb:0,010	849	731
L	0,184	1,28	2,24	0,009	0,001	0,050	0,0032	Nb:0,011	854	754
M	0,203	1,28	1,93	0,009	0,001	0,051	0,0027	Nb:0,011	855	768
N	0,197	1,26	1,92	0,009	0,001	0,140	0,0033	Nb:0,010	870	781
O	0,198	1,26	2,22	0,009	0,001	0,143	0,0031	Nb:0,011	855	758
P	0,197	1,28	2,24	0,009	0,001	0,151	0,0029	Nb:0,011 Cr:0,30	848	786
Q	0,150	1,51	2,51	0,008	0,001	0,052	0,0034	V:0,11 REM:0,0006	872	783
R	0,151	1,50	2,52	0,009	0,001	0,047	0,0031	Bi:0,008	862	772

S	0,149	1,25	2,47	0,009	0,001	0,152	0,0033	Ca:0,0009 Mg:0,0007	864	775
T	0,148	1,26	2,48	0,009	0,001	0,141	0,0030	Mo:0,10 B:0,0015	877	741
U	0,151	1,52	2,81	0,010	0,001	0,045	0,0030	Nb:0,011	848	735
V	0,173	1,21	2,47	0,006	0,001	0,047	0,0043	Nb:0,009	843	741
W	0,177	1,35	2,55	0,008	0,001	0,056	0,0032	Nb:0,010	849	728
X	0,178	1,26	2,56	0,008	0,001	0,040	0,0035	Nb:0,009	848	731

1. Điểm Ac₃ được xác định từ sự biến đổi dần do nhiệt ở thời điểm khi tám thép cán nguội được gia nhiệt ở 2°C/giây.

2. Điểm Ar₃ được xác định từ sự biến đổi dần do nhiệt ở thời điểm khi tám thép cán nguội được gia nhiệt tới 900°C và sau đó được làm mát ở 0,01°C/giây.

Ghi
chú)

Bảng 8

Thứ nghiệm số	Thép	Điều kiện cán nóng						Cỡ hạt trung bình của các hạt bóc của tấm thép cán nguội (μm)	Điều kiện tôi			
		Tỷ lệ cán cuối cùng (%)	Độ dày tấm sau khí cán I) (mm)	Nhiệt độ hoàn thành quy trình cán ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ ngừng làm mát nhanh ($^{\circ}\text{C}$)	Thời gian tới khi ngừng làm mát nhanh ²⁾ (giây)	Tốc độ làm mát trung bình ³⁾ ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$)		Nhiệt độ cuộn ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ làm mát thứ nhất ($^{\circ}\text{C}$)	Tốc độ làm mát thứ nhất ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$)	Nhiệt độ ngừng làm mát lần thứ hai ($^{\circ}\text{C}$)
1	A*	22	2,0	830	650	0,17	1200	6,3	600	850	1,7	400
2	B	25	3,0	830	680	4,14*	61	7,8	600	820	2,0	350
3	B	25	3,0	840	710	0,20	722	5,1	600	790*	2,0	350
4	C	25	3,0	830	670	4,14*	65	7,3	600	820	2,0	350
5	D	42	2,0	900	660	0,18	1500	2,7	520	850	1,7	375
6	D	42	2,0	900	660	0,18	1500	3,0	560	850	0,4	375
7	E	33	2,0	900	660	0,17	1600	3,5	600	850	1,7	350
8	E	42	2,0	900	660	0,18	1500	2,8	560	850	1,7	350
9	F	33	2,0	900	660	0,17	1600	3,3	520	850	1,7	375
10	G	33	2,0	900	650	0,17	1667	3,4	540	865	1,8	350
11	H	22	2,0	900	720	5,52*	51	6,8	600	850	1,7	350
12	I	42	2,0	900	660	0,18	1500	2,7	560	850	1,7	425
13	I	33	2,0	900	660	0,17	1600	3,7	600	900	2,2	425
14	J	42	2,0	900	660	0,18	1500	2,6	560	850	1,7	400
15	J	33	2,0	900	660	0,17	1600	3,8	600	900	2,2	400
16	K	12*	2,0	900	660	0,15	1846	6,3	560	850	1,7	375
17	K	22	2,0	900	660	0,17	1600	4,8	560	850	1,7	375
18	K	33	2,0	900	660	0,17	1600	3,7	600	790*	1,0	400
19	K	33	2,0	900	660	0,17	1600	3,3	560	850	1,7	325
20	K	42	2,0	900	660	0,17	1600	2,7	560	910	6,0	425

