



(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)



1-0037446

(51)⁷ C22C 38/00; C21D 9/46

(13) B

(21) 1-2019-07246

(22) 08/11/2019

(86) PCT/JP2019/043828 08/11/2019

(87) WO2021/090472 14/05/2021

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/08/2022 413

(73) 1. TOKUSHU KINZOKU EXCEL CO., LTD. (JP)

4-25, Mejiro 1-chome, Toshima-ku, Tokyo 1710031 Japan

2. JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) TSUCHIYA Eiji (JP); MATSUMURA Yuta (JP); OTA Hiroki (JP); MIYAMOTO Yuka (JP); SAKURAI Yasuhiro (JP); KIMURA Hideyuki (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI CACBON CAO, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VÀ CÁC CHI TIẾT MÁY BẰNG THÉP CACBON CAO

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội cacbon cao có thể có đặc tính va đập và đặc tính độ cứng tốt và độ chống mòn ưu việt sau khi xử lý làm nguội nhanh (quy trình tôi) sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và xử lý ram ở nhiệt độ thấp (quy trình xử lý tôi và ram), có sự giảm ít về khả năng gia công thứ cấp sau khi xử lý tôi và ram, và có độ dày tấm là ít hơn 1,0 mm. Tấm thép cán nguội cacbon cao có thành phần hóa học của tấm thép bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,85% đến 1,10%, Mn: ít hơn 0,60%, Si: từ 0,10% đến 0,35%, P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: ít hơn 0,60%, Mn + Cr thỏa mãn ít hơn 1,0%, Nb: từ 0,005% đến 0,020%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Nhờ đó, so với các vật liệu thép thông thường, có sự giảm ít về khả năng gia công thứ cấp trước khi tôi và ram. Ngoài ra, bằng cách sử dụng kết cấu tấm thép với đường kính hạt trung bình của carbua trong khoảng từ 0,2 đến 0,7 (μm) và tỷ lệ tạo hạt tròn là 90% hoặc nhiều hơn, thậm chí với quy trình xử lý tôi và ram trong thời gian ngắn trong khoảng từ 3 đến 15 phút, có thể tạo ra chi tiết máy có các đặc tính va đập ưu việt với trị số va đập là 9 J/cm², các đặc tính độ cứng đủ trong khoảng là 600 đến 750 HV, và độ chống mòn ưu việt.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội cacbon cao có vai trò như là vật liệu cho nhiều chi tiết máy khác nhau được sản xuất bằng quy trình xử lý tôi và ram, và phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao, và cụ thể là sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội cacbon cao với độ dày nhỏ hơn 1,0 mm được ứng dụng cho các kim đan và các vật phẩm tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, các loại thép cacbon để sử dụng trong kết cấu máy (SxxC) và các loại thép dụng cụ cacbon (SK) được quy định theo tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản (JIS: Japanese Industrial Standard) được sử dụng cho nhiều loại chi tiết máy khác nhau. Khi được sử dụng như là các vật liệu cán phẳng, các loại thép này được tạo hình thành hình dạng của chi tiết thông qua việc xử lý dập đột và các quy trình xử lý dẻo khác nhau, và quy trình xử lý tôi và ram sau đó được thực hiện để tạo độ cứng và độ dai định trước (các đặc tính va đập). Trong số chúng, kim đan để đan vải dệt kim đan vải dệt kim bằng cách kéo sợi trong khi lặp đi lặp lại chuyển động qua lại ở tốc độ cao, vì vậy phần đầu cán của thân kim đi vào tiếp xúc với bộ phận dẫn động quay được yêu cầu có đủ độ bền và độ chống mòn, và, ngoài ra, phần móc chà xát với sợi được yêu cầu có các đặc tính va đập ưu việt tại phần đầu mút của nó do chuyển động qua lại bên cạnh độ chống mòn đủ.

Tấm thép cán nguội cacbon cao được sử dụng như là vật liệu cho các loại kim đan là phù hợp cho các loại kim đan dùng cho các máy dệt kim phẳng khi độ dày là 1,0 mm hoặc lớn hơn. Khi độ dày là nhỏ hơn 1,0 mm, tấm thép cán nguội cacbon cao được sử dụng cho các kim đan cho các máy dệt kim tròn và các máy dệt kim đan dọc. Vì kim đan của máy dệt kim đan dọc dệt các sợi đường kính nhỏ ở tốc độ cao, độ

dày của vật liệu được sử dụng thường trong khoảng từ 0,4 đến 0,7 mm. Bên cạnh khả năng gia công nguội ưu việt (cũng được xem như là khả năng gia công thứ cấp), vật liệu được yêu cầu có độ cứng đủ và độ dai đủ tại đầu mút của kim khi được tôi và được ram sau khi gia công thứ cấp thành hình dạng của kim.

Ngoài ra, các loại tấm thép cacbon cao như là các loại thép cacbon để sử dụng trong kết cấu máy (SxxC) và các loại thép dụng cụ cacbon (SK) được quy định theo JIS được phân loại chi tiết dựa theo hàm lượng C. Trong khoảng mà hàm lượng C là ít hơn 0,8% theo khối lượng, cụ thể, tấm thép với thành phần trước cùng tích, khi tỷ lệ của pha ferit là cao, khả năng gia công nguội là ưu việt. Tuy nhiên, khó để đạt được đủ độ cứng tôi, vì vậy tấm thép này là không phù hợp cho các ứng dụng kim đan mà yêu cầu độ chống mòn của phần móc và độ bền lâu của thân kim. Mặt khác, ngoài thành phần trước cùng tích là 0,8% theo khối lượng hoặc lớn hơn, tấm thép cacbon cao có hàm lượng C lớn hơn 1,1% theo khối lượng có độ thấm tôi ưu việt. Tuy nhiên, khả năng gia công nguội đặc biệt kém do lượng lớn carbua (xementit), và tấm thép cacbon cao này là không phù hợp cho các ứng dụng kim đan mà việc gia công tinh và chính xác như là tạo rãnh được thực hiện, và bị giới hạn ở việc sử dụng cho các chi tiết như là các loại khuôn cắt và tạo hình nguội mà có hình dáng đơn giản và yêu cầu độ cứng cao.

Thông thường, thép dụng cụ cacbon và thép dụng cụ hợp kim với hàm lượng C trong khoảng từ 0,8 đến 1,1% theo khối lượng hoặc các vật liệu có thành phần thép mà nguyên tố thứ ba được bổ sung vào dựa vào các thành phần thép này đã được sử dụng rộng rãi cho các kim đan. Trong quy trình sản xuất kim đan này, vật liệu chịu nhiều việc gia công đa dạng như là dập đột (nghiền cắt), cắt, rèn khuôn, nổi và uốn cong cơ học. Vì vậy, vật liệu để sản xuất các kim đan được yêu cầu có các đặc tính độ cứng và các đặc tính chịu va đập (độ dai) sau quy trình xử lý tôi và ram được yêu cầu khi thực sự được sử dụng làm kim, bên cạnh việc có đủ khả năng gia công (khả năng gia công thứ cấp) trong suốt quy trình xử lý vật liệu trong quy trình sản

xuất kim.

