(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) **1-0048871**

(51)[2022.01] **C21D 8/02**; C22C 38/04; C22C 38/60; C22C 38/00

(13) **B**

(21) 1-2023-01120
(22) 10/09/2021
(86) PCT/JP2021/033277 10/09/2021
(87) WO 2022/054898 17/03/2022
(30) 2020-153465 14/09/2020 JP
(45) 25/07/2025 448
(43) 26/06/2023 423A
(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan
(72) HYODO Yoshihiro (JP); YOKOTA Tomoyuki (JP); SUEYOSHI Hitoshi (JP); FUJITA Noriki (JP); MIURA Shinichi (JP); MURAKAMI Yoshiaki (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) TẤM THÉP VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(21) 1-2023-01120

(57) Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép có độ bền cao đó mà rất tốt về đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày, đặc tính lan truyền vết nứt mỏi, và độ dẻo dai và phương pháp sản xuất tấm thép. Tấm thép có thành phần hóa học chứa, theo khối lượng, C: 0,05% đến 0,20%, Si: 0,01% đến 0,50%, Mn: 0,50% đến 2,00%, P: 0,05% hoặc nhỏ hơn, và S: 0,02% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, và tổ chức tế vi gồm pha ferit sao cho phần diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ bề mặt của tấm thép đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt theo hướng chiều dày là 80% hoặc lớn hơn và sao cho phần diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày theo hướng chiều dày là 80% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là pha peclit hoặc pha hỗn hợp của pha peclit và pha bainit, trong đó pha peclit có phần diện tích cao hơn pha bainit.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép và phương pháp sản xuất tấm thép. Sáng chế đề xuất cụ thể đến tấm thép rất tốt về đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày, đặc tính lan truyền vết nứt mỏi, và độ dẻo dai và phương pháp sản xuất tấm thép này. Tấm thép theo sáng chế có thể được sử dụng phù hợp cho các kết cấu hàn, chẳng hạn như tàu, công trình biển, cầu, tòa nhà và bể chứa, được yêu cầu có mức độ an toàn kết cấu cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tấm thép đã được sử dụng rộng rãi cho các kết cấu, chẳng hạn như tàu, công trình biển, cầu, tòa nhà và bể chứa. Những tấm thép như vậy được yêu cầu phải có đặc tính mỏi tuyệt vời bên cạnh các đặc tính cơ học tuyệt vời, chẳng hạn như độ bền và độ dẻo dai, và khả năng hàn tuyệt vời.

Trong khi các kết cấu trên đang được sử dụng, các tải trọng tuần hoàn, chẳng hạn như các rung động do gió hoặc động đất tạo ra, hiệu quả lên các kết cấu. Do đó, các tấm thép được yêu cầu phải có đặc tính mỏi nhất định để có thể đảm bảo an toàn kết cấu ngay cả trong trường hợp các tải trọng tuần hoàn như vậy hiệu quả lên kết cấu.

Đứt gãy mỏi là hiện tượng các vết nứt nhỏ (vết nứt mỏi) được hình thành ở giai đoạn đầu và các vết nứt lan truyền (mở rộng) trong các giai đoạn tiếp theo. Các đứt gãy mỏi thường xảy ra do các vết nứt mỏi được hình thành trong vùng hàn và lan truyền qua vật liệu thép để gây ra đứt gãy. Người ta cho rằng điều này là do, ví dụ, vùng hàn có khả năng hoạt động như vùng tập trung ứng suất do hình dạng của nó và do ứng suất dư kéo xuất hiện sau khi hàn. Các ví dụ đã biết về biện pháp giảm sự hình thành các vết nứt trong các vùng hàn bao gồm kỹ thuật trong đó ứng suất dư nén được đưa vào bằng cách rèn búa hoặc tương tự.

Tuy nhiên, khi xem xét khả năng thi công và chi phí sản xuất, sẽ không thực tế khi áp dụng phương pháp xử lý như vậy cho tất cả các vùng hàn, mà hiện diện trong một kết cấu với số lượng lớn. Do đó, điều quan trọng là, ngay cả khi vết nứt mỏi xảy ra trong vùng hàn hoặc tương tự, thì sự lan truyền của các vết nứt qua vật liệu thép phải được trì

hoãn để giãn dài tuổi thọ mỏi của kết cấu hàn. Do đó, đã có nhu cầu cải thiện khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi của vật liệu thép.

Ví dụ, trong Tài liệu sáng chế 1, tấm thép có cả đặc tính giãn dài nhất định và khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi nhất định được tạo ra bằng phương pháp sản xuất tấm thép có chiều dày từ 20 mm hoặc nhỏ hơn trong đó hàm lượng carbon tương đương (equivalent carbon content, Ceq) được kiểm soát để nằm trong phạm vi cụ thể bằng cách giảm lượng C được thêm vào và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được hạ xuống được mô tả.

Trong Tài liệu sáng chế 2, phương pháp sản xuất tấm thép trong đó tính dị hướng của đặc tính lan truyền vết nứt nhỏ bằng cách thay đổi sự kết hợp giữa các bước nung nóng, cán, làm nguội nhanh và xử lý nhiệt tùy thuộc vào ứng suất chảy dự kiến được mô tả.

Trong Tài liệu sáng chế 3, đặc tính lan truyền vết nứt mỏi được cải thiện bằng cách sản xuất thép hai pha có tổ chức tế vi bao gồm bainit và ferit sao cho tỷ lệ diện tích của ferit là 38% đến 52% và kiểm soát độ thấm tôi Vickers của các phần pha ferit và mật độ của ranh giới giữa các pha ferit và bainit.

Trong Tài liệu sáng chế 4, tấm thép có tổ chức tế vi sao cho phần diện tích của pha ferit trong một phần của tổ chức tế vi giãn dài từ bề mặt đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt theo hướng chiều dày là 80% hoặc lớn hơn và phần diện tích của pha ferit trong một phần của tổ chức tế vi giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/2 chiều dày là 80% hoặc nhỏ hơn, phần còn lại là pha peclit, pha bainit, hoặc pha hỗn hợp của pha peclit và pha bainit, được đề xuất để đạt được khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi tuyệt vời và nâng cao đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2010-196109

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2007-332402

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số H08-225882

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2019-026927

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tình trạng kỹ thuật đã biết như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1 đến 4 có các vấn đề sau.

Theo phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1, tấm thép được sản xuất bằng quy trình chạy dây chuyền trong đó quá trình cán và làm nguội nhanh được kiểm soát. Do đó, cụ thể là, trong quá trình sản xuất tấm thép mỏng có chiều dày 20 mm hoặc nhỏ hơn, chênh lệch nhiệt độ giữa đầu trước và đầu sau của tấm thép có thể xảy ra trong quá trình cán nóng và làm nguội nhanh và không thể đạt được các đặc tính cơ học phù hợp trên toàn bộ chiều dài.

Trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2, bước thực hiện tôi ngay sau khi nung nóng lại vùng hai pha sẽ gây ra hiện tượng co rút chuyển đổi, làm suy giảm hình dạng của tấm thép. Ngoài ra, lớp trên cùng của tấm thép trở nên mịn và cứng lại do xử lý tôi. Điều này làm suy giảm đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày. Hiện tượng trên có ý nghĩa cụ thể trong trường hợp chiều dày tấm thép nhỏ.

Trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 3, cũng như trong Tài liệu sáng chế 1, tấm thép được sản xuất bằng quy trình chạy dây chuyền trong đó bước cán và làm nguội nhanh được kiểm soát. Do đó, cụ thể là, trong quá trình sản xuất tấm thép mỏng có chiều dày 20 mm hoặc nhỏ hơn, chênh lệch nhiệt độ giữa đầu trước và đầu sau của tấm thép có thể xảy ra trong quá trình cán nóng và làm nguội nhanh và không thể đạt được các đặc tính cơ học phù hợp trên toàn bộ chiều dài.

Trong Tài liệu sáng chế 4, tấm thép cán nóng đã được nung nóng lại được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình 7,7 đến 16,9 °C/giây và được tôi. Do tốc độ làm nguội được sử dụng trong phương pháp này cao nên pha bainit được hình thành chủ yếu so với pha peclit. Hơn nữa, do pha bainit bao gồm thành phần mactenxit-auxtenit (martensite-auxtenite, MA), tốt hơn là độ dẻo dai trở nên suy giảm.

Như đã mô tả ở trên, không thể sản xuất tấm thép có tất cả các đặc tính giãn dài nhất định trên toàn bộ chiều dày (còn được gọi là "đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày"), đặc tính lan truyền vết nứt mỏi nhất định và độ dẻo dai nhất định bởi bất kỳ các phương

pháp sản xuất đã biết trong tình trạng kỹ thuật đã biết.

Sáng chế được thực hiện trong bối cảnh các trường hợp được mô tả ở trên. Mục tiêu của sáng chế là đề xuất tấm thép có độ bền cao đó mà rất tốt về đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày, đặc tính lan truyền vết nứt mỏi, và độ dẻo dai và phương pháp sản xuất tấm thép.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu để đạt được mục tiêu trên và do đó tìm thấy kiến thức sau đây.

(1) Trong tấm thép đã được làm nguội sau khi cán nóng, có sự không nhất quán trong tổ chức tế vi do sai lệch trong quá trình làm nguội. Sự không nhất quán trong tổ chức tế vi có thể được loại bỏ bằng cách thực hiện nung nóng lại đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ vùng hai pha.

(2) Ngay cả trong trường hợp chiều dày tấm thép nhỏ, việc kiểm soát mô hình làm nguội được thực hiện sau khi xử lý nung nóng lại cho phép đạt được cả đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày nhất định và khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi nhất định trên toàn bộ chiều dài.

(3) Việc hình thành một lượng pha peclit lớn hơn lượng pha bainit giúp cải thiện độ dẻo dai.

(4) Việc kiểm soát tốc độ làm nguội một cách đầy đủ trong bước làm nguội sau bước cán nóng giúp loại bỏ sự không nhất quán của tổ chức tế vi và cho phép đạt được cả đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày nhất định và khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi nhất định trên toàn bộ chiều dài, trong khi vẫn duy trì được độ bền cao.

Sáng chế được thực hiện trên cơ sở những phát hiện trên. Bản chất kỹ thuật và kết cấu của sáng chế được mô tả dưới đây.

Tấm thép có thành phần hóa học chứa, theo khối lượng,

C: 0,05% đến 0,20%,

Si: 0,01% đến 0,50%,

Mn: 0,50% đến 2,00%,

P: 0,05% hoặc nhỏ hơn, và

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn,

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

tấm thép có tổ chức tế vi gồm pha ferit sao cho phần diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ bề mặt của tấm thép đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt theo hướng chiều dày tấm thép là 80% hoặc lớn hơn, và

sao cho phần diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày tấm thép theo hướng chiều dày là 80% hoặc nhỏ hơn,

phần còn lại là pha peclit hoặc pha hỗn hợp của pha peclit và pha bainit, trong đó pha peclit có phần diện tích cao hơn pha bainit.