21	L	33	2,0	900	660	0,17	1600	600	3,5	850	1,7	700	400
22	L	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,6	850	1,7	700	400
23	L	33	2,0	900	660	0,17	1600	600	3,5	910	2,3	700	400
24	M	33	2,0	900	670	0,17	1533	600	3,3	850	1,7	700	350
25	M	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,7	850	1,7	700	400
26	M	33	2,0	900	670	0,17	1533	560	2,9	910	2,3	700	350
27	N	33	2,0	900	660	0,18	1500	510	3,4	850	1,7	700	400
28	O	33	2,0	900	670	0,17	1533	520	3,5	850	1,7	700	400
29	P	33	2,0	900	660	0,18	1500	510	3,2	850	1,7	700	350
30	P	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,9	850	0,3	820	350
31	Q	42	2,0	900	650	0,18	1563	560	2,7	865	1,8	700	350
32	R	42	2,0	900	650	0,18	1563	560	2,7	865	1,8	700	350
33	S	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,9	865	1,8	700	400
34	T	42	2,0	900	660	0,18	1500	560	2,8	865	1,8	700	400
35	U	22	2,0	900	660	0,17	1600	600	5,5	850	6,0	810	350
36	V	24	2,6	905	660	0,17	1633	505	3,9	850	1,7	700	425
37	W	29	2,6	920	695	0,17	1500	505	3,8	850	1,7	700	400
38	X	36	2,6	900	655	0,17	1633	585	3,8	850	2,0	670	400
39	X	32	2,6	910	680	0,17	1533	560	3,7	840	1,6	700	400
40	X	33	2,6	900	655	0,17	1633	510	3,4	850	1,7	700	425
41	X	32	2,6	945	730	0,17	1433	560	3,9	850	1,7	700	400

- 1) Độ dày tấm của tấm thép cán nóng.
- 2) Thời gian từ khi hoàn thành quy trình cán đến khi ngừng làm mát nhanh.
- 3) Tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh.

Đối với tấm thép được tôi thu được này, tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, austenit dư, và ferit đa giác, cỡ hạt trung bình của austenit dư và ferit đa giác, mật độ số hạt (N_R) trên mỗi đơn vị diện tích của hạt austenit dư mỗi hạt có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn, ứng suất đàn hồi (YS), cường độ chịu kéo (TS), độ giãn tổng (El), chỉ số bền hóa cơ học (giá trị n), và tỷ lệ giãn lỗ (λ) được đo như được mô tả trong ví dụ 1. Bảng 9 thể hiện các kết quả đánh giá cấu trúc kim loại và các kết quả đánh giá hiệu quả của tấm thép cán nguội sau khi được tôi. Trong các bảng 7 đến 9, dấu hiệu "*" được gắn với biểu tượng hoặc số thể hiện rằng biểu tượng hoặc số này là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 9

Thứ nghị số	Thép	Độ dày tấm được cán nguyên (mm)	Tỷ lệ cán nguyên ⁽¹⁾ (%)	Cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội (%: tỷ lệ thể tích)						Đặc tính cơ học của tấm thép cán nguội ⁽²⁾							
				Pha sản xuất biến dồi ở nhiệt độ thấp (%)	γ dư (%)	α đa giác (%)	Cỡ hạt trung bình (μm)		$N_R^{(2)}$ (số/ μm^2)	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	Giá trị n	λ (%)	TS×EI (MPa%)	TS × giá trị n (MPa)	TS ^{1,7} × λ (MPa ^{1,7} %)
							γ dư	α đa giác									
1	A*	1,0	50	78	4,0	18	0,81	6,4	0,005	502	716	24,8	0,175	47	17757	125	3353127
2	B	1,2	60	64	10	26	0,82	6,8	0,037	503	978	17,1	0,148	35	16724	145	4242717
3	B	1,2	60	39*	8	53*	0,83	4,8	0,039	520	1056	15,5	0,159	32	16368	168	4419556
4	C	1,2	60	64	8	28	0,71	7,3	0,036	511	1020	16,0	0,143	33	16320	146	4296692
5	D	1,0	50	86	7	7	0,42	1,4	0,006	521	952	22,1	0,202	83	21039	192	9610830
6	D	1,0	50	92	7	1,0	0,46	0,6	0,008	638	980	19,5	0,164	88	19110	161	10704515
7	E	1,0	50	80	8	12	0,44	2,5	0,007	512	963	22,3	0,200	57	21475	153	6730379
8	E	1,0	50	78	8	14	0,43	3,2	0,006	519	964	22,1	0,189	74	21304	182	8753116
9	F	1,0	50	73	10	17	0,55	3,2	0,018	606	1003	21,5	0,167	57	21565	168	7212517
10	G	1,0	50	83	8	9	0,52	1,6	0,015	633	1095	18,9	0,161	66	20696	176	9695003
11	H	1,0	50	90	8	2,0	0,74	0,6	0,036	760	1084	17,3	0,136	29	18753	147	4187432
12	I	1,0	50	80	15	5	0,50	0,8	0,014	685	1034	23,4	0,186	48	24196	192	6396261
13	I	1,0	50	85	13	2,0	0,62	0,8	0,027	696	1039	18,7	0,157	57	19429	163	7658104
14	J	1,0	50	80	14	6	0,51	1,0	0,013	670	1023	22,9	0,190	49	23427	194	6411869
15	J	1,0	50	85	13	2,0	0,64	1,1	0,028	715	1045	18,4	0,154	58	19228	161	7869111