Trong quy trình sản xuất các kim đan, vật liệu chịu quy trình xử lý tôi và ram để đảm bảo đặc tính độ cứng định trước. Thông thường, nhiệt độ của quy trình xử lý ram là nhiệt độ thấp trong khoảng từ 200 đến 350°C. Tuy nhiên, việc nhấn mạnh vào các đặc tính độ cứng, khi các hàm lượng Mn và Cr hiệu quả cho độ thấm tôi được tăng lên, hoặc khi lượng lớn các nguyên tố thứ ba khác được chứa, trong quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp được đề cập ở trên trong khoảng nhiệt độ từ 200 đến 350°C, pha martensit không được ram đủ, vì vậy trong một số trường hợp, các đặc tính va đập (độ dai) không được cải thiện đủ, và trị số độ dai có thể biến thiên.

Mặt khác, về mục đích cải thiện các đặc tính va đập của các kim đan, việc giảm P và S vốn là các nguyên tố tạp chất trong thành phần hóa học của vật liệu, việc ngăn chặn sự phân tách biên hạt của P và sự hình thành chất lẫn (MnS), và việc giảm các ảnh hưởng một cách tiêu cực của các nguyên tố cũng là các tiêu chuẩn hiệu quả. Tuy nhiên, từ quan điểm về kỹ thuật luyện thép và kinh tế, có giới hạn để cải thiện các đặc tính va đập của các kim đan bằng cách giảm P và S.

Thông thường đã được biết là việc tinh chế các kết cấu kim loại là hiệu quả như là các ý nghĩa cho việc cải thiện các đặc tính va đập.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 mô tả “Tấm thép cacbon cao ưu việt trong độ thấm tôi, các đặc tính độ mài, và độ dai và phương pháp sản xuất chúng”. Tấm thép cacbon cao được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 bao gồm thành phần chứa, theo % khối lượng, C: từ 0,5 đến 0,7%, Si: 0,5% hoặc ít hơn, Mn: từ 1,0 đến 2,0%, P: 0,02% hoặc ít hơn, S: 0,02% hoặc ít hơn, và Al: từ 0,001 đến 0,10% và một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ V: từ 0,05 đến 0,50%, Ti: từ 0,02 đến 0,20%, và Nb: từ 0,01 đến 0,50%, với phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, có tỷ lệ tạo thành hạt tròn của các carbua là 95% hoặc nhiều hơn, và có kết cấu trong đó carbua có kích thước hạt tối đa là 2,5 μm hoặc nhỏ hơn được phân tán. Trong giải

pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, về thép trước cùng tích, các nguyên tố hình thành carbonitrit V, Ti, và Nb được bổ sung để hình thành các carbonitrit mịn. Được mô tả là các hạt austenit ưu tiên được tinh chế sử dụng hiệu ứng nhào trộn của các carbonitrit mịn này để độ dai cải thiện.

Tài liệu sáng chế 2 mô tả “Chi tiết thép cacbon cao ưu việt trong các đặc tính va đập”. Chi tiết thép cacbon cao được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 có thành phần bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,60 đến 1,30%, Si: 1,0% hoặc ít hơn, Mn: từ 0,2 đến 1,5%, P: 0,02% hoặc ít hơn, S: 0,02% hoặc ít hơn, và phần còn lại là Fe ngoại trừ các tạp chất không thể tránh khỏi. Trong nền sau quy trình tôi và ram, các carbua không hòa tan còn lại dưới dạng tỷ lệ thể tích Vf (% thể tích) thỏa mãn công thức dưới đây:

$$8,5 < 15,3 \times C\% - Vf < 10,0; \text{ và}$$

các carbua không hòa tan có kích thước hạt là 1,0 μm hoặc lớn hơn được điều chỉnh là 2 hoặc ít hơn trên mỗi diện tích quan sát là 100 μm^2 . Tài liệu sáng chế 2 mô tả chi tiết thép cacbon cao có thể, bên cạnh thành phần ở trên, bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai nguyên tố được lựa chọn từ Ni: 1,8% hoặc ít hơn, Cr: 2,0% hoặc ít hơn, V: 0,5% hoặc ít hơn, Mo: 0,5% hoặc ít hơn, Nb: 0,3% hoặc ít hơn, Ti: 0,3% hoặc ít hơn, B: 0,01% hoặc ít hơn, và Ca: 0,01% hoặc ít hơn. Mặc dù giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 nhắm vào các loại thép với phạm vi rộng của hàm lượng cacbon từ trước cùng tích đến sau cùng tích, giải pháp kỹ thuật này được mô tả là có thể thu được chi tiết thép cacbon cao thể hiện các đặc tính va đập ưu việt với trị số va đập là 25 J/cm² hoặc lớn hơn trong khi duy trì độ cứng đích trong khoảng từ 600 đến 900 HV.

Tài liệu sáng chế 3 mô tả “Tấm thép cán nguội cacbon cao và phương pháp sản xuất tấm thép này”. Tấm thép cán nguội cacbon cao được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,85 đến 1,10%, Mn: từ 0,50 đến 1,0%, Si:

từ 0,10 đến 0,35%, P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030 % hoặc ít hơn, Cr: từ 0,35 đến 0,45%, và Nb: từ 0,005 đến 0,020%, phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Đường kính hạt trung bình (d_{av}) của các carbua được phân tán trong tấm thép thỏa mãn công thức (1) dưới đây:

$$0,2 \leq d_{av} \leq 0,7(\mu\text{m}) \dots (1), \text{ và}$$

tỷ lệ tạo hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) $\times 100\%$ thỏa mãn công thức (2) dưới đây:

$$(N_{SC}/N_{TC}) \times 100 \geq 90\% \dots (2).$$

Tấm thép cán nguội cacbon cao có độ dày nhỏ hơn 1,0 mm. Theo giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, tấm thép được mô tả còn chứa một hoặc hai nguyên tố được lựa chọn từ Mo và V bên cạnh thành phần được mô tả ở trên, và mỗi hàm lượng tốt hơn là 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05%. Ngoài ra, theo giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, hàm lượng của Nb trong khoảng từ 0,005 đến 0,020% được mô tả là có hiệu quả cho việc cải thiện độ thấm tôi và các đặc tính va đập (độ dai) sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp.

Tài liệu sáng chế 4 mô tả “Tấm thép chống mòn có độ dai ưu việt”. Tấm thép chống mòn được mô tả trong tài liệu sáng chế 4 có thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,60 đến 1,25%, Si: 0,50% hoặc ít hơn, Mn: từ 0,30 đến 1,20%, P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: từ 0,30 đến 1,50%, Nb: từ 0,10 đến 0,50%, Ti: từ 0 đến 0,50%, Mo: từ 0 đến 0,50%, V: từ 0 đến 0,50%, Ni: từ 0 đến 2,00%, phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, và có kết cấu kim loại mà có các hạt xementit và các hạt carbua bao gồm một hoặc nhiều Nb và Ti được phân tán trong nền kim loại của pha ferit. Trong tiết diện (tiết diện L) song song với hướng cán và hướng độ dày tấm, mật độ số lượng của các hạt carbua Nb/Ti với đường kính vòng tròn tương đương là 0,5 μm hoặc lớn hơn là trong khoảng từ 3000 đến 9000/ mm^2 , và mật độ số lượng của các lỗ trống với đường kính vòng tròn

tương đương là 1,0 μm hoặc lớn hơn là 1250/ mm^2 hoặc ít hơn. Tài liệu sáng chế 4 mô tả tấm thép chống mòn là tấm thép có cả độ chống mòn và độ dai ưu việt.