[2] Tấm thép theo điểm [1], trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ, theo khối lượng,

Cr: 0,01% đến 1,00%,

Cu: 0,01% đến 2,00%,

Ni: 0,01% đến 2,00%,

Mo: 0,01% đến 1,00%,

Co: 0,01% đến 1,00%,

Sn: 0,005% đến 0,500%,

Sb: 0,005% đến 0,200%,

Nb: 0,005% đến 0,200%,

V: 0,005% đến 0,200%,

Ti: 0,005% đến 0,050%,

B: 0,0001% đến 0,0050%,

Zr: 0,005% đến 0,100%,

Ca: 0,0001% đến 0,020%,

Mg: 0,0001% đến 0,020%, và

REM: 0,0001% đến 0,020%.

[3] Phương pháp sản xuất tấm thép, phương pháp bao gồm:

bước nung nóng vật liệu thép có thành phần hóa học được mô tả trong [1] hoặc

[2] đến nhiệt độ 900°C đến 1200°C;

bước cán nóng vật liệu thép đã nung nóng ở tỷ lệ giảm cán tích lũy 50% hoặc lớn hơn để chuẩn bị tấm thép đã cán nóng;

bước làm nguội tấm thép đã cán nóng;

bước nung nóng lại tiếp tấm thép đã cán nóng đến nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và bằng hoặc thấp hơn 950°C;

bước làm nguội tấm thép đã nung nóng lại đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và bằng hoặc thấp hơn 950°C đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C ở tốc độ làm nguội trung bình 2°C/giây đến 7°C/giây; và

bước tôi tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C.

[4] Phương pháp sản xuất tấm thép, phương pháp bao gồm:

bước nung nóng vật liệu thép có thành phần hóa học được mô tả trong điểm [1] hoặc [2] đến nhiệt độ 900°C đến 1200°C;

bước cán nóng vật liệu thép đã nung nóng ở tỷ lệ giảm cán tích lũy 50% hoặc lớn hơn để chuẩn bị tấm thép đã cán nóng;

bước làm nguội tiếp tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar1 và bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar3 đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C ở tốc độ làm nguội trung bình 2 °C/giây đến 7 °C/giây; và

bước tôi tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, có thể đề xuất tấm thép độ bền cao rất tốt về đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày, đặc tính lan truyền vết nứt mỏi và độ dẻo dai. Ngay cả khi vết nứt mỏi xảy ra trong vùng tập trung ứng suất, vùng hàn hoặc tương tự của tấm thép theo sáng chế theo thời gian, sự lan truyền của các vết nứt có thể được ngăn chặn và, do đó, sự an toàn của toàn bộ kết cấu thép có thể được nâng cao. Việc sử dụng tấm thép theo sáng chế để sản xuất các kết cấu, chẳng hạn như cầu, tàu, kết cấu tòa nhà và máy công nghiệp xây

dựng, một cách phù hợp giúp giảm chi phí bảo trì các kết cấu đó, và do đó giảm đáng kể chi phí vòng đời, đây chính là hiệu quả đáng kể về mặt công nghiệp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa mẫu thử nghiệm mỏi kiểu kéo đơn giản mép có khía được sử dụng trong thử nghiệm lan truyền vết nứt mỏi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp thực hiện sáng chế được mô tả cụ thể dưới đây. Cần lưu ý rằng phần mô tả sau đây mô tả các phương án được ưu tiên của sáng chế và sáng chế không bị giới hạn bởi phần mô tả sau đây.

[Thành phần hóa học]

Lý do hạn chế về thành phần hóa học của tấm thép theo sáng chế được mô tả dưới đây. Trong phần mô tả sau đây, "%" có nghĩa là "% theo khối lượng" trừ khi có quy định khác.

C: 0,05% đến 0,20%

C là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của pha nền (nền) và tăng độ bền. C cũng làm cho pha peclit, là sự kết hợp của các pha cementit, được hình thành và do đó tăng cường khả năng chống mỏi. Để đạt được hiệu quả sáng chế, hàm lượng C cần phải là 0,05% hoặc lớn hơn. Hàm lượng C tốt hơn là 0,08% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,10% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,12% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng C vượt quá 0,20%, độ thấm tôi của pha nền tăng lên quá mức và, do đó, độ giãn dài toàn bộ chiều dày bị suy giảm. Theo đó, hàm lượng C được giới hạn là 0,20% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng C tốt hơn là 0,18% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,16% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,14% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,01% đến 0,50%

Si là nguyên tố đóng vai trò là chất khử oxy và hòa tan trong thép để tăng độ thấm tôi của pha nền bằng cách tăng cường dung dịch rắn. Để đạt được các hiệu quả sáng chế, hàm lượng Si cần phải là 0,01% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,15% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 0,20% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Si vượt quá 0,50%, độ giãn dài toàn

bộ chiều dày và độ dẻo dai sẽ bị suy giảm. Theo đó, hàm lượng Si được giới hạn là 0,50% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là 0,45% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,40% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,35% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là 0,30% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,50% đến 2,00%

Mn là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của pha bazơ và tăng độ bền. Để đạt được hiệu quả sáng chế, hàm lượng Mn cần là 0,50% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là 0,60% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,70% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,80% hoặc lớn hơn và tốt nhất là 1,00% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mn vượt quá 2,00%, khả năng hàn sẽ bị suy giảm. Hơn nữa, MnS, là tạp chất, trở nên tách biệt với lượng quá mức. Điều này làm suy giảm độ dẻo dai. Theo đó, hàm lượng Mn được giới hạn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là 1,85% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,70% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,55% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là 1,40% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,05% hoặc nhỏ hơn,

P là nguyên tố có trong thép như tạp chất ngẫu nhiên. Vì P phân tách tại các ranh giới hạt để tạo ra các hiệu quả bất lợi, chẳng hạn như suy giảm các đặc tính dẻo dai của thép nền và vùng hàn, tốt hơn là tốt hơn là giảm thiểu hàm lượng P. Hàm lượng P cho phép là 0,05% hoặc nhỏ hơn. Theo đó, hàm lượng P được giới hạn là 0,05% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng P tốt hơn là 0,04% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,03% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới cho hàm lượng P không được thiết lập. Vì việc giảm quá mức hàm lượng P dẫn đến tăng chi phí tinh chế, tốt hơn là giới hạn hàm lượng P ở mức 0,001% hoặc lớn hơn. Hàm lượng P tốt hơn là 0,002% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,003% hoặc lớn hơn.

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn,

S là nguyên tố có trong thép như một tạp chất ngẫu nhiên. S có mặt trong thép ở dạng tạp chất sunfua, chẳng hạn như MnS, đóng vai trò là điểm xuất phát của đứt gãy giòn, và do đó làm suy giảm độ dẻo dai. Do đó, tốt hơn là giảm thiểu hàm lượng S. Hàm lượng S cho phép là 0,02% hoặc nhỏ hơn. Theo đó, hàm lượng S được giới hạn là 0,02% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng S tốt hơn là 0,01% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới cho hàm

lượng S không được thiết lập. Vì việc giảm quá mức hàm lượng S dẫn đến tăng chi phí tinh chế, tốt hơn là giới hạn hàm lượng S ở mức 0,0005% hoặc lớn hơn.

Phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên. Nếu hàm lượng oxy (O) có trong thép dưới dạng tạp chất ngẫu nhiên vượt quá 0,0050%, thì sự phong phú của các tạp chất trên bề mặt của tấm thép sẽ tăng lên và do đó, khả năng hình thành các vết nứt tại các tạp chất tăng lên. Theo đó, hàm lượng O tốt hơn là 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Tương tự, nếu hàm lượng N có trong thép dưới dạng tạp chất ngẫu nhiên vượt quá 0,0050%, thì sự phong phú của các tạp chất trên bề mặt của tấm thép sẽ tăng lên và theo đó, khả năng hình thành các vết nứt tại các tạp chất cũng tăng lên. Theo đó, hàm lượng N tốt hơn là 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng N tốt hơn nữa là 0,0040% hoặc nhỏ hơn. Tương tự, nếu hàm lượng Al hòa tan có trong thép dưới dạng tạp chất ngẫu nhiên vượt quá 0,060%, Al sẽ đi vào vùng kim loại mối hàn trong quá trình hàn để làm giảm độ dẻo dai của vùng hàn. Theo đó, hàm lượng Al hòa tan tốt hơn là 0,060% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Al hòa tan tốt hơn nữa là 0,050% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,040% hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, thành phần hóa học có thể chứa thêm một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Cr: 0,01% đến 1,00%, Cu: 0,01% đến 2,00%, Ni: 0,01% đến 2,00%, Mo: 0,01% đến 1,00%, Co: 0,01% đến 1,00%, Sn: 0,005% đến 0,500%, Sb: 0,005% đến 0,200%, Nb: 0,005% đến 0,200%, V: 0,005% đến 0,200%, Ti: 0,005% đến 0,050%, B: 0,0001 % đến 0,0050%, Zr: 0,005% đến 0,100%, Ca: 0,0001% đến 0,020%, Mg: 0,0001% đến 0,020% và REM: 0,0001% đến 0,020%.

Cr: 0,01% đến 1,00%

Cr là nguyên tố làm tăng thêm độ bền. Cr cũng tăng tốc độ hình thành cementit, nghĩa là tăng tốc độ hình sang pha peclit, mà có hiệu quả về khả năng chống mỏi. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Cr, hàm lượng Cr bị giới hạn là 0,01% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Cr tốt hơn là 0,10% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Cr vượt quá 1,00%, khả năng hàn và độ dẻo dai sẽ bị suy giảm. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Cr, hàm lượng Cr bị giới hạn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cr tốt hơn là 0,80% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,50% hoặc nhỏ hơn.

Cu: 0,01% đến 2,00%

Cu là nguyên tố hòa tan trong thép và do đó làm tăng thêm độ bền. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Cu, hàm lượng Cu được giới hạn là 0,01% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Cu tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,10% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Cu vượt quá 1,00%, khả năng hàn sẽ bị suy giảm. Hơn nữa, các khuyết tật có khả năng được hình thành trong tấm thép trong quá trình sản xuất. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Cu, hàm lượng Cu bị giới hạn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn là 0,70% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,60% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,50% hoặc nhỏ hơn.