16	K	1,0	50	90	8	2,0	0,71	0,9	0,036	736	1040	18,2	0,143	30	18928	149	4037178
17	K	1,0	50	86	9	5	0,64	1,2	0,032	732	1047	18,7	0,146	35	19579	133	4764062
18	K	1,0	50	42*	13	45*	0,82	4,9	0,040	642	990	20,5	0,196	27	20295	194	3341516
19	K	1,0	50	85	8	7	0,59	2,0	0,031	762	1094	16,2	0,143	35	17723	156	5133310
20	K	1,0	50	88	12	0,0	0,62	—	0,028	792	1099	17,3	0,147	62	19013	162	9164057
21	L	1,0	50	78	12	10	0,51	2,2	0,013	501	930	23,5	0,243	55	21855	226	6120455
22	L	1,0	50	77	13	10	0,51	2,0	0,014	457	937	22,3	0,243	54	20895	228	6086268
23	L	1,0	50	80	11	9	0,63	5,1	0,022	640	953	20,0	0,172	62	19060	164	7191999
24	M	1,0	50	65	10	25	0,54	4,7	0,018	569	985	22,6	0,172	52	22261	169	6380356
25	M	1,0	50	61	13	26	0,62	4,8	0,025	575	901	26,4	0,184	59	23786	166	6221343
26	M	1,0	50	71	8	21	0,55	6,3	0,020	659	998	19,2	0,162	48	19162	162	6022311
27	N	1,0	50	61	14	25	0,65	4,5	0,028	527	879	27,1	0,193	64	23821	170	6470846
28	O	1,0	50	74	12	14	0,55	2,3	0,021	693	993	22,2	0,169	53	22045	168	6593099
29	P	1,0	50	85	11	4	0,43	0,7	0,008	571	1071	19,3	0,187	49	20670	200	6931675
30	P	1,0	50	88	10	2,0	0,44	0,5	0,008	693	1082	17,7	0,149	58	19151	161	8348613
31	Q	1,0	50	77	8	15	0,42	2,9	0,006	587	1011	21,5	0,192	77	21737	194	9875695
32	R	1,0	50	77	9	14	0,41	2,8	0,007	535	986	21,6	0,199	72	21298	196	8849592
33	S	1,0	50	84	9	7	0,43	1,4	0,007	699	1061	20,3	0,177	86	21538	188	11973320
34	T	1,0	50	73	10	17	0,47	2,5	0,010	534	999	22,8	0,212	75	22777	212	9425895
35	U	1,0	50	91	9	0,0	0,60	—	0,031	675	1179	14,6	0,132	56	17213	156	9327419
36	V	1,0	62	82	14	4	0,58	0,7	0,024	584	1012	20,2	0,164	51	20442	166	6552048
37	W	0,8	69	81	14	5	0,54	0,7	0,019	608	1077	20,0	0,162	57	21540	174	8140321
38	X	0,8	69	81	13	6	0,52	1,0	0,017	671	1166	19,2	0,153	49	22387	178	8009098
39	X	1,2	54	78	13	9	0,58	1,8	0,025	645	1112	18,8	0,149	59	20906	166	8896725
40	X	0,8	69	79	16	5	0,55	0,8	0,019	611	1091	19,1	0,166	47	20838	181	6861198
41	X	1,2	54	83	13	4	0,58	0,8	0,023	617	1084	19,0	0,159	48	20596	172	6930922

1) Tỷ lệ cán nguội: Tỷ lệ giảm của quy trình cán nguội.

2) N_R: Mật độ số hạt của hạt austenit dư có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn3) E_I: Độ dẫn tổng được chuyển đổi để tương ứng với độ dày 1,2 mm, λ: Tỷ lệ giãn nở, giá trị n: chỉ số hóa cứng cơ học

Toàn bộ các tấm thép cán nguội tạo ra được bằng phương pháp được xác định trong sáng chế có giá trị TS x El bằng 15000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 150 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 4500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Tất cả các ví dụ, mà trong đó tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng của quy trình cán nóng là lớn hơn 25%, và nhiệt độ ngừng làm mát lần thứ hai sau khi tôi là 340°C hoặc cao hơn có giá trị TS x El bằng 19000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 160 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 5500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, cũng thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Tất cả các ví dụ, mà trong đó tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng của quy trình cán nóng là lớn hơn 25%, nhiệt độ xử lý ủ trong quy trình tôi là (điểm $Ac_3 - 40^\circ C$) hoặc cao hơn và thấp hơn (điểm $Ac_3 + 50^\circ C$), sau khi xử lý ủ, tấm thép được làm mát đến 50°C hoặc cao hơn từ nhiệt độ ủ ở tốc độ làm mát thấp hơn 10,0°C/giây, và nhiệt độ ngừng làm mát lần thứ hai là 340°C hoặc cao hơn có giá trị TS x El bằng 20000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 165 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 6000000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, cũng thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời hơn nữa.

Ví dụ 4

Ví dụ 4 mô tả ví dụ về trường hợp ở đó tấm thép cán nóng thu được bằng cách thiết lập nhiệt độ làm mát ở 400°C hoặc thấp hơn trong quy trình cán nóng sử dụng phương pháp làm mát nhanh ngay lập tức được trải qua quy trình tôi tấm được cán nóng.