Danh sách tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế 1: JP 2009-24233 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2006-63384 A

Tài liệu sáng chế 3: JP 2017-36492 A

Tài liệu sáng chế 4: JP 2017-190494 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết bởi sáng chế

Tấm thép cán nguội cacbon cao được sử dụng làm vật liệu cho các loại kim đan được yêu cầu có đủ độ cứng và các đặc tính va đập (độ dai) sau quy trình xử lý tôi và ram. Trong những năm gần đây, các máy dệt kim đã được yêu cầu có các tốc độ cao hơn để cải thiện năng suất, vì vậy tải trọng lên các kim đan bị tăng lên, và các kim đan này thường bị vỡ trong thời gian ngắn hơn các kim đan thông thường, hoặc thời hạn sử dụng của chúng thường ngắn hơn các kim đan thông thường, điều này trở nên khó giải quyết. Vì vậy, có nhu cầu về kim đan là có các đặc tính va đập và độ chống mòn được cải thiện. Kim đan như vậy được xem xét là có thể đạt được bằng cách bổ sung nguyên tố thứ ba hoặc tăng lượng các nguyên tố hợp kim như là Cr, Mn, và Mo; tuy nhiên, có lo ngại là khả năng gia công thứ cấp trong quy trình sản xuất kim bị cản trở. Vì các lý do này, có yêu cầu về vật liệu cho các kim đan là có thể cải thiện độ chống mòn và các đặc tính va đập (độ dai) sau quy trình tôi và ram mà không làm giảm đi khả năng gia công thứ cấp thấp hơn kim đan thông thường.

Tuy nhiên, giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 khó ứng dụng cho các chi tiết máy mà yêu cầu độ cứng cao. Giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 bị giới hạn ở thành phần thép trước cùng tích. Theo giải

pháp kỹ thuật này, bằng cách bổ sung nguyên tố hình thành carbonitrit như là V, Ti, và Nb như là nguyên tố thứ ba, các hạt austenit ưu tiên được tinh chế với các carbonitrit mịn này, và hiệu quả cải thiện độ dai được kỳ vọng. Giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 cũng là giải pháp kỹ thuật mà cải thiện tính tạo hình của nền ferit bởi vì mức cacbon là thành phần trước cùng tích.

Tài liệu sáng chế 2 chỉ thể hiện chỉ ví dụ về thép với hàm lượng cacbon trong khoảng từ 0,67 đến 0,81% theo khối lượng, và bổ sung Mo, V, Ti, Nb, và B như là các nguyên tố thứ ba. Theo giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, giả định nguyên tố thứ ba như là Mo, V, Ti, Nb, và B được bổ sung để cải thiện các tính chất của thép trước cùng tích. Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2 không mô tả bất cứ điều gì về tác động của nguyên tố thứ ba như là Mo, V, Ti, Nb, và B và sự tối ưu hóa cho thép với hàm lượng cacbon vượt quá 0,81% theo khối lượng.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 1 và tài liệu sáng chế 2 không mô tả giải pháp kỹ thuật trong đó có tấm thép cán nguội cacbon cao được tôi sau quy trình xử lý hòa tan trong thời gian ngắn như là trong khoảng từ 3 đến 15 phút và được ram ở nhiệt độ thấp từ 200 đến 350°C để cải thiện một cách thuận lợi các đặc tính va đập mong muốn và độ cứng định trước.

Theo giải pháp kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, hàm lượng Nb trong khoảng từ 0,005 đến 0,020% được mô tả là có hiệu quả cho việc cải thiện độ thấm tôi/các đặc tính va đập (độ dai) sau quy trình tôi sau khi duy trì việc hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp; tuy nhiên, tài liệu sáng chế 3 không mô tả một cách cụ thể khả năng gia công thứ cấp của tấm thép cán nguội cacbon cao trước quy trình tôi (quy trình làm nguội nhanh) sau khi duy trì việc hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp (ở sau đây, cũng được xem như là quy trình xử lý tôi và ram). Tài liệu sáng chế 3 mô tả tấm thép cán nguội cacbon cao mà có thể có cả độ dai ưu việt và độ chống mòn ưu việt sau quy

trình xử lý tôi và ram. Tuy nhiên, tấm thép cán nguội cacbon cao này có vấn đề là khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram là không đủ và không thể đạt các yêu cầu gần đây để cải thiện năng suất.

Theo giải kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 4, được mô tả là trong tấm thép cán nguội cacbon cao, cả độ chống mòn và độ dai sau quy trình tôi và ram có thể được tăng lên. Tuy nhiên, không có phần mô tả về khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram, và tài liệu sáng chế 4 không đề cập đến độ chống mòn và độ dai sau quy trình tôi và ram có thể được cải thiện mà không làm giảm đi khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram.

Sáng chế giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên của các giải pháp kỹ thuật đã biết trước sáng chế, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội cacbon cao mà ngăn chặn sự làm giảm khả năng gia công thứ cấp trước quy trình tôi (quy trình làm nguội nhanh) sau quy trình xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp (quy trình xử lý tôi và ram), và, khi được đánh giá bằng thử nghiệm va đập gần độ dày tấm thực sự được sử dụng sau quy trình tôi (quy trình làm nguội nhanh) sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp (quy trình xử lý tôi và ram), có trị số va đập là 9 J/cm² hoặc lớn hơn, độ cứng thỏa mãn khoảng từ 600 đến 750 HV, độ chống mòn ưu việt, và độ dày tấm nhỏ hơn 1,0 mm.

Phương thức giải quyết vấn đề

Để đạt được mục đích đã được đề cập ở trên, các tác giả của sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu về mối quan hệ của thành phần của tấm thép cán nguội cacbon cao với khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram, độ cứng sau quy trình xử lý tôi và ram, các đặc tính va đập, và độ chống mòn. Kết quả là, đã phát hiện rằng việc thực hiện phương pháp sản xuất định trước với giới hạn hàm lượng C trong khoảng từ 0,85 đến 1,10% theo khối lượng, và hàm lượng Nb

trong khoảng từ 0,005 đến 0,020% theo khối lượng, mà phù hợp cho kim đan từ các quan điểm về độ thấm tôi, độ cứng sau quy trình tôi và ram ở nhiệt độ thấp, các đặc tính va đập, v.v, cho phép điều chỉnh đường kính hạt trung bình của carbua và mức độ tạo hạt tròn, và do đó có hiệu quả để đảm bảo các đặc tính mong đợi sau quy trình xử lý tôi và ram. Ngoài ra, đã phát hiện rằng bằng cách điều chỉnh hàm lượng Mn đến ít hơn 0,60% theo khối lượng và điều chỉnh tổng hàm lượng (Mn + Cr) đến ít hơn 1,0%, có thể ngăn chặn sự làm giảm khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram, và độ cứng sau quy trình xử lý tôi và ram, các đặc tính va đập (độ dai), và độ chống mòn thỏa mãn các đặc tính mong đợi.

Sáng chế được tạo ra trên cơ sở của các phát hiện được mô tả ở trên và các khảo sát khác nữa. Các phương án theo sáng chế có thể được tóm tắt như các mục dưới đây.

(1) Tấm thép cán nguội cacbon cao có thành phần tấm thép bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn, Mn: ít hơn 0,60%, Si: 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn, P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: ít hơn 0,60%, và Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn, tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr (Mn + Cr) thỏa mãn ít hơn 1,0%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, trong đó độ dày tấm thép nhỏ hơn 1,0 mm.