Ni: 0,01% đến 2,00%

Ni là nguyên tố làm tăng độ dẻo dai ở nhiệt độ thấp. Ni cũng cải thiện độ giòn nóng của thép bao gồm Cu. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Ni, hàm lượng Ni bị giới hạn là 0,01% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Ni tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ni vượt quá 2,00%, khả năng hàn sẽ bị suy giảm. Điều này làm tăng chi phí cho vật liệu thép. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Ni, hàm lượng Ni bị giới hạn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn là 0,70% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,40% hoặc nhỏ hơn.

Mo: 0,01% đến 1,00%

Mo là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của pha nền và có thể được thêm vào thép tùy theo đặc tính mong muốn. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Mo, hàm lượng Mo được giới hạn là 0,01% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Mo tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mo vượt quá 1,00%, khả năng hàn và độ dẻo dai sẽ bị suy giảm. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Mo, hàm lượng Mo bị giới hạn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mo tốt hơn là 0,80% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,70% hoặc nhỏ hơn.

Co: 0,01% đến 1,00%

Co là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của pha nền và có thể được thêm vào thép tùy thuộc vào đặc tính mong muốn. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Co, hàm lượng Co được giới hạn là 0,01% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm

lượng Co tốt hơn là 0,10% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,20% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,35% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Co vượt quá 1,00%, hiệu quả sáng chế sẽ trở nên bão hòa. Hơn nữa, chi phí hợp kim bị tăng lên. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Co, hàm lượng Co bị giới hạn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Co tốt nhất là 0,50% hoặc nhỏ hơn.

Sn: 0,005% đến 0,500%

Sn là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của pha nền và có thể được thêm vào thép tùy theo đặc tính mong muốn. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Sn, hàm lượng Sn được giới hạn là 0,005% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Sn tốt hơn là 0,010% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,020% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,030% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Sn vượt quá 0,500%, độ dẻo và độ dai của thép bị suy giảm. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Sn, hàm lượng Sn bị giới hạn là 0,500% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn là 0,300% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,200% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Sb: 0,005% đến 0,200%

Sb là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi của pha nền và có thể được thêm vào thép tùy thuộc vào đặc tính mong muốn. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Sb, hàm lượng Sb được giới hạn là 0,005% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Sb tốt hơn là 0,010% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,020% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Sb vượt quá 0,200%, độ dẻo và độ dai của thép bị suy giảm. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Sb, hàm lượng Sb bị giới hạn là 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sb tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,080% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,050% hoặc nhỏ hơn.

Nb: 0,005% đến 0,200%

Nb là nguyên tố ngăn chặn sự kết tinh lại của auxtenit trong quá trình cán nóng và làm giảm kích thước của các hạt cuối cùng. Nb cũng kết tủa trong quá trình làm nguội tự nhiên được thực hiện sau quá trình làm nguội nhanh và do đó làm tăng độ bền hơn nữa. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Nb, hàm lượng Nb được giới hạn là 0,005% hoặc lớn hơn để đạt được các hiệu quả có lợi. Hàm lượng Nb tốt hơn là 0,007%

hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,010% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Nb vượt quá 0,200%, độ thấm tôi tăng lên quá mức và lượng bainit quá mức được hình thành. Điều này làm cho không thể hình thành tổ chức tế vi dự kiến và làm suy giảm độ dẻo dai. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Nb, hàm lượng Nb bị giới hạn là 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Nb tốt hơn là 0,070% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,050% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,040% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là 0,030% hoặc nhỏ hơn.

V: 0,005% đến 0,200%

Tương tự như Nb, V là nguyên tố ngăn chặn sự kết tinh lại của auxtenit trong quá trình cán nóng và làm giảm kích thước hạt. V cũng kết tủa trong quá trình làm nguội tự nhiên được thực hiện sau quá trình cán nóng và do đó làm tăng độ bền. Do đó, V có thể được thêm vào thép tùy thuộc vào các đặc tính dự kiến. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa V, hàm lượng V được giới hạn là 0,005% hoặc lớn hơn để đạt được các hiệu quả có lợi. Hàm lượng V tốt hơn là 0,010% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,020% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,030% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng V vượt quá 0,200%, một lượng lớn VC sẽ kết tủa và do đó, độ dẻo dai sẽ bị suy giảm. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa V, hàm lượng V bị giới hạn là 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng V tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,070% hoặc nhỏ hơn.

Ti: 0,005% đến 0,050%

Ti có khả năng cao để tạo thành nitrua, cố định N để giảm lượng N hòa tan, và do đó tăng cường các đặc tính dẻo dai của thép nền và vùng hàn. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa B, việc thêm Ti vào thành phần hóa học sẽ khiến Ti cố định N và làm giảm khả năng B kết tủa ở dạng BN. Điều này tạo điều kiện cho hiệu quả của B để tăng độ thấm tôi và tăng độ bền hơn nữa. Do đó, Ti có thể được thêm vào thép tùy thuộc vào các đặc tính dự kiến. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Ti, hàm lượng Ti được giới hạn là 0,005% hoặc lớn hơn để đạt được các hiệu quả có lợi. Hàm lượng Ti tốt hơn là 0,007% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,010% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ti vượt quá 0,050%, một lượng lớn TiC sẽ kết tủa. Điều này làm suy giảm

độ dẻo dai. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Ti, hàm lượng Ti bị giới hạn là 0,050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ti tốt hơn là 0,040% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,030% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,020% hoặc nhỏ hơn.

B: 0,0001% đến 0,0050%

B là nguyên tố giúp tăng cường đáng kể độ thấm tôi và tăng độ bền ngay cả với một lượng nhỏ. Do đó, B có thể được thêm vào thép tùy thuộc vào các đặc tính dự kiến. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa B, hàm lượng B được giới hạn là 0,0001% hoặc lớn hơn để đạt được các hiệu quả có lợi. Hàm lượng B tốt hơn là 0,0005% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,001% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng B vượt quá 0,0050%, các hiệu quả sáng chế sẽ trở nên bão hòa. Hơn nữa, khả năng hàn trở nên bị suy giảm. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa B, hàm lượng B bị giới hạn là 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng B tốt hơn là 0,0040% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,0030% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Zr: 0,005% đến 0,100%

Zr là nguyên tố làm tăng thêm độ bền. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Zr, hàm lượng Zr được giới hạn là 0,005% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Zr tốt hơn là 0,010% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,030% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,050% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Zr vượt quá 0,100%, hiệu quả tăng độ bền trở nên bão hòa. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Zr thì giới hạn hàm lượng Zr từ 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Ca: 0,0001% đến 0,020%

Ca kết hợp với S để giảm sự hình thành MnS và tương tự, mở rộng theo hướng cán, thực hiện kiểm soát hình thái sao cho các tạp chất sunfua có dạng hình cầu, và tăng cường các đặc tính dẻo dai của vùng hàn và tương tự. Do đó, Ca có thể được thêm vào thép tùy thuộc vào các đặc tính dự kiến. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Ca, hàm lượng Ca được giới hạn là 0,0001% hoặc lớn hơn để đạt được các hiệu quả có lợi. Hàm lượng Ca tốt hơn là 0,0005% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,0010% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ca vượt quá 0,020%, các hiệu quả sáng chế sẽ trở nên bão hòa. Hơn nữa, độ sạch của thép trở nên suy giảm. Điều này làm tăng sự xuất hiện

của các khuyết tật bề mặt và làm suy giảm chất lượng bề mặt. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Ca, hàm lượng Ca bị giới hạn là 0,020% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ca tốt hơn là 0,010% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,006% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,002% hoặc nhỏ hơn.

Ca: 0,0001% đến 0,020%,

Mg là nguyên tố làm tăng độ dẻo dai bằng cách giảm kích thước hạt. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa Mg, hàm lượng Mg được giới hạn là 0,0001% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng Mg tốt hơn là 0,0003% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mg vượt quá 0,020%, hiệu quả sáng chế sẽ trở nên bão hòa. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa Mg, hàm lượng Mg bị giới hạn là 0,020% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mg tốt hơn là 0,015% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,010% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,005% hoặc nhỏ hơn.

REM: 0,0001% đến 0,020%

Kim loại đất hiếm (rare-earth metal, REM) là những nguyên tố giúp tăng độ dẻo dai. Trong trường hợp thành phần hóa học có chứa REM, hàm lượng REM được giới hạn là 0,0001% hoặc lớn hơn để đạt được hiệu quả có lợi. Hàm lượng REM tốt nhất là 0,0003% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng REM vượt quá 0,020%, hiệu quả sáng chế sẽ trở nên bão hòa. Theo đó, trường hợp thành phần hóa học có chứa REM, hàm lượng REM bị giới hạn là 0,020% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng REM tốt hơn là 0,010% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,005% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,001% hoặc nhỏ hơn.

[Tổ chức tế vi]

Những lý do hạn chế về tổ chức tế vi của tấm thép được mô tả dưới đây. Trong phần mô tả tổ chức tế vi dưới đây, "%" đề cập đến phần diện tích trừ khi có quy định khác. Trong phần mô tả sau đây, "đầu trước" của tấm thép được xác định là vị trí cách mép trước của tấm thép 100 mm theo hướng cán về phía mép sau. Tương tự, "đầu sau" của tấm thép được định nghĩa là vị trí cách mép sau của tấm thép 100 mm theo hướng cán về phía mép trước. "Tâm" của tấm thép được định nghĩa là tâm của tấm thép theo

hướng cán (hướng dọc).

Tổ chức tế vi trong vùng mở rộng từ bề mặt đến độ sâu 100 100 μm bên dưới bề mặt (Tổ chức tế vi phần lớp bề mặt)

Tổ chức tế vi trong vùng mở rộng từ bề mặt của tấm thép theo sáng chế đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt theo hướng chiều dày (sau đây, vùng này có thể được gọi đơn giản là "phần lớp bề mặt ") bao gồm pha ferit sao cho phần diện tích của pha ferit là 80% hoặc lớn hơn. Trong vùng hai pha tương ứng bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3, xảy ra phản ứng khử cacbon của lớp bề mặt, tạo thành 80% hoặc lớn hớn ferit trong phần lớp bề mặt để làm mềm lớp bề mặt của tấm thép và tăng cường rõ rệt đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày.

Phản ứng khử cacbon của lớp bề mặt xảy ra khi nhiệt độ đi qua vùng hai pha hoặc nhiệt độ được giữ trong vùng hai pha trong bước nung nóng lại.

Nếu phần diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt nhỏ hơn 80%, tổ chức tế vi cứng còn lại bao gồm pha bainit, pha peclit, pha mactenxit hoặc pha hỗn hợp của chúng sẽ xuất hiện với lượng lớn. Điều này làm tăng độ cứng của phần lớp bề mặt và khiến nó không thể đạt được đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày dự kiến. Hơn nữa, độ bền kéo có thể tăng lên quá mức.