Bằng cách sử dụng lò nấu chảy trong chân không thực nghiệm, mỗi loại thép có thành phần hóa học được chỉ ra trong bảng 10 được nấu chảy và được đúc. Các thỏi này được tạo ra ở dạng các thanh có độ dày 30 mm bằng cách dập nóng. Các thanh thép này được gia nhiệt tới 1200°C bằng cách sử dụng lò gia nhiệt bằng điện và được duy trì trong 60 phút, và sau đó được cán nóng dưới các điều kiện được chỉ ra trong bảng 11.

Cụ thể, bằng cách sử dụng máy cán nóng thực nghiệm, cán qua 6 lần được tiến hành trong vùng nhiệt độ của điểm Ar_3 hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép có độ dày từ 2 đến 3 mm. Tỷ lệ cán của bước cán qua cuối cùng được thiết lập từ 22 đến 42% tính theo phần trăm giảm độ dày. Sau khi cán nóng, tấm thép này được làm mát xuống nhiệt độ bằng 650 đến 720°C trong các điều kiện làm mát khác nhau bằng cách sử dụng phương pháp phun nước. Tiếp theo, sau khi được cho phép làm mát trong 5 đến 10 giây, tấm thép này được làm mát xuống các nhiệt độ khác nhau ở tốc độ làm mát bằng 60°C/giây, và các nhiệt độ này được tính là nhiệt độ cuộn. Tấm thép được nạp vào trong lò gia nhiệt bằng điện, mà được duy trì ở nhiệt độ này, và được duy trì trong 30 phút. Sau đó, việc làm mát từ từ sau khi cuộn được thúc đẩy bằng cách làm mát trong lò tấm thép tới nhiệt độ phòng ở tốc độ làm mát bằng 20°C/giờ, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng.

Tấm thép cán nóng thu được được gia nhiệt đến các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 11 ở tốc độ gia nhiệt bằng 50°C/giờ. Sau khi được duy trì trong các khoảng thời gian khác nhau hoặc không được duy trì, tấm thép này được làm mát xuống nhiệt độ phòng ở tốc độ làm mát bằng 20°C/giờ, nhờ đó thu được tấm thép được cán nóng và được tôi.

Cỡ hạt trung bình của hạt bcc của tấm thép được cán nóng và được tôi thu được được đo bằng phương pháp được mô tả trong ví dụ 1. Ngoài ra, mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua của tấm thép cán nóng và được tôi được xác định bằng phương pháp sử dụng kính quang phổ điện tử SEM và Auger được đề cập trên đây.

Tiếp theo, tấm thép được cán nóng và được tôi thu được được tẩy axit để tạo ra kim loại nền để cán nguội. Kim loại nền được cán nguội ở tỷ lệ cán nguội bằng 50 đến 69%, nhờ đó tấm thép cán nguội có độ dày bằng 0,8 đến 1,2 mm là thu được. Bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng tôi liên tục, tấm thép cán nguội thu được được gia nhiệt đến 550°C ở tốc độ gia nhiệt bằng 10°C/giây, sau đó được gia nhiệt đến các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 11 ở tốc độ gia nhiệt bằng 2°C/giây, và được ủ trong 95 giây. Sau đó, tấm thép được trải qua quy trình làm mát thứ nhất tới các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 11, và tiếp

theo được trải qua quy trình làm mát thứ hai từ nhiệt độ làm mát thứ nhất tới các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong bảng 11 với tốc độ làm mát trung bình bằng $60^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, được duy trì ở nhiệt độ này trong 330 giây, và sau đó được làm mát tới nhiệt độ phòng, nhờ đó thu được tấm thép được tôi.

Bảng 10

Thép	Thành phần hóa học (% khối lượng) (thành phần còn lại: Fe và tạp chất)										Điểm Ac ₃ (°C)	Điểm Ar ₃ (°C)
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Khác				
A	0,124	0,05*	2,97	0,011	0,003	0,031	0,0041				792	698
B	0,145	0,99	2,49	0,012	0,004	0,029	0,0048				836	742
C	0,143	1,23	2,50	0,009	0,001	0,052	0,0028	Nb:0,011			849	756
D	0,138	1,49	2,50	0,009	0,001	0,053	0,0026	Nb:0,011			872	757
E	0,149	1,49	2,48	0,010	0,001	0,050	0,0035				862	752
F	0,146	1,23	2,45	0,009	0,001	0,140	0,0031				861	779
G	0,151	1,52	2,81	0,010	0,001	0,045	0,0030	Nb:0,011			849	760
H	0,166	1,51	2,53	0,010	0,001	0,048	0,0032	Nb:0,011			856	741
I	0,174	1,26	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0032	Nb:0,013			839	742
J	0,176	1,26	2,51	0,008	0,001	0,051	0,0031	Nb:0,011			843	736
K	0,175	1,25	2,50	0,008	0,001	0,050	0,0033	Ti:0,021			848	750
L	0,203	1,28	1,93	0,009	0,001	0,051	0,0027	Nb:0,011			855	768
M	0,197	1,26	1,92	0,009	0,001	0,140	0,0033	Nb:0,010			870	781
N	0,197	1,28	2,24	0,009	0,001	0,151	0,0029	Nb:0,011 Cr:0,30			848	786
O	0,150	1,51	2,51	0,008	0,001	0,052	0,0034	V:0,11 REM:0,0006			872	783
P	0,151	1,50	2,52	0,009	0,001	0,047	0,0031	Bi:0,008			862	772
Q	0,149	1,25	2,47	0,009	0,001	0,152	0,0033	Ca:0,0009 Mg:0,0007			864	775
R	0,148	1,26	2,48	0,009	0,001	0,141	0,0030	Mo:0,10 B:0,0015			877	741
S	0,151	1,52	2,81	0,010	0,001	0,045	0,0030	Nb:0,010			848	735
T	0,178	1,26	2,56	0,008	0,001	0,040	0,0035	Nb:0,009			848	731