(2) Tấm thép cán nguội cacbon cao theo mục (1), bao gồm thành phần tấm thép ở trên và còn có kết cấu tấm thép trong đó đường kính hạt trung bình (d_{av}) và tỷ lệ tạo thành hạt tròn $(N_{sc}/N_{TC}) \times 100\%$ của carbua được phân tán trong tấm thép thỏa mãn các công thức (1) và (2) dưới đây, một cách tương ứng:

$$0,2 \leq d_{av} \leq 0,7 \text{ (}\mu\text{m)} \dots (1),$$

$$(N_{sc}/N_{TC}) \times 100 \geq 90\% \dots (2)$$

(trong đó d_{av} là giá trị trung bình của đường kính vòng tròn tương đương của carbua (đường kính hạt trung bình μm), N_{TC} là tổng số lượng các carbua trên mỗi

diện tích quan sát là $100 \mu\text{m}^2$, và N_{SC} là số lượng các carbua thỏa mãn điều kiện mà (trục lớn d_L)/(trục nhỏ d_S) trên mỗi diện tích quan sát là $100 \mu\text{m}^2$ là 1,4 hoặc ít hơn).

(3) Tấm thép cán nguội cacbon cao theo mục (1) hoặc (2), bao gồm, thay vì thành phần tấm thép ở trên, thành phần tấm thép bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn, Mn: ít hơn 0,60%, Si: 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn, P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: ít hơn 0,50%, và Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn, tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr ($\text{Mn} + \text{Cr}$) thỏa mãn ít hơn 0,90%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

(4) Tấm thép cán nguội cacbon cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), trong đó thành phần tấm thép là thành phần tấm thép còn bao gồm, theo khối lượng, một hoặc hai nguyên tố được lựa chọn từ Mo với lượng 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05% và V với lượng 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05%.

(5) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao, bao gồm áp dụng lặp đi lặp lại bước cán nguội và bước ủ cầu hóa trên tấm thép cán nóng có thành phần tấm thép theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), trong đó đường kính hạt trung bình (d_{av}) và tỷ lệ tạo thành hạt tròn ($N_{\text{SC}}/N_{\text{TC}}$) của carbua được phân tán trong tấm thép cán nguội cacbon cao thỏa mãn các công thức (1) và (2) dưới đây, một cách tương ứng:

$$0,2 \leq d_{\text{av}} \leq 0,7 (\mu\text{m}) \dots (1),$$

$$(N_{\text{SC}}/N_{\text{TC}}) \times 100 \geq 90\% \dots (2)$$

(trong đó d_{av} là giá trị trung bình của đường kính vòng tròn tương đương của carbua (đường kính hạt trung bình μm), N_{TC} là tổng số lượng của các carbua trên mỗi diện tích quan sát là $100 \mu\text{m}^2$, và N_{SC} là số lượng các carbua thỏa mãn điều kiện mà (trục lớn d_L)/(trục nhỏ d_S) trên mỗi diện tích quan sát là $100 \mu\text{m}^2$ là 1,4 hoặc ít hơn), và độ dày tấm của tấm thép cán nguội cacbon cao là nhỏ hơn 1,0 mm.

(6) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao theo mục (5), trong đó số lần thực hiện bước cán nguội và bước ủ cầu hóa lặp đi lặp lại là từ 2 đến 5 lần.

(7) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao theo mục (5) hoặc (6), trong đó tỷ lệ giảm độ dày trong bước cán nguội là trong khoảng từ 25 đến 65%, và nhiệt độ ủ cầu hóa trong khoảng từ 640 đến 720°C.

(8) Phương pháp sản xuất chi tiết máy bằng thép cacbon cao bao gồm: bước áp dụng quy trình gia công thứ cấp lên tấm thép cán nguội cacbon cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) như là vật liệu để tạo hình tấm thép thành chi tiết máy có hình dạng định trước; và bước áp dụng quy trình xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và xử lý ram trên chi tiết máy, quy trình xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn là quy trình xử lý trong đó chi tiết máy được giữ ở nhiệt độ trong khoảng từ 760 đến 820°C trong thời gian trong khoảng từ 3 đến 15 phút và được làm nguội nhanh, và quy trình xử lý ram là quy trình xử lý trong đó việc ram được thực hiện ở nhiệt độ trong khoảng từ 200 đến 350°C để làm cho chi tiết máy có cả độ chống mòn và độ dai ưu việt được sản xuất.

(9) Chi tiết máy bằng thép cacbon cao được sản xuất bằng phương pháp sản xuất chi tiết máy bằng thép cacbon cao theo mục (8).

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế ngăn việc giảm khả năng gia công thứ cấp như là tính có thể gia công cơ khí, và tuổi thọ của các dụng cụ được sử dụng để dập đột, rèn khuôn, uốn cong, gia công thứ cấp, v.v là có thể sánh được với tuổi thọ của tấm thép cán nguội cacbon cao thông thường. Ngoài ra, sau khi xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và xử lý ram ở nhiệt độ thấp (quy trình xử lý tôi và ram), so với các tấm thép cacbon cao thông thường, có thể sản xuất chi tiết máy có sự cân bằng cao của các đặc tính độ cứng, các đặc tính

va đập ưu việt, và độ chống mòn ưu việt, mà có ảnh hưởng rõ rệt trong ngành công nghiệp. Ngoài ra, tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế là ưu việt cho các đặc tính va đập (độ dai), độ chống mòn, và các đặc tính chống môi sau quy trình xử lý tôi và ram, và cụ thể là có tác dụng g là tấm thép là phù hợp cho vật liệu cho chi tiết máy mà yêu cầu độ lâu bền ưu việt trong môi trường sử dụng khắc nghiệt, như là kim đan.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ giải thích dạng sơ đồ thể hiện nét chính của thử nghiệm gia công bằng dao phay trụ đứng (thử nghiệm đánh giá khả năng gia công thứ cấp).

Fig.2 là hình vẽ giải thích dạng sơ đồ thể hiện nét chính của máy thử nghiệm độ mài mòn.

Fig.3 là hình vẽ giải thích dạng sơ đồ thể hiện nét chính của (a) hình dáng của mẫu thử nghiệm độ mài mòn và (b) tình trạng mòn của mẫu thử nghiệm độ mòn.

Fig.4 là hình vẽ giải thích dạng sơ đồ thể hiện nét chính của hình dáng của mẫu thử nghiệm va đập Charpy được sử dụng trong sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ giải thích dạng sơ đồ thể hiện tình trạng lắp đặt của mẫu thử nghiệm trên máy thử nghiệm va đập Charpy được sử dụng trong sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế là tấm thép cán nguội cacbon cao có thành phần tấm thép bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn, Mn: ít hơn 0,60%, Si: 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn, P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: ít hơn 0,60%, và Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn, tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr (Mn + Cr) thỏa mãn ít hơn 1,0%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Tấm thép này có độ dày tấm là nhỏ hơn 1,0 mm. Thứ nhất, các lý do cho việc giới

hạn thành phần tấm thép sẽ được mô tả. Ở sau đây, % khối lượng liên quan đến thành phần được biểu hiện một cách đơn giản như là %.