Lưu ý rằng phần diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt là phần diện tích trung bình của pha ferit trong vùng giãn dài từ bề mặt của tấm thép đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt. Thuật ngữ "tổ chức tế vi" của phần lớp bề mặt dùng để chỉ các tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt được đo ở đầu trước, trung tâm và đầu sau của tấm thép theo hướng cán. Do đó, trung bình của các tỷ lệ diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ bề mặt của tấm thép theo sáng chế đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt được đo ở đầu trước, trung tâm, và phần sau của tấm thép theo hướng cán là 80% hoặc lớn hơn. Thông thường, điều kiện trên được coi là thỏa mãn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo hướng cán khi các tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt ở đầu trước, trung tâm và đầu sau thỏa mãn điều kiện trên. Do đó, được cho rằng là phần diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt là 80% hoặc nhiều hơn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo sáng chế theo hướng cán. Nghĩa là, theo sáng chế, ý nghĩa của biểu thức "tỷ lệ diện tích của pha

ferit trong phần lớp bề mặt là 80% hoặc lớn hơn" là tỷ lệ diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt luôn luôn là 80% hoặc lớn hơn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo hướng cán, tức là ở bất kỳ vị trí nào của đầu trước, trung tâm và sau.

Phần còn lại của tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt không phải là pha ferit, nghĩa là tổ chức tế vi còn lại, tốt hơn là bao gồm pha peclit hoặc pha hỗn hợp của pha bainit và pha peclit. Do pha bainit chứa thành phần mactenxit-auxtenit (MA) và làm suy giảm độ dẻo dai, tốt hơn là tốt hơn là giảm thiểu tỷ lệ của pha bainit. Tốt hơn nữa là tổ chức tế vi còn lại chỉ bao gồm pha peclit.

Tổ chức tế vi trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày (Tổ chức tế vi bên trong chiều dày)

Tổ chức tế vi trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt của tấm thép theo sáng chế đến vị trí 1/4 chiều dày theo hướng chiều dày (sau đây, vùng này có thể được gọi đơn giản là "chiều dày bên trong") bao gồm pha ferit sao cho phần diện tích của pha ferit là 80% hoặc nhỏ hơn. Khi tổ chức vi mô của chiều dày bên trong thỏa mãn điều kiện trên, có thể đạt được độ bền dự kiến và khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi dự kiến.

Lưu ý rằng phần diện tích của pha ferit ở bên trong chiều dày là phần diện tích trung bình của pha ferit trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt của tấm thép đến vị trí 1/4 chiều dày. Thuật ngữ "tổ chức tế vi" của chiều dày bên trong dùng để chỉ các tổ chức tế vi của chiều dày bên trong được đo ở đầu trước, trung tâm, và đầu sau của tấm thép theo hướng cán. Do đó, các tổ chức tế vi trong vùng mở rộng từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt của tấm thép theo sáng chế đến vị trí 1/4 chiều dày ở đầu trước, trung tâm và đầu sau của tấm thép theo hướng cán đáp ứng điều kiện trên. Thông thường, tương tự như tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt, điều kiện trên được coi là thỏa mãn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo hướng cán khi các tổ chức tế vi của chiều dày-bên trong ở đầu trước, trung tâm, và đầu sau thỏa mãn điều kiện trên. Do đó, được cho rằng là phần diện tích của pha ferit trong tổ chức tế vi của chiều dày-bên trong là 80% hoặc nhỏ hơn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo sáng chế theo hướng cán.

Theo sáng chế, phần còn lại của tổ chức tế vi có chiều dày-bên trong bao gồm

pha peclit hoặc pha hỗn hợp của pha peclit và pha bainit, trong đó phần diện tích của pha peclit cao hơn phần diện tích của pha bainit. Do pha bainit chứa thành phần mactenxit-auxtenit (MA) và làm suy giảm độ dẻo dai, tốt hơn là khi phần diện tích của pha pearlite cao hơn phần diện tích của pha bainit, thì có thể đạt được độ dẻo dai mong muốn. Phần diện tích của pha bainit tốt hơn là 15% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 13% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 11% hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng thuật ngữ "phần còn lại" của tấm thép theo sáng chế đề cập đến phần còn lại của phần lớp bề mặt và chiều dày-bên trong ở đầu trước, trung tâm và đầu sau. Nghĩa là, trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo hướng cán, tổ chức tế vi còn lại bao gồm pha peclit hoặc pha hỗn hợp của pha peclit và pha bainit và phần diện tích của pha peclit cao hơn phần diện tích của pha bainit.

Các tổ chức tế vi của phần lớp bề mặt và chiều dày bên trong có thể được xác định bằng phương pháp được mô tả trong các ví dụ bên dưới.

Giãn dài toàn bộ chiều dày

Độ giãn dài toàn bộ chiều dày tấm thép tốt hơn là, nhưng không giới hạn, 19% hoặc lớn hơn trong trường hợp chiều dày tấm thép lớn hơn 16 mm. Trong trường hợp chiều dày tấm thép từ 16 mm hoặc nhỏ hơn, độ giãn dài toàn bộ chiều dày tấm thép tốt hơn là 15% hoặc lớn hơn. Theo sáng chế, tốt hơn là điều kiện trên đối với độ giãn dài toàn bộ chiều dày được thỏa mãn ở đầu trước, trung tâm và đầu sau của tấm thép theo hướng cán. Thông thường, được coi là điều kiện trên được thỏa mãn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo hướng cán khi điều kiện được thỏa mãn ở đầu trước, trung tâm và đầu sau. Độ giãn dài toàn bộ chiều dày có thể được đo bằng phương pháp được mô tả trong các Ví dụ bên dưới.

[Độ bền kéo]

Độ bền kéo (tensile strength, TS) của tấm thép tốt hơn là, nhưng không giới hạn ở 490 MPa hoặc lớn hơn. Giới hạn trên đối vớ TS cũng không bị hạn chế. Ví dụ, trong trường hợp cần đạt được mức 490 MPa (kgf/mm^2) theo JIS, TS có thể là 610 MPa hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp đạt được mức 570 MPa (60 kgf/mm^2) theo JIS, giới hạn dưới và trên đối với TS có thể được thiết lập tương ứng là 570 MPa và 720 MPa. Theo sáng

chế, tốt hơn là điều kiện TS trên được thỏa mãn ở đầu trước, trung tâm và đầu sau của tấm thép theo hướng cán. Thông thường, được coi là điều kiện trên được thỏa mãn trên toàn bộ chiều dài của tấm thép theo hướng cán khi điều kiện được thỏa mãn ở đầu trước, trung tâm và đầu sau. TS có thể được đo bằng phương pháp được mô tả trong các ví dụ bên dưới.

[Độ dẻo dai]

Do tấm thép theo sáng chế có thành phần hóa học và tổ chức tế vi như trên, tốt hơn là tấm thép theo sáng chế có độ dẻo dai tuyệt vời. Độ dẻo dai của tấm thép theo sáng chế không bị giới hạn. Khi sử dụng mẫu thử nghiệm có chiều dày 10 mm, năng lượng hấp thụ Charpy của mẫu thử nghiệm ở 0°C, vE_0, là thước đo độ dẻo dai, tốt hơn là 100 J hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 130 J hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 150 J hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 200 J hoặc lớn hơn. Giới hạn trên đối với vE_0 không bị giới hạn và có thể là, ví dụ, 400 J hoặc nhỏ hơn, có thể từ 300 J hoặc nhỏ hơn và có thể từ 270 J hoặc nhỏ hơn. Khi sử dụng mẫu thử nghiệm có chiều dày 5 mm, năng lượng hấp thụ Charpy của mẫu thử nghiệm ở 0°C, vE_0, tốt hơn là 50 J hoặc lớn hơn. Giới hạn trên đối với vE_0 không bị giới hạn và có thể là, ví dụ, 200 J hoặc nhỏ hơn, có thể từ 150 J hoặc nhỏ hơn và có thể từ 135 J hoặc nhỏ hơn. Giá trị vE_0 có thể được đo bằng phương pháp được mô tả trong các Ví dụ bên dưới.

[Đặc tính lan truyền vết nứt mỏi]

Do tấm thép theo sáng chế có thành phần hóa học và tổ chức tế vi như trên, tốt hơn là tấm thép theo sáng chế có đặc tính lan truyền vết nứt mỏi tuyệt vời. Tốc độ lan truyền vết nứt mỏi (da/dN) có thể được sử dụng làm thước đo đặc tính lan truyền vết nứt mỏi. Tốc độ lan truyền vết nứt mỏi không bị giới hạn. Theo sáng chế, tốc độ lan truyền vết nứt mỏi được đo ở $\Delta K = 25$ MPa $\sqrt{m}$ tốt hơn là $4{,}25 \times 10^{-8}$ m/chu kỳ hoặc nhỏ hơn.

[Chiều dày]

Thuật ngữ "tấm thép" được sử dụng trong sáng chế đề cập đến tấm thép có chiều dày 6 mm hoặc lớn hơn theo định nghĩa chung được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật. Giới hạn trên đối với chiều dày tấm thép theo sáng chế không được thiết lập và có thể là bất kỳ giá trị nào. Tuy nhiên, chiều dày tấm thép tốt hơn là 25 mm hoặc nhỏ hơn và

tốt hơn nữa là 20 mm hoặc nhỏ hơn như đã mô tả ở trên, chênh lệch nhiệt độ giữa đầu trước và đầu sau của tấm thép có thể lớn và các hiệu quả đạt được của sáng chế đặc biệt quan trọng khi tấm thép là tấm thép mỏng, được yêu cầu phải có đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày tuyệt vời.

[Phương pháp sản xuất]

Tấm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bằng phương pháp trong đó vật liệu thép có thành phần hóa học được mô tả ở trên được xử lý nung nóng, cán nóng, làm nguội, nung nóng lại, làm nguội và tôi theo thứ tự hoặc phương pháp trong đó vật liệu thép được xử lý nung nóng, cán nóng, làm nguội và tôi theo thứ tự. Trước hết, phương pháp mà trong đó thực hiện các bước xử lý nung nóng, cán nóng, làm nguội, nung nóng lại, làm nguội và tôi theo thứ tự được mô tả dưới đây.

Vật liệu thép

Vật liệu thép được sử dụng trong sáng chế có thể là bất kỳ vật liệu thép nào có thành phần hóa học như trên và có thể được cán nóng. Thông thường, tấm thép được sử dụng làm vật liệu thép. Ví dụ, thép nóng chảy có thành phần hóa học như trên được chuẩn bị bằng cách sử dụng lò chuyển hoặc thiết bị tương tự và được tạo thành vật liệu thép, chẳng hạn như tấm thép, bằng phương pháp đúc, chẳng hạn như đúc liên tục. Vật liệu thép, như tấm thép, cũng có thể được chuẩn bị bằng cách đúc phôi.