1. Điểm Ac₃ được xác định từ sự biến đổi dần do nhiệt ở thời điểm khi tấm thép cán nguội được gia nhiệt ở 2°C/giây.

2. Điểm Ar₃ được xác định từ sự biến đổi dần do nhiệt ở thời điểm khi tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 900°C và sau đó được làm mát ở 0,01°C/giây.

Ghi chú)

Bảng 11

Thử nghiệm số	Thép	Điều kiện cán nóng							Tôi thấm được cán nóng		Tấm thép được cán nóng và được tôi		Điều kiện tôi			
		Tỷ lệ cán cuối cùng (%)	Độ dày tấm sau khi cán ¹⁾ (mm)	Nhiệt độ hoàn thành quy trình cán (°C)	Nhiệt độ nguội làm mát nhanh (°C)	Thời gian tới khi nguội làm mát nhanh ²⁾ (giây)	Tốc độ làm mát trung bình ³⁾ (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn ⁴⁾ (°C)	Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Thời gian duy trì ⁵⁾ (h)	Cỡ hạt trung bình của hạt bcc (μm)	Mật độ trung bình của sắt cacbua (số/μm ²)	Nhiệt độ ủ (°C)	Tốc độ làm mát thứ nhất (°C/giây)	Nhiệt độ nguội làm mát lần thứ nhất (°C)	Nhiệt độ nguội làm mát lần thứ hai (°C)
1	A*	22	2,0	830	650	0,17	1200	300	600	2	6,2	$4,2 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	400
2	B	25	3,0	830	680	4,14*	61	200	600	1	7,3	$< 1,0 \times 10^{-1}$	820	2,0	700	350
3	B	25	3,0	840	710	0,20	722	200	600	1	5,6	$6,8 \times 10^{-1}$	790*	2,0	700	350
4	C	22	2,0	900	650	0,17	1667	RT	620	0	4,8	$7,1 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	325
5	D	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,3	$8,5 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	350
6	E	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,5	$8,3 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	350
7	F	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,5	$8,1 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	375
8	G	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,2	$8,9 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	350
9	H	33	2,0	900	650	0,17	1667	RT	620	0	3,3	$9,2 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	350
10	I	22	2,0	900	720	5,52*	51	200	500	2	7,8	$< 1,0 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	350
11	J	33	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	3,4	$9,8 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	425
12	J	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	640	1	3,3	1,0	900	2,2	700	425
13	J	42	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	2,7	1,1	910	6,0	790	425

14	K	42	2,0	900	660	0,18	1500	150	640	1	2,8	1,1	850	1,7	700	400
15	K	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	640	1	3,2	$9,9 \times 10^{-1}$	900	2,2	700	400
16	L	42	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	2,6	1,2	850	1,7	700	350
17	L	33	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	3,4	1,2	910	2,3	700	350
18	M	33	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	3,5	1,1	850	1,7	700	350
19	N	33	2,0	900	660	0,18	1500	RT	640	1	3,3	1,1	850	1,7	700	350
20	N	42	2,0	900	660	0,18	1500	RT	640	1	2,6	1,1	850	0,3	820	350
21	O	42	2,0	900	650	0,18	1563	100	640	1	2,7	$9,3 \times 10^{-1}$	865	1,8	700	350
22	P	42	2,0	900	650	0,18	1563	100	640	1	2,6	$9,1 \times 10^{-1}$	865	1,8	700	350
23	Q	42	2,0	900	660	0,18	1500	100	620	0	2,9	$8,7 \times 10^{-1}$	865	1,8	700	400
24	R	42	2,0	900	660	0,18	1500	RT	620	0	2,7	$8,8 \times 10^{-1}$	865	1,8	700	400
25	S	22	2,0	900	660	0,17	1600	RT	620	0	4,4	$7,3 \times 10^{-1}$	850	6,0	810	350
26	T	29	2,6	910	680	0,17	1600	RT	620	0	3,7	$8,8 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	400
27	T	29	2,6	910	680	0,17	1600	RT	620	0	3,7	$8,8 \times 10^{-1}$	850	1,7	700	400

- 1) Độ dày tấm của tấm thép cán nóng.
- 2) Thời gian từ khi hoàn thành quy trình cán đến khi ngừng làm mát nhanh.
- 3) Tốc độ làm mát trung bình trong khi làm mát nhanh.
- 4) RT có nghĩa là nhiệt độ phòng.
- 5) 0h có nghĩa là việc duy trì không được tiến hành.