C: 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn

C là nguyên tố thiết yếu để thu được độ cứng đủ (từ 600 đến 750 HV) với các bộ phận cần chính xác như là các kim đan sau quy trình xử lý nhiệt (quy trình xử lý tôi và ram). Để đảm bảo một cách ổn định độ cứng là 600 HV hoặc nhiều hơn sau quy trình xử lý nhiệt (quy trình xử lý tôi và ram), hàm lượng C cần là 0,85% hoặc nhiều hơn. Mặt khác, khi lượng C tăng, lượng carbua tăng, khả năng gia công nguội bị giảm xuống, và trở nên không thể chịu được nhiều quy trình gia công nhựa (gia công nguội) như là sự đục lỗ, sự rèn khuôn, sự uốn cong, và sự gia công thứ cấp. Khả năng gia công nguội được cải thiện bằng cách lặp đi lặp lại sự cán nguội và sự ủ cầu hóa, và sự cầu hóa carbua; tuy nhiên, nếu nhiều hơn 1,10% C được chứa, các vấn đề trong quy trình sản xuất trở nên rõ ràng, ví dụ, khi sức nặng cán tăng trong quy trình cán nóng và quy trình cán nguội, hoặc khi tần suất xuất hiện các vết nứt ở các đầu cuộn tăng lên đáng kể. Vì vậy, lượng C bị giới hạn ở 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn. Lượng C tốt hơn trong khoảng từ 0,95 đến 1,05%.

Mn: Ít hơn 0,60%

Mn là nguyên tố mà tác động một cách hiệu quả lên sự khử oxy của thép, và có thể cải thiện độ thấm tôi của thép và đảm bảo một cách ổn định độ cứng định trước. Tuy nhiên, nếu hàm lượng là 0,60% hoặc nhiều hơn, các chất lẫn MnS tăng, ảnh hưởng một cách tiêu cực khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram. Khi độ sạch, đặc biệt là dA, là 0,10% hoặc nhiều hơn, xác suất các chất lẫn và phải lưỡi dao cắt tăng, độ chống sự cắt được tăng lên, và khả năng gia công thứ cấp bị yếu đi một cách đáng kể. Vì vậy, theo sáng chế, Mn bị giới hạn ở ít hơn 0,60% ở khoảng mà trong đó dA là ít hơn 0,10%. Lượng Mn tốt hơn là 0,50% hoặc ít hơn. Độ sạch được đo dựa theo JIS G 0555. Ở đây, chú ý đến dA đặc biệt là cho các chất lẫn loại A.

Si: 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn

Si hoạt động như là chất khử oxy cho thép nóng chảy và là nguyên tố hữu hiệu cho việc sản xuất thép sạch. Si là nguyên tố góp phần cho độ kháng sự mềm hóa trong quy trình ram của martensit. Để thu được ảnh hưởng này, hàm lượng là 0,10% hoặc nhiều hơn là cần thiết. Mặt khác, lượng lớn Si vượt quá 0,35% gây nên quy trình ram martensit không đủ trong suốt quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp, và các đặc tính va đập bị yếu đi. Vì các lý do này, Si bị giới hạn ở khoảng là 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn.

P: 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,030% hoặc ít hơn

Cả P và S đều là các nguyên tố mà có mặt không tránh khỏi trong thép và ảnh hưởng một cách tiêu cực các đặc tính va đập. Mặc dù được mong đợi để giảm P và S càng nhiều càng tốt, gần như có thể chấp nhận miễn là hàm lượng P lên đến 0,030% và hàm lượng S lên đến 0,030%. Vì các lý do này, P bị giới hạn ở 0,030% hoặc ít hơn, và S bị giới hạn ở 0,030% hoặc ít hơn. Từ quan điểm duy trì các đặc tính va đập ưu việt, ưu tiên là điều chỉnh P đến 0,020% hoặc ít hơn và S đến 0,020% hoặc ít hơn.

Cr: Ít hơn 0,60%

Cr là nguyên tố mà cải thiện độ thấm tôi của thép và được hòa tan chất rắn trong carbua (xementit) để hóa cứng carbua, bằng cách đó góp phần vào sự cải thiện độ chống mòn. Để thu được ảnh hưởng này, được mong đợi để chứa Cr theo lượng 0,10% hoặc nhiều hơn. Khi Cr được hòa tan chất rắn trong carbua (xementit) để trì hoãn sự tái hòa tan của carbua trong giai đoạn đun nóng, các carbua còn lại sau quy trình tôi và ram tăng lên với sự tăng lên của hàm lượng Cr. Ở đây, carbua còn lại đề cập đến, trong số các carbua không có khả năng hòa tan hoàn toàn vào nền cơ sở trong quy trình đun nóng và giữ trong suốt quy trình xử lý tôi, carbua còn lại trong nền cơ sở sau quy trình làm nguội nhanh cho sự biến đổi martensitic. Khi các carbua còn lại tăng, độ chống mòn cải thiện. Tuy nhiên, nếu lượng lớn, 0,60% hoặc nhiều

hơn, Cr được chứa, bên cạnh sự tăng carbua còn lại, ảnh hưởng của việc trì hoãn sự hòa tan carbua trong suốt quy trình tôi, quy trình đun nóng, và sự giữ tăng lên, bằng cách đó ức chế độ thấm tôi và làm giảm đi độ dai. Vì các lý do này, Cr bị giới hạn ở ít hơn 0,60%. Cr tốt hơn là 0,10% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,50%.

Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn

Thông thường, được biết là Nb là nguyên tố mở rộng khoảng nhiệt độ không tái kết tinh của thép trong suốt quy trình cán nóng, chủ yếu ở thép ít cacbon, cùng thời điểm, được kết tủa như là NbC, và góp phần cho việc tinh chế các hạt austenit. Cũng trong thép cacbon cao, Nb có thể được bổ sung để dành cho ảnh hưởng tinh chế kết cấu sau quy trình cán nguội. Theo sáng chế, Nb được chứa theo lượng 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn chủ yếu cho mục đích khôi phục độ dai bằng quy trình ram ở nhiệt độ thấp sau quy trình tôi. Nếu hàm lượng Nb là nhỏ, NbC mà góp phần vào việc tinh chế kết cấu không được tạo ra, và Nb ở trong trạng thái dung dịch rắn loãng. Được cân nhắc là sự khuếch tán của C trong pha ferit và pha martensit, có các kết cấu BCC, được thúc đẩy do thực tế là Nb ở trong trạng thái dung dịch rắn loãng. Cụ thể, được cân nhắc là sự khuếch tán của C được hòa tan trong pha ferit từ carbua vào pha austenit trong suốt quy trình đun nóng trong quy trình xử lý tôi và sự khuếch tán và sự kết tủa của dung dịch rắn C quá bão hòa trong pha martensit trong suốt quy trình đun nóng trong quy trình xử lý ram được thúc đẩy, và kết quả là, có thể hoàn thành cả sự cải thiện trong độ thấm tôi bằng cách đun nóng thời gian ngắn và sự khôi phục độ dai nhờ quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp. Ảnh hưởng này trở nên dễ thấy khi hàm lượng Nb là 0,005% hoặc nhiều hơn; tuy nhiên, khi hàm lượng Nb vượt quá 0,020%, sự kết tủa của NbC trở nên dễ thấy, và trạng thái dung dịch rắn loãng của Nb không thể được đảm bảo, vì vậy ảnh hưởng của việc thúc đẩy sự khuếch tán C do trạng thái dung dịch rắn loãng của Nb không thể được nhận ra. Vì vậy, Nb đã được giới hạn ở 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn. Nb tốt hơn là 0,015% hoặc ít hơn.