Quá trình nung nóng

Vật liệu thép có thành phần hóa học như trên được nung ở nhiệt độ từ 900°C đến 1200°C. Nếu nhiệt độ nung nóng ở trên thấp hơn 900°C, khả năng chống biến dạng của vật liệu thép trong bước cán nóng tiếp theo sẽ tăng lên. Điều này làm tăng tải cho máy cán nóng và gây khó khăn cho việc thực hiện cán nóng. Theo đó, nhiệt độ nung nóng được giới hạn là 900°C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ nung nóng tốt hơn là 950°C hoặc lớn hơn. Nếu nhiệt độ nung nóng lớn hơn 1200°C, độ dẻo dai sẽ bị suy giảm. Theo đó, nhiệt độ nung nóng được giới hạn là 1200°C hoặc thấp hơn. Nhiệt độ nung nóng tốt hơn là 1150°C hoặc thấp hơn.

Trong trường hợp vật liệu thép (tấm) được sản xuất bằng cách đúc liên tục hoặc tương tự, tấm có thể trực tiếp được đưa vào bước nung nóng mà không cần làm nguội

và có thể trải qua bước nung nóng sau khi được làm nguội. Phương pháp mà hệ thống sưởi được thực hiện không bị giới hạn. Ví dụ, lò nung nóng có thể được sử dụng để nung nóng như trong các phương pháp thông thường.

Cán nóng

Vật liệu thép được nung nóng được cán nóng để tạo thành tấm thép được cán nóng. Trong bước cán nóng, tỷ lệ giảm cán tích lũy được đặt là 50% hoặc lớn hơn để duy trì độ dẻo dai nhất định của tấm thép, đây là một trong những đặc tính cơ bản của tấm thép. Nếu tỷ lệ giảm cán tích lũy nhỏ hơn 50%, các hạt ferit có ở chiều dày-bên trong trở nên thô hơn và do đó, vùng trong đó độ giòn kém cục bộ được hình thành. Điều này làm tăng sự hình thành các vết nứt giòn và làm giảm độ dẻo dai. Các điều kiện khác cho bước cán nóng không bị giới hạn.

Làm nguội

Tấm thép đã được cán nóng sau đó được làm nguội (bước làm nguội thứ nhất). Trong bước làm nguội, nhiệt độ tốt hơn là giảm nhiệt độ xuống nhiệt độ phòng trong trường hợp thực hiện nung nóng lại. Việc làm nguội có thể được thực hiện bằng bất kỳ phương pháp nào, chẳng hạn như làm nguội tự nhiên hoặc làm nguội nhanh. Các điều kiện để làm nguội không bị hạn chế.

Nung nóng lại

Sau đó, tấm thép đã làm nguội được nung nóng lại đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và bằng hoặc thấp hơn 950°C. Nhiệt độ nung nóng lại tốt hơn là thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3. Nung nóng tấm thép đến phạm vi nhiệt độ bao gồm cả pha auxtenit bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và bằng hoặc thấp hơn 950°C giúp loại bỏ sự không nhất quán về tổ chức tế vi gây ra do chênh lệch làm nguội và do đó loại bỏ sự không nhất quán về đặc tính cơ học. Nhiệt độ nung nóng lại tốt hơn là thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3 để không làm suy yếu tổ chức tế vi có trước khi nung nóng lại.

Trong trường hợp nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3, xảy ra phản ứng khử cacbon duy nhất cho vùng hai pha và do đó, phần diện tích của pha ferit trên lớp bề mặt có thể đạt 80% hoặc

lớn hơn. Trong trường hợp nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3 và bằng hoặc thấp hơn 950°C, việc giảm lượng thời gian thực hiện giữ ở nhiệt độ nung nóng lại sẽ ngăn chặn quá trình chuyển đổi ngược lại của ferit pha chứa trong phần lớp bề mặt, được tạo ra bởi phản ứng khử cacbon của lớp bề mặt trong khi nhiệt độ đi qua vùng hai pha, đến pha auxtenit và do đó, phần diện tích của pha ferit trong lớp bề mặt khẩu phần có thể đạt 80% hoặc lớn hơn.

Nếu nhiệt độ nung nóng lại vượt quá 950°C, sự chuyển hóa ngược của pha ferit có trong phần lớp bề mặt, được tạo ra bởi phản ứng khử cacbon của lớp bề mặt trong khi nhiệt độ đi qua vùng hai pha, sang pha auxtenit được tăng tốc và do đó, phần diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt trở nên nhỏ hơn 80%. Điều này làm tăng độ cứng của phần lớp bề mặt và khiến nó không thể đạt được đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày dự kiến.

Người ta cũng nhận thấy rằng, trong trường hợp nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3 và bằng hoặc thấp hơn 950°C, kích thước hạt của pha auxtenit chứa trong chiều dày-bên trong là lớn so với trường hợp nhiệt độ nung nóng lại thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3, nhưng độ dẻo dai không bị suy giảm quá mức. Hơn nữa, trong phạm vi nhiệt độ này, tốc độ chuyển hóa ngược lại sang pha auxtenit xảy ra ở chiều dày-bên trong được tăng lên. Do đó, tổ chức tế vi pha nền dự kiến có thể được hình thành với thời gian nung nóng ngắn. Điều này làm tăng số lượng tấm thép có thể được sản xuất trong thời gian định trước, nghĩa là tăng năng suất.

Nếu nhiệt độ nung nóng lại vượt quá 950°C, pha auxtenit được hình thành do sự chuyển hóa ngược trong chiều dày-bên trong lớn dần và trở nên thô hơn và do đó, vùng trong đó độ dẻo dai kém cục bộ được hình thành. Kết quả là, độ dẻo dai trở nên suy giảm.

Nếu nhiệt độ nung nóng lại thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 thì phản ứng chuyển hóa ngược lại sang pha auxtenit không xảy ra và tỷ lệ diện tích của pha ferit, pha peclit và pha bainit trong chiều dày-bên trong không đạt phần diện tích dự kiến sau khi làm nguội. Điều này làm suy giảm đặc tính mỏi (đặc tính lan truyền vết nứt). Hơn nữa, không thể loại bỏ sự không nhất quán trong các đặc tính cơ học do sai lệch làm nguội

trong bước làm nguội được tiến hành sau quá trình cán nóng.

Ví dụ, nhiệt độ chuyển hóa Ac1 có thể được xác định bằng cách sử dụng Công thức (1) bên dưới.

$$Ac1\ (°C) = 723 + 29{,}1 \times Si - 10{,}7 \times Mn - 16{,}9 \times Ni + 16{,}9 \times Cr \cdots (1)$$

Ví dụ, nhiệt độ chuyển hóa Ac3 có thể được xác định bằng cách sử dụng Công thức (2) bên dưới.

$$Ac3\ (°C) = 961{,}6 - 311{,}9 \times C + 49{,}5 \times Si - 36{,}4 \times Mn + 438{,}1 \times P - 2818 \times S + 12{,}7 \times Al - 51 \times Cu - 29 \times Ni - 8{,}7 \times Cr + 13{,}5 \times Mo + 308{,}1 \times Nb - 140 \times V + 318{,}9 \times Ti + 611{,}2 \times B - 969 \times N \cdots (2)$$

Các ký hiệu nguyên tố được sử dụng trong Công thức (1) và (2) ở trên đề cập đến hàm lượng (% theo khối lượng) của các nguyên tố tương ứng và biểu thị số 0 khi không bao gồm các nguyên tố này.

Trong xử lý nung nóng lại, tốt hơn là giữ nhiệt độ ở nhiệt độ nung nóng lại sau khi nhiệt độ đã được tăng lên đến nhiệt độ nung nóng lại. Trong trường hợp nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3, nếu thời gian giữ nhiệt độ nhỏ hơn 10 phút thì quá trình chuyển hóa ngược sang pha auxtenit không xảy ra trên toàn bộ chiều dài của tấm thép và do đó, độ thấm tôi của một phần của tấm thép có thể bị suy giảm đáng kể. Theo đó, thời gian giữ tốt hơn là 10 phút hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac3 và bằng hoặc thấp hơn 950°C, nếu thời gian giữ lớn hơn 30 phút, pha auxtenit lớn dần và trở nên thô. Theo đó, thời gian giữ tốt hơn là 30 phút hoặc ngắn hơn.

Làm nguội

Tấm thép được nung nóng lại trong bước nung nóng lại hoặc tấm thép cán nóng được làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện từ 350°C đến 600°C (bước làm nguội thứ hai). Trong bước này, tốc độ làm nguội trung bình được đặt thành 2 °C/giây đến 7 °C/giây. Tốt hơn là giảm thiểu tốc độ làm nguội trung bình để cải thiện độ dẻo dai, bởi vì tốc độ làm nguội trung bình càng thấp thì mức độ chuyển hóa peclit càng cao. Tuy nhiên, nếu tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn 2 °C/giây, thì các hạt ferit phát triển quá

mức và trở nên thô. Kết quả là, độ dẻo dai trở nên suy giảm. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình được giới hạn là 2 °C/giây hoặc lớn hơn. Nếu tốc độ làm nguội trung bình vượt quá 7 °C/giây, thì sự chuyển hóa peclit không xảy ra ở mức độ đủ trong tổ chức tế vi bên trong tấm thép và sự chuyển hóa bainit hoặc chuyển hóa mactenxit tăng lên. Trong trường hợp như vậy, các tỷ lệ của pha bainit và pha mactenxit được tăng lên và do đó, đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày và độ dẻo dai trở nên suy giảm. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình được giới hạn là 7 °C/giây hoặc nhỏ hơn. Tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là 5 °C/giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4 °C/giây hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3 °C/giây.

Trong trường hợp nhiệt độ làm nguội hoàn thiện nhỏ hơn 350°C, ferit được hình thành quá mức ở chiều dày-bên trong. Điều này làm cho toàn bộ tấm thép bị mềm và không thể đạt được độ bền kéo dự kiến. Theo đó, nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được giới hạn là 350°C hoặc lớn hơn. Nếu nhiệt độ làm nguội hoàn thiện vượt quá 600°C, quá trình tôi được thực hiện trong khi vẫn còn một lượng lớn auxtenit không được chuyển hóa và do đó, bainit cứng và mactenxit được hình thành với lượng quá lớn. Điều này làm suy giảm đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày và độ dẻo dai. Theo đó, nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được giới hạn là 600°C hoặc thấp hơn.

Quá trình tôi

Tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được tôi. Do đó, nhiệt độ tôi là 350°C đến 600°C. Các điều kiện để xử lý tôi được thực hiện không bị giới hạn; việc xử lý tôi có thể được thực hiện trong bất kỳ điều kiện nào. Tốt hơn là thực hiện làm nguội bằng nước ở nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ Ms, hoặc tốt hơn là 200°C hoặc thấp hơn. Ví dụ, nhiệt độ Ms có thể được xác định bằng Công thức (3) bên dưới.

$$Ms\ (°C) = 517 - 300 \times C - 11 \times Si - 33 \times Mn - 17 \times Ni - 22 \times Cr - 11 \times Mo \cdots (3)$$

Các ký hiệu nguyên tố được sử dụng trong Công thức (3) ở trên đề cập đến hàm lượng (% theo khối lượng) của các nguyên tố tương ứng và biểu thị số 0 khi không bao gồm các nguyên tố này.