Đối với tấm thép được tôi thu được này, tỷ lệ thể tích của pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, austenit dư, và ferit đa giác, cỡ hạt trung bình của austenit dư và ferit đa giác, mật độ số hạt (N_R) trên mỗi đơn vị diện tích của hạt austenit dư mỗi hạt có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn, ứng suất đàn hồi (YS), cường độ chịu kéo (TS), độ giãn tổng (El), chỉ số bền hóa cơ học (giá trị n), và tỷ lệ giãn lỗ (λ) được đo như được mô tả trong ví dụ 1. Bảng 12 thể hiện các kết quả đánh giá cấu trúc kim loại và các kết quả đánh giá hiệu quả của tấm thép cán nguội sau khi được tôi. Trong các bảng từ 10 đến 12, dấu hiệu “*” được gắn với biểu tượng hoặc số thể hiện rằng biểu tượng hoặc số này là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 12

Thứ nghiệm số	Thép	Độ dày tấm được cán nguội(mm)	Tỷ lệ cán nguội ¹⁾ (%)	Cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội (%: tỷ lệ thể tích)					Đặc tính cơ học của tấm thép cán nguội ³⁾								
				Pha sản xuất biến đổi ở nhiệt độ thấp (%)	Austenit dư (%)	α đa giác(%)	Cỡ hạt trung bình (μm)		$N_R^{2)}$ (số/ μm^2)	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	Giá trị n	λ (%)	TS×EI (MPa%)	TS × giá trị n (MPa)	TS ^{1,7} × λ (MPa ^{1,7} %)
							γ dư	α đa giác									
1	A*	1,0	50	76	3	21	0,83	6,0	0,006	496	705	24,0	0,172	48	15920	121	3335514
2	B	1,2	60	61	11	28	0,83	6,1	0,038	497	972	17,3	0,149	35	16816	145	4198563
3	B	1,2	60	35*	10	55*	0,81	4,2	0,038	515	1050	15,6	0,161	31	13380	169	4240172
4	C	1,0	50	84	7	9	0,78	1,9	0,033	676	981	16,5	0,162	57	16187	159	6945638
5	D	1,0	50	80	9	11	0,53	2,2	0,014	544	996	21,3	0,194	52	21215	193	6501959
6	E	1,0	50	82	7	11	0,42	2,1	0,008	538	988	20,7	0,178	53	20452	176	6536762
7	F	1,0	50	80	8	12	0,42	2,5	0,006	573	996	20,6	0,184	63	20518	183	7877373
8	G	1,0	50	86	10	4	0,59	0,5	0,018	619	1179	17,3	0,152	61	20397	179	10160224
9	H	1,0	50	82	9	9	0,51	1,7	0,011	565	1121	19,8	0,190	60	22196	213	9172354
10	I	1,0	50	89	9	2,0	0,72	0,4	0,036	759	1080	17,5	0,133	27	18900	144	3874219
11	J	1,0	50	81	15	4	0,55	0,6	0,017	727	1046	21,0	0,181	45	21966	189	6115280
12	J	1,0	50	85	14	1,0	0,65	0,5	0,028	691	1037	19,0	0,158	55	19703	164	7365234
13	J	1,0	50	85	15	0,0	0,61	—	0,026	700	1044	18,3	0,155	58	19105	162	7856314
14	K	1,0	50	77	16	7	0,53	0,7	0,015	662	1018	23,2	0,193	48	23618	196	6228916
15	K	1,0	50	83	15	2,0	0,62	0,8	0,027	702	1040	18,8	0,157	54	19552	163	7266921
16	L	1,0	50	68	9	23	0,63	4,2	0,021	558	995	21,6	0,169	52	21492	168	6490865

17	L	1,0	50	68	9	23	0,52	5,8	0,018	642	988	19,9	0,165	47	19661	163	5796751
18	M	1,0	50	65	11	24	0,65	4,2	0,022	545	995	21,7	0,166	46	21592	165	5741919
19	N	1,0	50	81	13	6	0,48	1,0	0,009	567	1066	19,9	0,190	48	21213	203	6736410
20	N	1,0	50	87	11	2,0	0,45	0,4	0,007	684	1079	18,2	0,151	55	19638	163	7879509
21	O	1,0	50	76	8	16	0,44	2,6	0,006	584	1010	21,4	0,191	77	21614	193	9859095
22	P	1,0	50	76	10	14	0,42	2,2	0,006	537	986	21,8	0,198	71	21495	195	8726681
23	Q	1,0	50	83	9	8	0,44	1,4	0,007	693	1059	20,2	0,178	84	21392	189	11657419
24	R	1,0	50	69	12	19	0,51	2,0	0,011	526	995	23,0	0,215	73	22885	214	9112176
25	S	1,0	50	91	9	0,0	0,58	—	0,031	671	1177	15,4	0,138	63	18126	162	10463104
26	T	1,2	54	81	14	5	0,53	1,1	0,018	646	1120	18,8	0,151	61	21056	169	9311089
27	T	0,8	69	81	15	6	0,54	1,3	0,016	632	1111	20,2	0,163	55	22442	181	8280882

1) Tỷ lệ cán nguội: Tỷ lệ giảm của quy trình cán nguội.