(Mn + Cr): Ít hơn 1,0%

Theo sáng chế, để độ dai cải thiện và độ chống mòn sau quy trình xử lý tôi và ram trong khi ngăn chặn sự làm giảm đi khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram, tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr (Mn + Cr) được điều chỉnh thành ít hơn 1,0%. Dựa theo nghiên cứu bởi các tác giả của sáng chế, khi cả Mn và Cr dễ dàng được chất rắn hòa tan trong các carbua, khi tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr (Mn + Cr) tăng, ảnh hưởng của việc trì hoãn sự tái hòa tan của carbua trong giai đoạn đun nóng trong suốt quy trình tôi là lớn hơn trong trường hợp mà một mình Mn được sử dụng và một mình Cr được sử dụng, các carbua còn lại tăng, và độ chống mòn cũng tăng. Tuy nhiên, khi (Mn + Cr) tăng lên đến 1,0% hoặc nhiều hơn, carbua còn lại trở thành 6% hoặc nhiều hơn về mặt tỷ lệ diện tích, ảnh hưởng của sự giảm độ thấm tôi tăng lên, và trị số va đập (độ dai) sau quy trình tôi và ram cũng giảm. Nếu (Mn + Cr) ít hơn 1%, carbua còn lại ít hơn 6% về mặt tỷ lệ diện tích, và có thể cho cả độ chống mòn và độ dai ưu việt. Mặt khác, nếu (Mn + Cr) quá nhỏ, các carbua còn lại giảm, và độ chống mòn được mong đợi không thể được đảm bảo. Vì vậy, carbua còn lại tốt hơn là 3% hoặc nhiều hơn về mặt tỷ lệ diện tích. (Mn + Cr) để đạt lượng carbua còn lại là 3% hoặc nhiều hơn về mặt tỷ lệ diện tích tốt hơn là 0,15% hoặc nhiều hơn. Mặt khác, theo khả năng gia công thứ cấp trước quy trình xử lý tôi và ram, do sự tăng lên của (Mn + Cr), đặc biệt là sự tăng lên của Mn, các chất lẫn MnS mà ảnh hưởng một cách tiêu cực đến khả năng gia công thứ cấp tăng. Vì vậy, để cải thiện cả độ chống mòn và độ dai trong khi ngăn chặn sự làm giảm đi khả năng gia công thứ cấp, (Mn + Cr) bị giới hạn ở ít hơn 1,0% theo sáng chế. (Mn + Cr) tốt hơn là ít hơn 0,90%.

Mặc dù các thành phần được mô tả ở trên là các thành phần cơ bản, bên cạnh các thành phần cơ bản, một hoặc hai được lựa chọn từ Mo: 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05% và V: 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05% có thể được chứa như là các yếu tố được chọn lọc.

Mo và V như là một hoặc hai chất được lựa chọn từ Mo: 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05% và V: 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05% đều là các nguyên tố góp phần để sự cải thiện độ thấm tôi của thép và sự cải thiện các đặc tính va đập (độ dai) sau quy trình xử lý tôi và ram, và một hoặc hai chất được chọn khi cần thiết có thể được chứa trong lượng lớn hơn mức chứa trong khối (0,001%).

Mặc dù Mo là nguyên tố hiệu quả cho việc cải thiện độ thấm tôi của thép, nếu hàm lượng Mo là 0,05% hoặc nhiều hơn, ảnh hưởng của việc trì hoãn sự hòa tan của các carbua tăng lên, vì vậy độ thấm tôi còn được làm giảm và không thu được độ cứng đủ. Ngoài ra, ảnh hưởng của Nb bị mất đi, và các đặc tính va đập sau quy trình ram ở nhiệt độ thấp bị giảm. Vì vậy, khi Mo được chứa, Mo tốt hơn là bị giới hạn ở 0,001% hoặc nhiều hơn mà là mức chứa chắc chắn hoặc nhiều hơn, và ít hơn 0,05%, Mo tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn và 0,03% hoặc ít hơn.

Mặc dù V là nguyên tố góp phần vào sự cải thiện các đặc tính va đập thông qua việc tinh chế kết cấu thép, nếu lượng lớn, 0,05% hoặc nhiều hơn, của V được chứa, ảnh hưởng của việc trì hoãn sự hòa tan các carbua tăng lên, vì vậy độ thấm tôi còn được làm giảm và không thu được độ cứng đủ. Ngoài ra, ảnh hưởng của Nb bị mất đi, và các đặc tính va đập sau quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp bị giảm. Vì lý do này, khi V được chứa, V tốt hơn là được giới hạn ở 0,001% hoặc nhiều hơn mà là mức chứa chắc chắn hoặc nhiều hơn, và ít hơn 0,05%, Mo tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn và 0,03% hoặc ít hơn.

Phần còn lại ngoài các thành phần ở trên bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

Tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế có thành phần được mô tả ở trên và kết cấu trong đó carbua có đường kính hạt trung bình (d_{av}) (μm) thỏa mãn công thức (1) dưới đây:

$$0,2 \leq d_{av} \leq 0,7(\mu\text{m}) \dots (1), \text{ và}$$

tỷ lệ tạo thành hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) thỏa mãn công thức (2) dưới đây:

$$(N_{SC}/N_{TC}) \times 100 \geq 90\% \dots (2),$$

được phân tán.

Ở đây, đường kính hạt trung bình (d_{av}) trong công thức (1) là giá trị trung bình của các đường kính của các vòng tròn riêng rẽ (các đường kính vòng tròn tương đương) khi giả sử vòng tròn có cùng diện tích khi mỗi carbua được quan sát trong tiết diện của tấm thép. Khi đường kính hạt trung bình (d_{av}) của carbua được phân tán ở trong khoảng thỏa mãn công thức (1), các đặc tính va đập là ưu việt, và, ngoài ra, có ảnh hưởng là độ cứng tôi mong đợi có thể dễ dàng được đảm bảo thậm chí trong quy trình xử lý làm nguội nhanh (quy trình tôi) sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn. Nếu đường kính hạt trung bình (d_{av}) của carbua được phân tán là nhỏ hơn 0,2 μm , carbua trở nên mịn hơn, và số lượng các carbua được phân tán tăng, vì vậy sức nặng của gia công thứ cấp lên hình dạng kim tăng lên. Mặt khác, khi đường kính hạt trung bình (d_{av}) vượt quá 0,7 μm , là khó để đảm bảo độ cứng tôi mong đợi trong quy trình xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn.

Theo sáng chế, tỷ lệ tạo thành hạt tròn được xác định bằng (N_{SC}/N_{TC}) theo công thức (2). Ở đây, N_{TC} là tổng số lượng của các carbua trên mỗi diện tích quan sát là 100 μm^2 , và N_{SC} là số lượng các carbua được xem như cầu hóa trong cùng trường quan sát và là số lượng các carbua thỏa mãn điều kiện $d_L/d_S \leq 1,4$. Ở đây, trục lớn của carbua là d_L và trục nhỏ là d_S .

Không thể nói rằng carbua được hoàn toàn tạo ra theo dạng hình cầu, và carbua thường được quan sát như là hình elip phụ thuộc vào bề mặt được quan sát, vì vậy mức độ của sự tạo hạt tròn được định rõ bằng tỷ lệ (d_L/d_S) của trục lớn trên trục nhỏ. Theo sáng chế, các carbua thỏa mãn điều kiện là (d_L/d_S): 1,4 hoặc ít hơn được định nghĩa như là các carbua được cầu hóa, và số lượng của chúng là N_{SC} . Từ kiến thức thực nghiệm, cần thiết là tỷ lệ tạo thành hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) $\times 100$ là 90% hoặc nhiều

hơn để giữ khả năng gia công thứ cấp tốt tấm thép.