Thứ hai, phương pháp thực hiện các xử lý nung nóng, cán nóng, làm nguội, và tôi theo thứ tự được mô tả dưới đây.

Vật liệu thép được sử dụng giống như vật liệu thép được mô tả ở trên. Xử lý nung nóng và cán nóng có thể được thực hiện bằng các phương pháp giống như xử lý nung nóng và cán nóng được mô tả ở trên.

Trong quá trình xử lý làm nguội sau quá trình xử lý cán nóng, trước tiên, nhiệt độ được giảm xuống nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar1 và bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar3. Sau đó, nhiệt độ được giảm từ nhiệt độ (nhiệt độ bắt đầu làm nguội) đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar1 và bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar3 đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C ở tốc độ làm nguội trung bình 2 °C/giây đến 7 °C/giây. Lý do nhiệt độ bắt đầu làm nguội được đặt ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar1 và bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar3 (vùng hai pha) là do xảy ra phản ứng khử cacbon duy nhất cho vùng hai pha và, do đó, phần diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt có thể đạt tới 80% hoặc lớn hơn.

Lý do khiến tốc độ làm nguội trung bình trong lần xử lý tiếp theo được đặt thành 2 °C/giây đến 7 °C/giây như sau. Nếu tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn 2 °C/giây, thì các hạt ferit phát triển đến quá mức và trở nên thô. Kết quả là, độ dẻo dai trở nên suy giảm. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình được giới hạn là 2 °C/giây hoặc lớn hơn. Nếu tốc độ làm nguội trung bình vượt quá 7 °C/giây, thì sự chuyển hóa peclit không xảy ra ở mức độ đủ trong tổ chức tế vi bên trong tấm thép và sự chuyển hóa bainit hoặc chuyển hóa mactenxit tăng lên. Trong trường hợp như vậy, các tỷ lệ của pha bainit và pha mactenxit được tăng lên và do đó, đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày và độ dẻo dai trở nên suy giảm. Theo đó, tốc độ làm nguội trung bình được giới hạn là 7 °C/giây hoặc nhỏ hơn. Tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là 5 °C/giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4 °C/giây hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3 °C/giây.

Các lý do mà nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được đặt từ 350°C đến 600°C như sau. Trong trường hợp nhiệt độ làm nguội hoàn thiện nhỏ hơn 350°C, ferit được hình thành quá mức ở chiều dày-bên trong. Điều này làm cho toàn bộ tấm thép bị mềm và không thể đạt được độ bền kéo dự kiến. Theo đó, nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được giới hạn là 350°C hoặc lớn hơn. Nếu nhiệt độ làm nguội hoàn thiện vượt quá 600°C, quá

trình tôi được thực hiện trong khi vẫn còn một lượng lớn auxtenit không được chuyển hóa và do đó, bainit cứng và mactenxit được hình thành với lượng quá lớn. Điều này làm suy giảm đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày và độ dẻo dai. Theo đó, nhiệt độ làm nguội hoàn thiện được giới hạn là 600°C hoặc thấp hơn.

Xử lý tôi tiếp theo có thể được thực hiện bằng phương pháp giống như xử lý tôi được mô tả ở trên.

Ví dụ, nhiệt độ chuyển hóa Ar1 có thể được xác định bằng cách sử dụng Công thức (4) bên dưới.

$$Ar1 = 712 - 17{,}8 \times C - 19{,}1 \times Ni + 20{,}1 \times Si + 11{,}9 \times Cr + 9{,}8 \times Mo \cdots (4)$$

Ví dụ, nhiệt độ chuyển hóa Ar3 có thể được xác định bằng cách sử dụng Công thức (5) bên dưới.

$$Ar3 = 910 - 310 \times C - 80 \times Mn - 20 \times Cu - 15 \times Cr - 55 \times Ni - 80 \times Mo \cdots (5)$$

Các ký hiệu nguyên tố được sử dụng trong Công thức (4) và (5) ở trên đề cập đến hàm lượng (% theo khối lượng) của các nguyên tố tương ứng và biểu thị số 0 khi không bao gồm các nguyên tố này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các hiệu quả đạt được của sáng chế được mô tả cụ thể trên cơ sở các ví dụ dưới đây. Cần lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ bên dưới.

Thép nóng chảy có thành phần được mô tả trong Bảng 1 đã được chuẩn bị và sử dụng làm vật liệu thép (tấm). Nhiệt độ Ac1, Ac3, Ms, Ar1 và Ar3 được liệt kê trong Bảng 1 là các giá trị được xác định bằng Công thức (1), (2), (3), (4) và (5) tương ứng ở trên.

Các tấm này được nung nóng và xử lý cán nóng trong các điều kiện được mô tả trong Bảng 2 để chuẩn bị các tấm thép cán nóng có chiều dài đầy đủ là 20 m và chiều dày được liệt kê trong Bảng 2. Các tấm thép cán nóng được làm nguội đến nhiệt độ phòng bằng cách sử dụng các phương pháp làm nguội được mô tả trong Bảng 2, sau đó được nung nóng lại đến nhiệt độ nung nóng được mô tả trong Bảng 2, và sau đó được giữ trong 30 phút hoặc lớn hơn. Sau đó, các tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện với tốc độ làm nguội trung bình được mô tả trong Bảng 2 bằng cách

phun nước làm nguội lên cả hai bề mặt của các tấm thép. Sau đó, quá trình xử lý tôi đã được thực hiện. Trong quá trình xử lý tôi, nhiệt độ được giảm xuống 150°C hoặc thấp hơn bằng cách làm nguội bằng nước.

Để so sánh, ở một trong các ví dụ so sánh (Số 24 trong Bảng 2), quá trình xử lý tôi được thực hiện ngay sau quá trình xử lý nung nóng lại mà không thực hiện quá trình xử lý làm nguội đáp ứng các điều kiện theo sáng chế. Trong ví dụ so sánh này, quá trình xử lý tôi được thực hiện trong các điều kiện sau: tốc độ làm nguội trung bình: 44,0 °C/giây, nhiệt độ làm nguội hoàn thiện: 110°C.

Mỗi tấm thép được đánh giá về (1) tổ chức tế vi, (2) độ giãn dài toàn bộ chiều dày, (3) độ bền kéo (tensile strength, TS), (4) đặc tính lan truyền vết nứt mỏi và (5) độ dẻo dai. Để xác định các đặc tính trên trên toàn bộ chiều dài của tấm thép, các mẫu thử được lấy từ đầu trước, trung tâm và đầu sau của tấm thép theo hướng cán. Các phương pháp thử nghiệm được sử dụng như sau. Lưu ý rằng các mẫu thử được lấy từ đầu trước và sau là các mẫu thử được lấy từ các vị trí cách các mép tương ứng của tấm thép 100 mm theo hướng cán.

(1) Quan sát tổ chức tế vi

Tổ chức tế vi đã được quan sát theo cách sau.

Tỷ lệ diện tích của pha ferit trong phần lớp bề mặt, tỷ lệ diện tích của pha ferit trong chiều dày-bên trong, và tỷ lệ diện tích của pha peclit và bainit trong chiều dày-bên trong

Mẫu thử để quan sát tổ chức tế vi được lấy từ mỗi tấm thép sao cho có thể quan sát được mặt cắt ngang vuông góc với hướng cán (mặt cắt ngang hướng chiều dày). Sau khi mặt cắt ngang được đánh bóng ở trạng thái nhẵn như gương, nó được ăn mòn bằng chất ăn mòn (dung dịch axit nitric-metanol). Một phần của mặt cắt giãn dài từ bề mặt tấm thép đến vị trí 1/4 chiều dày được quan sát bằng kính hiển vi quang học (độ phóng đại: 400 lần). Hình ảnh được chụp sao cho có thể thu được ảnh chụp liên tục. Sử dụng ảnh chụp tổ chức tế vi, việc xác định pha được thực hiện bằng phân tích hình ảnh và (a) phần diện tích trung bình của pha ferit trong vùng giãn dài từ bề mặt của tấm thép đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt, (b) tỷ lệ diện tích trung bình của pha ferit trong vùng

giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày, và (c) tỷ lệ diện tích của pha peclit và bainit trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày đã được xác định.

Bảng 3 liệt kê các kết quả đo tổ chức tế vi.

(2) Thủ nghiệm độ bền kéo

Thử nghiệm độ bền kéo được tiến hành bằng cách sử dụng mẫu thử chiều dày đầy đủ số 1A theo tiêu chuẩn JIS Z 2201 được lấy từ trung tâm của mỗi tấm thép theo hướng chiều rộng sao cho hướng chiều rộng của tấm thép trùng với hướng kéo để xác định độ bền kéo (tensile strength, TS) và độ giãn dài toàn bộ chiều dày. Khi độ bền kéo là 490 MPa hoặc lớn hơn, đánh giá "Đạt" đã được đưa ra. Đối với đặc tính giãn dài, trong trường hợp chiều dày là 16 mm hoặc nhỏ hơn, đánh giá "Đạt" được đưa ra khi độ giãn dài toàn bộ chiều dày là 15% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp chiều dày lớn hơn 16 mm, đánh giá "Đạt" được đưa ra khi độ giãn dài toàn bộ chiều dày là 19% hoặc lớn hơn.

(3) Thử nghiệm lan truyền vết nứt mỏi

Thử nghiệm lan truyền vết nứt mỏi được tiến hành bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm mỏi kiểu kéo đơn giản có mép khía được minh họa trên Fig.1 để xác định diễn biến lan truyền vết nứt mỏi trong đó các vết nứt lan truyền theo hướng chiều dày. Các điều kiện thử nghiệm sau được sử dụng theo tiêu chuẩn ASTM E647: tỷ lệ ứng suất: 0,1, tần suất: 10 Hz, khí quyển: nhiệt độ phòng. Vì mục tiêu của sáng chế là giảm tốc độ lan truyền của các vết nứt xuất hiện tại các vùng hàn và tương tự trong kết cấu hàn lan truyền qua vật liệu thép, thử nghiệm được tiến hành ở dải hệ số cường độ ứng suất (ΔK) từ 10 đến 30 MPa $\sqrt{m}$, giả sử tình huống trên. Đánh giá "Đạt" được đưa ra khi tốc độ lan truyền vết nứt mỏi ở ΔK = 25 MPa $\sqrt{m}$ là $4,25 \times 10^{-8}$ m/chu kỳ hoặc nhỏ hơn.