2) N_R : Mật độ số hạt của hạt austenit dư có cỡ hạt bằng 1,2 μm hoặc lớn hơn.

3) El: Độ dẫn tổng được chuyển đổi để tương ứng với độ dày 1,2-mm, λ : Tỷ lệ giãn lỗ, giá trị n: chỉ số hóa cứng cơ học.

Toàn bộ các tấm thép cán nguội tạo ra được bằng phương pháp được xác định trong sáng chế có giá trị TS x El bằng 15000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 150 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 4500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Tất cả các ví dụ, mà trong đó tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng của quy trình cán nóng là lớn hơn 25%, và nhiệt độ ngừng làm mát lần thứ hai sau khi tôi là 340°C hoặc cao hơn có giá trị TS x El bằng 19000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 160 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 5500000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, cũng thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời. Tất cả các ví dụ, mà trong đó tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng của quy trình cán nóng là lớn hơn 25%, tổng tỷ lệ cán của quy trình cán nguội là lớn hơn 50%, nhiệt độ xử lý ủ trong quy trình tôi là (điểm $Ac_3 - 40^\circ C$) hoặc cao hơn và thấp hơn (điểm $Ac_3 + 50^\circ C$), sau khi xử lý ủ, tấm thép được làm mát đến 50°C hoặc cao hơn từ nhiệt độ ủ ở tốc độ làm mát thấp hơn 10,0°C/giây, và nhiệt độ ngừng làm mát lần thứ hai là 340°C hoặc cao hơn có giá trị TS x El bằng 20000 MPa% hoặc cao hơn, giá trị TS x n bằng 165 hoặc lớn hơn, và giá trị $TS^{1,7} \times \lambda$ bằng 6000000 MPa^{1,7}% hoặc lớn hơn, cũng thể hiện độ dẻo, độ cứng khi gia công, và độ dễ kéo căng để uốn mép tuyệt vời hơn nữa.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, khác biệt ở chỗ, bao gồm các bước (A) và (B) sau:

(A) cán nguội, trong đó tấm thép cán nóng chứa các thành phần hóa học sau (tính theo % khối lượng): C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%, Si: lớn hơn 0,10% và nhiều nhất là 3,00%, Mn: lớn hơn 1,00% và nhiều nhất là 3,50%, P: nhiều nhất là 0,10%, S: nhiều nhất là 0,010%, sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 2,00%, N: nhiều nhất là 0,010%, Ti: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, Nb: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, V: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, Cr: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 1,0%, Mo: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, B: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Ca: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Mg: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, và Bi: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, lượng còn lại là Fe và các tạp chất, trong đó cỡ hạt trung bình của các hạt có cấu trúc bcc và các hạt có cấu trúc bct, mà được bao quanh bởi biên hạt có mức lệch hướng 15° hoặc lớn hơn, là $6,0\ \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, được trải qua quy trình cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội; và

(B) tôi, trong đó tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm $A_{c3} - 40^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.

2. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép cán nóng là tấm thép, mà trong đó mật độ số hạt trung bình của sắt cacbua tồn tại trong cấu trúc kim loại là $1,0 \times 10^{-1}/\mu\text{m}^2$ hoặc cao hơn.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, khác biệt ở chỗ, bao gồm các bước từ (C) đến (E) sau:

(C) cán nóng, trong đó phôi chứa thành phần hóa học sau (tính theo % khối lượng): C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%, Si: lớn hơn 0,10% và nhiều nhất là 3,00%, Mn: lớn hơn 1,00% và nhiều nhất là 3,50%, P: nhiều nhất là 0,10%, S: nhiều nhất là 0,010%, sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 2,00%, N: nhiều nhất là 0,010%, Ti: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, Nb: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, V: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, Cr: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 1,0%, Mo: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, B: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Ca: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Mg: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, và Bi: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, lượng còn lại là Fe và các tạp chất, được trải qua quy trình cán nóng sao cho tỷ lệ cán của lần cán qua cuối cùng là lớn hơn 15%, và quy trình cán này được kết thúc trong vùng nhiệt độ của điểm A_{r3} hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép cán nóng, và tấm thép cán nóng này được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 780°C hoặc thấp hơn trong 0,4 giây sau khi hoàn thành quy trình cán, và được cuộn trong vùng nhiệt độ cao hơn 400°C;

(D) cán nguội, trong đó tấm thép cán nóng thu được trong bước (C) được trải qua quy trình cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội; và

(E) tôi, trong đó tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm A_{c3} - 40°C) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có cấu trúc kim loại sao cho pha chính là pha tạo ra sự biến đổi ở nhiệt độ thấp, và pha thứ hai chứa austenit dư, khác biệt ở chỗ, bao gồm các bước từ (F) đến (I) sau:

(F) cán nóng, trong đó phôi chứa các thành phần hóa học sau (tính theo % khối lượng): C: lớn hơn 0,020% và nhỏ hơn 0,30%, Si: lớn hơn 0,10% và nhiều nhất là 3,00%, Mn: lớn hơn 1,00% và nhiều nhất là 3,50%, P: nhiều nhất là 0,10%, S: nhiều nhất là 0,010%, sol.Al (lượng Al hòa tan bằng axit): ít nhất là 0% và nhiều

nhất là 2,00%, N: nhiều nhất là 0,010%, Ti: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, Nb: ít nhất là 0% và nhỏ hơn 0,050%, V: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, Cr: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 1,0%, Mo: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,50%, B: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Ca: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, Mg: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,010%, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, và Bi: ít nhất là 0% và nhiều nhất là 0,050%, lượng còn lại là Fe và các tạp chất, được trải qua quy trình cán nóng sao cho quy trình cán này được kết thúc trong vùng nhiệt độ của điểm A_{r3} hoặc cao hơn để tạo ra tấm thép cán nóng, và tấm thép cán nóng này được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 780°C hoặc thấp hơn trong 0,4 giây sau khi hoàn thành quy trình cán, và được cuộn trong vùng nhiệt độ thấp hơn 400°C;

(G) tôi tấm thép cán nóng, trong đó tấm thép cán nóng thu được trong bước (F) được trải qua quy trình tôi sao cho tấm thép cán nóng này được gia nhiệt tới vùng nhiệt độ bằng 300°C hoặc cao hơn, để tạo ra tấm thép được cán nóng và được tôi;

(H) cán nguội, trong đó tấm thép cán nóng và được tôi được trải qua quy trình cán nguội để tạo ra tấm thép cán nguội; và

(I) tôi, trong đó tấm thép cán nguội được trải qua quy trình xử lý ủ trong vùng nhiệt độ (điểm A_{c3} - 40°C) hoặc cao hơn, sau đó được làm mát tới vùng nhiệt độ bằng 500°C hoặc thấp hơn và 300°C hoặc cao hơn, và được duy trì ở vùng nhiệt độ này trong 30 giây hoặc lâu hơn.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó trong cấu trúc kim loại của tấm thép cán nguội, pha thứ hai chứa austenit dư và ferit đa giác.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó trong bước cán nguội (A), (D) hoặc (H), quy trình cán nguội được thực hiện ở tổng tỷ lệ cán lớn hơn 50%.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó trong bước tôi (B), (E) hoặc (I), quy trình xử lý ủ được thực hiện

trong vùng nhiệt độ (điểm $Ac_3 - 40^\circ C$) hoặc cao hơn và thấp hơn (điểm $Ac_3 + 50^\circ C$).

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó trong bước tôi (B), (E) hoặc (I), quy trình làm mát được thực hiện ở nhiệt độ $50^\circ C$ hoặc cao hơn ở tốc độ làm mát thấp hơn $10,0^\circ C/giây$ sau khi xử lý ủ.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần hóa học còn chứa (tính theo % khối lượng), một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm: Ti: ít nhất là 0,005% và nhỏ hơn 0,050%, Nb: ít nhất là 0,005% và nhỏ hơn 0,050%, và V: ít nhất là 0,010% và nhiều nhất là 0,50%.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần hóa học còn chứa (tính theo % khối lượng), một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm: Cr: ít nhất là 0,20% và nhiều nhất là 1,0%, Mo: ít nhất là 0,05% và nhiều nhất là 0,50%, và B: ít nhất là 0,0010% và nhiều nhất là 0,010%.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần hóa học còn chứa (tính theo % khối lượng), một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm chỉ bao gồm: Ca: ít nhất là 0,0005% và nhiều nhất là 0,010%, Mg: ít nhất là 0,0005% và nhiều nhất là 0,010%, REM (tổng lượng các nguyên tố đất hiếm): ít nhất là 0,0005% và nhiều nhất là 0,050%, và Bi: ít nhất là 0,0010% và nhiều nhất là 0,050%.

Fig.1

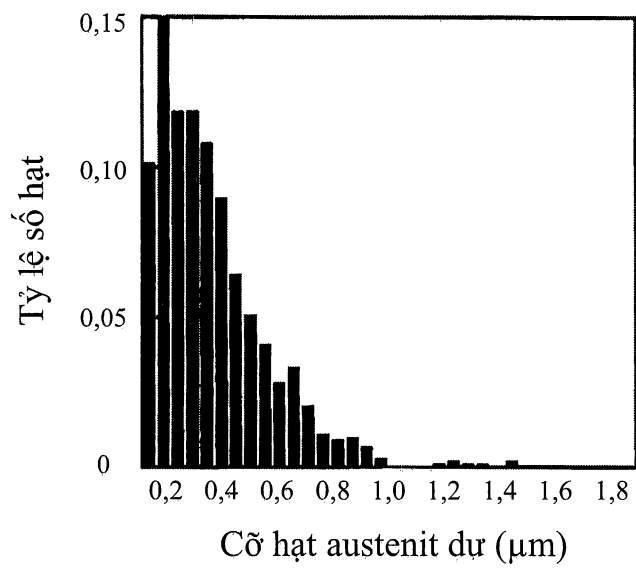


Fig.2