Đường kính hạt trung bình và tỷ lệ tạo thành hạt tròn của các carbua được mô tả ở trên đã được tính toán bằng cách quan sát hình ảnh kính hiển vi điện tử bậc hai (độ phóng đại: 2000 lần) sử dụng kính hiển vi điện tử quét và thực hiện phân tích hình ảnh.

Mẫu thử nghiệm cho sự quan sát carbua đã được làm mẫu từ tấm thép cán nguội (phần trung tâm độ dày tấm), được nhúng trong nhựa, được đánh bóng, và được khắc mòn với dung dịch khắc mòn, và carbua đã được quan sát sử dụng kính hiển vi điện tử quét. Đường kính vòng tròn tương đương, tỷ lệ của trục lớn d_L trên trục nhỏ d_s , N_{TC} , và N_{SC} của carbua đã được đo trong khoảng diện tích được quan sát là $100 \mu m^2$ gần phần trung tâm độ dày tấm. Phép đo này được thực hiện cho năm trường quan sát, và mỗi giá trị trung bình được tính toán. Về các phép đo và các phép tính này, phần mềm phân tích hình ảnh có mặt trên thị trường winroof đã được sử dụng.

Tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế có thành phần và kết cấu tấm thép được mô tả ở trên, và trong khi khả năng gia công thứ cấp như là tính có thể gia công trên máy được giữ, tuổi thọ của các dụng cụ được sử dụng cho sự đục lỗ, sự rèn khuôn, sự uốn cong, gia công thứ cấp, v.v là có thể sánh được với tuổi thọ của tấm thép cán nguội cacbon cao thông thường. Ngoài ra, sau quy trình xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp (quy trình xử lý tôi và ram), so với các tấm thép cacbon cao thông thường, có thể sản xuất chi tiết máy có sự cân bằng cao của các đặc tính độ cứng, các đặc tính va đập ưu việt, và độ chống mòn ưu việt.

Sự diễn tả “ưu việt trong khả năng gia công thứ cấp” được sử dụng trong đây đề cập đến, như được thể hiện trên Fig.1, khi thử nghiệm cắt (dùng dao phay trụ đứng) được thực hiện, lực được áp dụng cho dụng cụ (dao phay trụ đứng) là nhỏ hơn

40 N (tốc độ quay dụng cụ là thấp (1300 vòng/phút)) hoặc nhỏ hơn 35 N (tốc độ quay dụng cụ là cao (2300 vòng/phút)).

Theo sáng chế, tập trung vào việc dùng dao phay trụ đứng thông thường, như được thể hiện trên Fig.1, tấm thép (vật liệu gia công) chịu hoạt động cắt (dùng dao phay trụ đứng) sử dụng dao phay trụ đứng. Tại thời điểm đó, lực thành phần chiều X, lực thành phần chiều Y, và lực thành phần chiều Z như là các lực chống sự cắt được áp vào dụng cụ (dao phay trụ đứng: đường kính $\phi 6\text{mm}$) đã được đo bằng động lực kế cắt (không được thể hiện trên hình vẽ) được gắn vào dụng cụ, và lực tổng hợp được tính toán và được sử dụng như là chỉ số đánh giá khả năng gia công thứ cấp. Các điều kiện của sự thử nghiệm hoạt động của dao phay trụ đứng là: tốc độ cắt 25 m/phút (tốc độ thấp), 45 m/phút (tốc độ cao); lượng chạy dao mỗi lưỡi dao là 0,016 mm/răng; lượng cắt là 0,2mm; độ dài nhô ra của dụng cụ là 25mm; khoảng cách cắt là 30 mm, và không có dầu cắt được sử dụng.

Bằng cách thông qua thử nghiệm hoạt động của dao phay trụ đứng này, khả năng gia công thứ cấp có thể được đánh giá trong trạng thái gần với môi trường sử dụng thực sự. Nếu lực chống sự cắt được áp dụng cho dụng cụ là nhỏ hơn 40 N (hoặc nhỏ hơn 35 N), nó nghĩa là cho khả năng gia công thứ cấp ưu việt bằng với hoặc tốt hơn khả năng gia công thứ cấp của các tấm thép cán nguội cacbon cao thông thường.

Thuật ngữ “độ chống mòn ưu việt” được sử dụng trong đây đề cập đến trường hợp mà thử nghiệm độ mòn sử dụng máy thử nghiệm độ mòn được thể hiện trên Fig.2 được thực hiện và độ sâu mòn thu được là nhỏ hơn 485 μm .

Máy thử nghiệm độ mòn 10 được thể hiện trên Fig.2 bao gồm thiết bị tháo sợi 11 để tháo sợi, thiết bị điều chỉnh độ căng 12 để áp độ căng mong muốn lên sợi được tháo 2, mẫu thử nghiệm độ mòn 1 có các lỗ từ 1a đến 1d để chuyển qua sợi được căng, và thiết bị quấn sợi 13 để quấn sợi và có thể tái tạo độ mòn của kim đan do dệt

sợi trong tình trạng gần với máy móc thực sự. Máy thử nghiệm độ mòn 10 có kết cấu mà có độ căng bằng không khi sợi đứt, và máy tự động dừng tại thời điểm này.

Mẫu thử nghiệm độ mòn 1 được sử dụng là mẫu thử nghiệm độ mòn có hình dáng được thể hiện trên Fig.3(a), và sợi 2 liên tục được tháo từ ống sợi (thiết bị tháo sợi) 11 chịu độ căng thích hợp nhờ thiết bị điều chỉnh độ căng 12. Sau đó, sợi 2 đi qua, ví dụ, lỗ 1a được tạo ra trong mẫu thử nghiệm độ mòn 1 và được quấn nhờ thiết bị quấn sợi 13 trong khi tiếp xúc với lỗ 1a để làm mòn lỗ 1a. Bốn lỗ (từ 1a đến 1d) được tạo ra trên một mẫu thử nghiệm. Các điều kiện cho thử nghiệm độ mòn là: sợi dệt hoàn toàn là polyester (110T48 tiêu chuẩn); tốc độ nạp sợi là 160 m/s; độ căng là 10 ± 2 N/cm. Thử nghiệm độ mòn được thực hiện cho tới khi sợi với độ dài là 100,000 m được lấy ra từ một lỗ, và độ sâu mòn trong lỗ được đo. Thử nghiệm độ mòn này được thực hiện trên mỗi lỗ trong số bốn lỗ từ 1a đến 1d được tạo ra trong một mẫu thử nghiệm độ mòn, độ sâu mòn của mỗi lỗ được đo, và giá trị trung bình của chúng được lấy như là độ sâu mòn (trung bình) của mẫu thử nghiệm độ mòn.

Như kết quả của thử nghiệm độ mòn dưới các điều kiện được mô tả ở trên, nếu độ sâu mòn nhỏ hơn 485 μm , nó nghĩa là tạo ra độ chống mòn ưu việt bằng hoặc tốt hơn độ chống mòn của các tấm thép cán nguội cacbon cao thông thường. Bằng cách thông qua thử nghiệm độ mòn này, độ chống mòn có thể được đánh giá trong trạng thái gần mòn do sợi của phần móc của kim đan. Phát hiện là độ chống mòn được đánh giá trong trạng thái gần mòn do sợi của phần móc của kim đan, vì vậy sự có mặt của các carbua còn lại ảnh hưởng lớn đến độ chống mòn. Độ chống mòn cân xứng với tỷ lệ diện tích của carbua còn lại. Nếu carbua còn lại ít hơn 3% về mặt tỷ lệ diện tích, độ chống mòn được mong đợi không thể được đảm bảo. Carbua còn lại tốt hơn là 3% hoặc nhiều hơn về mặt tỷ lệ diện tích.