(4) Độ dẻo dai

Mẫu thử va đập Charpy được lấy từ trung tâm của mỗi tấm thép theo chiều dày, theo hướng song song với hướng cán (hướng L). Trong trường hợp chiều dày là 10 mm hoặc lớn hơn, chiều dày của mẫu thử được đặt thành 10 mm. Trong trường hợp chiều dày nhỏ hơn 10 mm, chiều dày của mẫu thử được đặt thành 5 mm. Thử nghiệm tác động Charpy được tiến hành ở 0°C theo JIS Z 2202 để xác định năng lượng hấp thụ vE_0. Trong

trường hợp mẫu thử nghiệm có chiều dày 10 mm, đánh giá "Đạt" được đưa ra khi năng lượng hấp thụ là 100 J hoặc lớn hơn. Trong trường hợp mẫu thử nghiệm có chiều dày 5 mm, đánh giá "Đạt" được đưa ra khi năng lượng hấp thụ là 50 J hoặc lớn hơn.

Bảng 4 liệt kê các kết quả đo lường. Kết quả xác nhận rằng, trong các Ví dụ khi thỏa mãn các điều kiện theo sáng chế, các tấm thép có đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày nhất định, khả năng chống lan truyền vết nứt mỏi nhất định và độ dẻo dai nhất định đã được tạo ra. Ngược lại, trong các ví dụ so sánh khi các điều kiện theo sáng chế không được thỏa mãn, các tấm thép được đánh giá là kém về ít nhất một trong các đặc tính giãn dài toàn bộ chiều dày, tốc độ lan truyền vết nứt mỏi và độ dẻo dai, ít nhất một vị trí được chọn từ đầu trước và sau của tấm thép.

[Bảng 1]

Loại thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)																					Ms	Ac3	Ac1	Ar3	Ar1	Nhóm
	C	Si	Mn	P	S	Sn	Sb	Cu	Cr	Ni	Mo	Co	Zr	Nb	V	Ti	B	Ca	Mg	REM	Al hòa tan	N	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	
A	0,15	0,19	1,13	0,004	0,002																0,030	0,0033	432	876	716	772	713	Thép phù hợp
B	0,11	0,28	1,31	0,009	0,001																0,024	0,0024	438	892	717	772	716	Thép phù hợp
C	0,08	0,38	1,49	0,007	0,001																0,027	0,0034	440	897	718	766	718	Thép phù hợp
D	0,06	0,41	1,55	0,005	0,002	0,030	0,030	0,06		0,10				0,02							0,027	0,0034	442	901	717	762	717	Thép phù hợp
E	0,09	0,41	0,76	0,007	0,002			0,30	0,10	1,60	0,30										0,033	0,0032	428	864	701	702	692	Thép phù hợp
F	0,12	0,20	0,84	0,028	0,017	0,040		0,30		0,30				0,03	0,05						0,035	0,0034	445	843	715	782	708	Thép phù hợp
G	0,14	0,11	0,82	0,014	0,010	0,140	0,020	0,50		0,50	0,13		0,100	0,01							0,025	0,0040	436	833	709	752	703	Thép phù hợp
H	0,17	0,28	0,93	0,018	0,015	0,180	0,009			0,25	0,20				0,05	0,015	0,001	0,0010			0,025	0,0020	426	846	717	753	712	Thép phù hợp
I	0,13	0,25	1,20	0,009	0,003				0,10			0,30							0,0007	0,0005	0,030	0,0034	433	881	719	772	716	Thép phù hợp
J	0,22	0,21	0,75	0,015	0,008																0,035	0,0029	424	857	721	782	712	Thép so sánh
K	0,11	0,51	1,36	0,020	0,003																0,033	0,0024	433	901	723	767	720	Thép so sánh
L	0,12	0,36	2,17	0,004	0,001																0,032	0,0026	406	860	710	700	717	Thép so sánh
M	0,08	0,21	1,39	0,087	0,011																0,031	0,0034	443	900	714	772	715	Thép so sánh
N	0,11	0,42	1,58	0,004	0,038																0,032	0,0024	428	785	718	751	719	Thép so sánh
O	0,14	0,11	1,00	0,014	0,010	0,480															0,025	0,0040	440	861	716	786	712	Thép phù hợp

Phần gạch chân: Nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Phần tử trống: Không được thêm vào có chủ ý.

[Bảng 2]

Số	Loại thép	Độ dày (mm)	Nung nóng	Cán nóng	Làm nguội sau khi cán nóng	Nung nóng lại		Làm nguội			Tôi	Nhóm
			Nhiệt độ nung nóng (°C)	Tỷ lệ giảm cán tích lũy (%)	Phương pháp làm nguội	Nhiệt độ nung nóng (°C)	Thời gian nung nóng (giờ)	Nhiệt độ bắt đầu làm nguội (°C)	Tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây)	Nhiệt độ làm nguội hoàn thiện (°C)	Phương pháp	
1	A	8	1150	95	Làm nguội nhanh	796	1,0	-	3,8	498	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
2	A	16	1150	65	Làm nguội nhanh	810	1,0	-	3,2	519	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
3	B	12	1150	95	Làm nguội nhanh	814	2,0	-	4,0	525	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
4	C	9	1150	95	Làm nguội nhanh	822	3,0	-	5,2	360	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
5	D	19	1150	95	Làm nguội tự nhiên	826	4,0	-	7,0	495	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
6	E	22	1150	95	Làm nguội nhanh	797	4,0	-	2,7	583	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
7	F	12	1150	95	Làm nguội tự nhiên	833	3,0	-	4,8	576	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
8	G	12	1150	95	Làm nguội nhanh	778	1,0	-	2,0	583	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
9	H	16	1150	95	Làm nguội tự nhiên	816	1,0	-	3,2	517	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
10	I	10	1150	95	Làm nguội tự nhiên	816	1,0	-	4,2	551	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
11	J	16	1150	95	Làm nguội nhanh	803	1,0	-	3,2	482	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
12	K	19	1150	95	Làm nguội nhanh	786	1,0	-	4,7	525	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
13	L	12	1150	95	Làm nguội nhanh	797	1,5	-	3,5	589	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
14	M	9	1150	95	Làm nguội nhanh	785	1,0	-	6,0	437	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
15	N	12	1150	95	Làm nguội tự nhiên	794	1,5	-	6,2	570	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
16	A	12	1250	95	Làm nguội nhanh	822	2,0	-	6,2	520	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
17	A	12	1150	45	Làm nguội nhanh	807	1,0	-	6,9	530	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
18	A	12	1150	95	Làm nguội nhanh	980	0,5	-	5,3	365	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
19	A	12	1150	95	Làm nguội nhanh	677	2,0	-	3,3	526	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
20	A	12	1150	65	Làm nguội nhanh	805	3,0	-	1,3	494	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
21	D	19	1150	95	Làm nguội nhanh	810	1,0	-	7,5	518	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
22	A	12	1150	65	Làm nguội nhanh	799	2,0	-	5,3	630	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
23	A	12	1150	65	Làm nguội nhanh	808	1,5	-	2,9	337	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
24	A	12	1150	65	Làm nguội nhanh	802	1,0	-	-	-	Làm nguội bằng nước	Ví dụ so sánh
25	O	16	1150	95	Làm nguội nhanh	810	1,0	-	3,5	530	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
26	A	12	1150	95	Làm nguội nhanh	902	0,5	-	3,5	515	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
27	A	12	1150	95	Làm nguội tự nhiên	-	-	740	4,0	520	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế
28	A	12	1150	65	Làm nguội nhanh	805	1,0	-	1,7	502	Làm nguội bằng nước	Ví dụ sáng chế

Phần gạch chân: Nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 3]

Số	Tổ chức tế vi															Nhóm
	Phần lớp bề mặt			Bên trong bề dày ở đầu trước				Bên trong bề dày ở giữa				Bên trong bề dày ở đầu sau				
	Phần diện tích ferit (%)			Phần diện tích ferit	Tổ chức tế vi không phải Ferit *1	Phần diện tích Peclit	Phần diện tích Bainit	Phần diện tích Ferit	Tổ chức tế vi không phải Ferit *1	Phần diện tích Peclit	Phần diện tích Bainit	Phần diện tích Ferit	Tổ chức tế vi không phải Ferit *1	Phần diện tích Peclit	Phần diện tích Bainit	
	Đầu trước	Tâm	Đầu sau	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	
1	89	90	95	75	P	25	-	76	P	24	-	75	P	25	-	Ví dụ sáng chế
2	93	95	96	77	P	23	-	72	P	28	-	75	P	25	-	Ví dụ sáng chế
3	84	87	86	79	P	21	-	77	P	23	-	77	P	23	-	Ví dụ sáng chế
4	95	94	95	72	P+B	17	11	69	P+B	17	14	74	P+B	17	9	Ví dụ sáng chế
5	92	89	89	79	P+B	11	10	78	P+B	12	10	78	P+B	13	9	Ví dụ sáng chế
6	96	97	97	77	P	23	-	75	P	25	-	75	P	25	-	Ví dụ sáng chế
7	84	86	84	72	P+B	20	8	73	P+B	20	7	72	P+B	20	8	Ví dụ sáng chế
8	93	90	89	74	P	26	-	75	P	25	-	76	P	24	-	Ví dụ sáng chế
9	82	81	84	80	P	20	-	79	P	21	-	78	P	22	-	Ví dụ sáng chế
10	86	86	82	72	P+B	20	8	74	P+B	17	9	73	P+B	20	7	Ví dụ sáng chế
11	100	100	98	76	P	24	-	77	P	23	-	79	P	21	-	Ví dụ so sánh
12	86	83	83	71	P+B	19	10	72	P+B	19	9	73	P+B	18	9	Ví dụ so sánh
13	91	92	95	79	P	21	-	80	P	20	-	80	P	20	-	Ví dụ so sánh
14	90	90	87	75	P+B	14	11	76	P+B	15	9	75	P+B	15	10	Ví dụ so sánh
15	87	88	86	78	P+B	12	10	78	P+B	12	10	76	P+B	13	11	Ví dụ so sánh
16	90	90	91	87	P+B	9	4	86	P+B	10	4	86	P+B	12	2	Ví dụ so sánh
17	86	85	85	77	P+B	12	11	75	P+B	14	11	78	P+B	10	12	Ví dụ so sánh
18	76	75	76	76	P	24	-	76	P	24	-	73	P	27	-	Ví dụ so sánh
19	56	55	53	60	P+B	18	22	58	P+B	17	25	50	P+B	16	34	Ví dụ so sánh
20	91	92	90	78	P	22	-	84	P	16	-	85	P	15	-	Ví dụ so sánh
21	89	91	91	76	B	-	24	78	B	-	22	76	B	-	24	Ví dụ so sánh
22	94	97	97	78	P+B	5	17	79	P+B	5	16	76	P+B	5	19	Ví dụ so sánh
23	81	82	81	94	P	6	-	93	P	7	-	92	P	8	-	Ví dụ so sánh
24	83	80	81	33	M	-	-	33	M	-	-	33	M	-	-	Ví dụ so sánh
25	88	87	85	76	P	24	-	78	P	22	-	77	P	23	-	Ví dụ sáng chế
26	82	83	81	75	P	25	-	75	P	25	-	74	P	26	-	Ví dụ sáng chế
27	83	82	81	77	P	23	-	78	P	22	-	79	P	21	-	Ví dụ sáng chế
28	94	95	93	73	P+B	22	5	70	P+B	24	6	74	P+B	22	4	Ví dụ sáng chế

*1 B: Bainit, P: Peclit, M: Mactenxit

Phần gạch chân: Nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 4]

Số	Các đặc tính cơ học													Nhóm
	TS (MPa)			Kéo dài toàn bộ chiều dày (%)			Tốc độ lan truyền vết nứt mỏi ($\Delta K = 25$) [$\times 10^{-8}$] (m/chu kỳ)			Độ bền vE_0				
										Độ dày mẫu thử	(J)			
	Đầu trước	Tâm	Đầu sau	Đầu trước	Tâm	Đầu sau	Đầu trước	Tâm	Đầu sau	(mm)	Đầu trước	Tâm	Đầu sau	
1	556	553	550	26,0	24,7	23,9	3,59	3,43	3,41	5	93	95	95	Ví dụ sáng chế
2	532	529	534	25,2	25,6	25,0	3,80	3,76	3,81	10	156	167	159	Ví dụ sáng chế
3	548	556	553	25,2	24,6	24,0	3,21	3,21	3,14	10	218	212	202	Ví dụ sáng chế
4	497	507	528	27,5	27,1	26,2	3,91	3,75	3,60	5	82	82	85	Ví dụ sáng chế
5	500	496	511	24,9	24,7	24,5	3,46	3,42	3,32	10	276	277	267	Ví dụ sáng chế
6	546	543	529	20,0	19,3	19,0	3,65	3,80	4,03	10	218	209	200	Ví dụ sáng chế
7	616	620	648	16,0	15,7	15,0	2,98	2,86	2,86	10	141	148	152	Ví dụ sáng chế
8	496	501	506	24,4	23,7	23,5	3,56	3,62	3,67	10	242	236	234	Ví dụ sáng chế
9	575	608	629	26,8	26,5	26,2	3,75	3,69	3,49	10	101	110	118	Ví dụ sáng chế
10	622	613	634	16,8	15,9	15,3	3,13	3,02	3,00	10	146	146	146	Ví dụ sáng chế
11	708	719	717	12,6	12,9	12,6	3,36	3,55	3,89	10	100	100	99	Ví dụ so sánh
12	574	566	568	14,6	14,8	14,8	3,80	3,89	4,06	10	69	64	59	Ví dụ so sánh
13	658	613	580	16,5	17,2	18.2	3,76	4,14	4,20	10	81	75	70	Ví dụ so sánh
14	578	590	578	23,5	24,0	23,5	3,40	3,33	3,19	5	42	42	39	Ví dụ so sánh
15	539	545	551	24,5	24,8	25,7	3,87	3,54	3,07	10	90	87	85	Ví dụ so sánh
16	503	516	551	25,5	25,7	24,9	4,11	4,04	3,99	10	76	68	91	Ví dụ so sánh
17	598	609	609	15,6	15,2	15,5	3,58	3,59	3,60	10	156	172	81	Ví dụ so sánh
18	527	571	593	14,2	14,3	14,5	3,44	3,77	3,51	10	88	76	74	Ví dụ so sánh
19	540	596	641	18,7	14,7	8,0	5,33	5,29	4,98	10	87	75	67	Ví dụ so sánh
20	545	541	538	26,5	26,7	28,1	3,85	3,76	3,80	10	101	90	81	Ví dụ so sánh
21	570	576	577	12,4	12,9	11,7	3,95	3,85	3,67	10	61	64	66	Ví dụ so sánh
22	619	627	648	12,5	13,1	13,6	3,85	3,50	3,29	10	85	89	91	Ví dụ so sánh
23	485	487	480	26,9	26,8	26,2	4,25	4,15	3,88	10	235	235	244	Ví dụ so sánh
24	859	832	839	4,8	4,7	4,6	4,31	3,85	3,32	10	54	44	34	Ví dụ so sánh
25	533	526	539	27,0	26,4	26,9	3,44	2,88	3,12	10	188	212	209	Ví dụ sáng chế
26	523	519	525	28,0	27,8	26,9	3,32	3,55	3,42	10	276	226	244	Ví dụ sáng chế
27	534	533	526	26,2	24,9	25,5	3,16	3,41	3,26	10	169	182	191	Ví dụ sáng chế
28	566	554	560	24,4	25,1	23,9	3,91	3,75	3,60	10	286	264	271	Ví dụ sáng chế

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép bao gồm thành phần hóa học chứa, theo khối lượng,

C: 0,05% đến 0,20%,

Si: 0,01% đến 0,50%,

Mn: 0,50% đến 2,00%,

P: 0,05% hoặc nhỏ hơn, và

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn,

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

tấm thép bao gồm tổ chức tế vi gồm pha ferit sao cho phần diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ bề mặt của tấm thép đến độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt theo hướng chiều dày tấm thép là 80% hoặc lớn hơn, và

sao cho phần diện tích của pha ferit trong vùng giãn dài từ độ sâu 100 μm bên dưới bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày tấm thép theo hướng chiều dày là 80% hoặc nhỏ hơn,

phần còn lại là pha peclit hoặc pha hỗn hợp của pha peclit và pha bainit, trong đó pha peclit có phần diện tích cao hơn pha bainit.

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ, theo khối lượng,

Cr: 0,01% đến 1,00%,

Cu: 0,01% đến 2,00%,

Ni: 0,01% đến 2,00%,

Mo: 0,01% đến 1,00%,

Co: 0,01% đến 1,00%,

Sn: 0,005% đến 0,500%,

Sb: 0,005% đến 0,200%,

Nb: 0,005% đến 0,200%,

V: 0,005% đến 0,200%,

Ti: 0,005% đến 0,050%,

B: 0,0001% đến 0,0050%,

Zr: 0,005% đến 0,100%,

Ca: 0,0001% đến 0,020%,

Mg: 0,0001% đến 0,020%, và

REM: 0,0001% đến 0,020%.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép, phương pháp bao gồm:

bước nung nóng vật liệu thép có thành phần hóa học theo điểm 1 hoặc 2 đến nhiệt độ 900°C đến 1200°C;

bước cán nóng vật liệu thép đã nung nóng ở tỷ lệ giảm cán tích lũy 50% hoặc lớn hơn để chuẩn bị tấm thép đã cán nóng;

bước làm nguội tấm thép đã cán nóng;

bước nung nóng lại tiếp tấm thép đã cán nóng đến nhiệt độ nung nóng lại bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và bằng hoặc thấp hơn 950°C;

bước làm nguội tấm thép đã nung nóng lại đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ac1 và bằng hoặc thấp hơn 950°C đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C ở tốc độ làm nguội trung bình 2 °C/giây đến 7 °C/giây; và

bước tôi tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép, phương pháp bao gồm:

bước nung nóng vật liệu thép có thành phần hóa học theo điểm 1 hoặc 2 đến nhiệt độ 900°C đến 1200°C;

bước cán nóng vật liệu thép đã nung nóng ở tỷ lệ giảm cán tích lũy 50% hoặc lớn hơn để chuẩn bị tấm thép đã cán nóng;

bước làm nguội tiếp tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar1 và bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ chuyển hóa Ar3 đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C ở tốc độ làm nguội trung bình 2 °C/giây đến 7 °C/giây; và

bước tôi tấm thép đã làm nguội đến nhiệt độ làm nguội hoàn thiện 350°C đến 600°C.

1 / 1
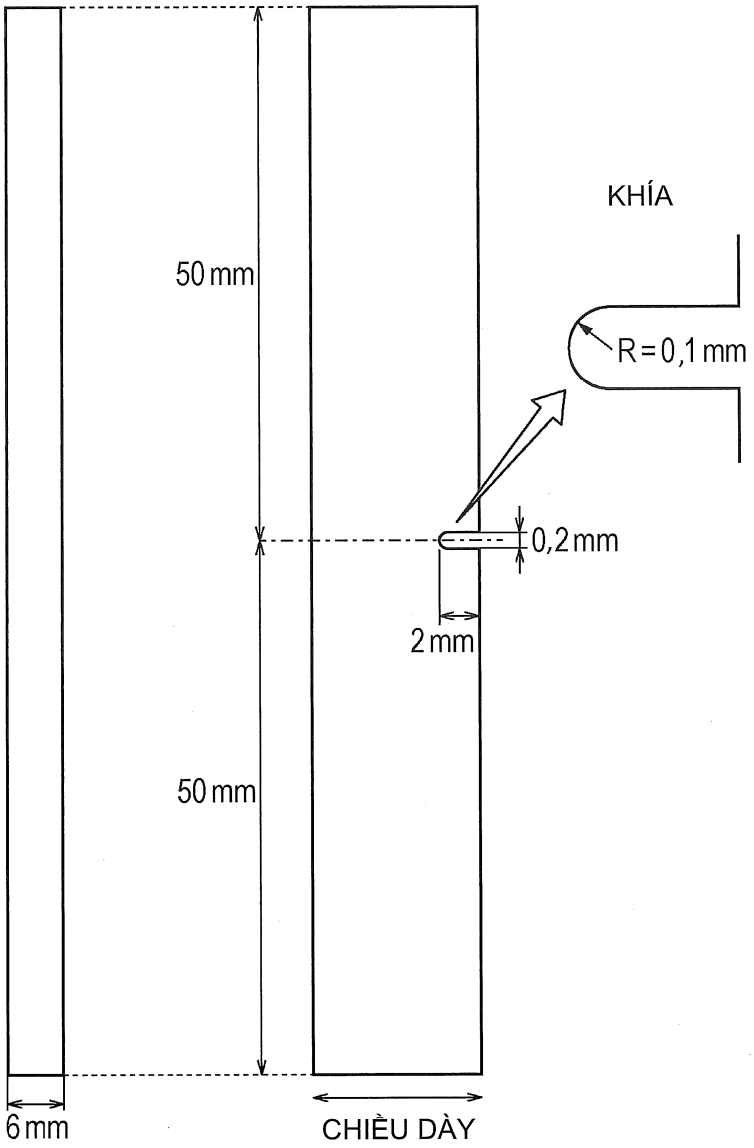
FIG. 1