Thuật ngữ “các đặc tính va đập ưu việt” được sử dụng trong đây đề cập đến trường hợp mà mẫu thử nghiệm va đập (mẫu thử nghiệm lõm chữ U với độ rộng lõm

là 0,2 mm (độ sâu lõm là 2,5 mm, bán kính lõm là 0,1 mm)) được thể hiện trên Fig.4 được sử dụng, và khi thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ phòng và ở khoảng cách bộ đỡ là 40 mm như được thể hiện trên Fig.5 nhờ máy thử nghiệm va đập Charpy (Toyo Seiki Seisaku-sho, Ltd. mẫu DG-GB) với công suất định mức là 1 J dựa vào JIS K 7077, trị số va đập là 9 J/cm² hoặc nhiều hơn.

Nhờ sử dụng máy thử nghiệm va đập Charpy này, có thể thực hiện thử nghiệm dưới các điều kiện gần với JIS Z 2242, là phương pháp thử nghiệm va đập Charpy cho các vật liệu kim loại, thậm chí khi mẫu thử nghiệm có độ dày tấm là nhỏ hơn 1,0 mm được sử dụng. Bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm va đập này, nhân tố tập trung ứng suất tăng, độ lệch trong suốt thử nghiệm va đập được tối thiểu hóa, và có thể thu được trị số va đập ổn định. Bằng cách thông qua phương pháp thử nghiệm va đập này và mẫu thử nghiệm va đập này, các đặc tính va đập có thể được đánh giá trong trạng thái gần với môi trường sử dụng thực sự. Mặc dù trị số va đập có xu hướng cao hơn khi lượng carbua còn lại nhỏ hơn, khi lượng carbua còn lại vượt quá 6% về mặt tỷ lệ diện tích, trị số va đập giảm đáng kể. Vì vậy, các tác giả của sáng chế đã phát hiện là để đảm bảo trị số va đập mong muốn, carbua còn lại ít hơn 6% về mặt tỷ lệ diện tích.

Như được mô tả ở trên, bằng việc dùng phương pháp thử nghiệm độ mòn mới để đánh giá độ chống mòn và dùng phương pháp thử nghiệm hoạt động của dao phay trụ đứng để đánh giá khả năng gia công thứ cấp, có thể xác định dãy thành phần hóa học thích hợp dựa vào sự đánh giá môi trường gần với máy thực sự.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế sẽ được mô tả.

Tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế được sản xuất bằng việc áp dụng ủ mềm hóa vào tấm thép cán nóng khi cần thiết, và lặp đi lặp lại việc thực hiện cán nguội và sự ủ cầu hóa.

Tấm thép cán nóng được sử dụng theo sáng chế có thể là một tấm thu được dưới các điều kiện sản xuất bình thường. Ví dụ, miếng (phiến) thép có thành phần được mô tả ở trên được đun nóng đến nhiệt độ 1050 đến 1250°C, được cán nóng ở nhiệt độ kết thúc trong khoảng từ 800 đến 950°C, và được tạo ra trong cuộn ở nhiệt độ cuộn trong khoảng từ 600 đến 750°C, nhờ đó tấm thép cán nóng có thể được tạo ra. Độ dày tấm của tấm thép cán nóng có thể được thiết lập thích hợp từ độ dày tấm của tấm thép cán nguội mong đợi sao cho thu được tỷ lệ giảm độ dày phù hợp trong quy trình cán nguội.

Tấm thép cán nóng lặp đi lặp lại chịu sự cán nguội và sự ủ cầu hóa nhiều lần để thu được tấm thép cán nguội cacbon cao có độ dày tấm là nhỏ hơn 1,0 mm. Sự cán nguội và sự ủ cầu hóa tốt hơn là được lặp lại từ 2 đến 5 lần.

Tỷ lệ giảm độ dày trong quy trình cán nguội tốt hơn là trong khoảng từ 25 đến 65%. Nếu tấm thép (tấm thép cán nguội) với tỷ lệ giảm độ dày khi cán nguội là ít hơn 25% chịu sự ủ cầu hóa, các carbua trở thành hạt thô. Mặt khác, nếu tỷ lệ giảm độ dày khi cán nguội vượt quá 65%, tải trọng của hoạt động cán nguội có thể là quá lớn. Vì vậy, tỷ lệ giảm độ dày khi cán nguội bị giới hạn trong khoảng từ 25 đến 65%. Về sự cán nguội cuối cùng mà không cho sự ủ cầu hóa sau quy trình cán nguội, giới hạn dưới của tỷ lệ giảm độ dày là đặc biệt không bị giới hạn.

Sự ủ cầu hóa tốt hơn là được thực hiện ở nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ từ 640 đến 720°C. Nếu nhiệt độ ủ cầu hóa là nhỏ hơn 640°C, sự tạo hạt tròn có xu hướng là không đủ, trong khi nếu nhiệt độ là lớn hơn 720°C, các carbua có xu hướng trở thành hạt thô. Vì vậy, sự ủ cầu hóa được thực hiện ở nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ từ 640 đến 720°C. Thời gian giữ sự ủ cầu hóa tốt hơn là được chọn phù hợp trong khoảng thời gian từ 9 đến 30 giờ.

Lý do tại sao sự cán nguội (25 đến 65%) và sự ủ cầu hóa (640 đến 720°C) được lặp lại nhiều lần là việc điều chỉnh này được thực hiện sao cho đường kính hạt trung

bình (d_{av}) của carbua và tỷ lệ tạo thành hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) $\times 100$ thỏa mãn công thức (1) và (2) ở trên, một cách tương ứng.

Thứ nhất, các vết nứt được tạo ra trong carbua do sự cán nguội, và carbua mà bắt đầu vỡ do sự ủ cầu hóa trở nên được cầu hóa. Tuy nhiên, với chỉ một sự ủ cầu hóa, là khó để tăng tỷ lệ tạo thành hạt tròn của carbua đến 90% hoặc nhiều hơn, và carbua dạng thanh hoặc dạng tấm vẫn còn. Trong trường hợp này, độ thấm tôi cũng bị ảnh hưởng một cách tiêu cực, và khả năng gia công nguội của các bộ phận cần chính xác bị yếu đi. Vì vậy, để tăng tỷ lệ tạo thành hạt tròn carbua (N_{SC}/N_{TC}) $\times 100$ đến 90% hoặc nhiều hơn, là tối ưu để lần lượt lặp lại sự cán nguội và sự ủ cầu hóa, và kết quả là, sự phân bố carbua mịn có tỷ lệ tạo thành hạt tròn cao được thu được trong tấm thép. Đặc biệt được ưu tiên là sự cán nguội từ hai đến năm lần và sự ủ cầu hóa từ hai đến năm lần. Khoảng nhiệt độ tương tự được ưa chuộng cho sự ủ mềm hóa nhằm đến việc mềm hóa tấm thép cán nóng trước quy trình cán nguội.

Phương pháp ở trên là phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao theo sáng chế. Để tạo tấm thép này thành chi tiết máy như là kim đan như là mục đích cuối cùng, được ưa chuộng là để tạo tấm thép thành hình dáng định trước và sau đó thực hiện quy trình xử lý nhiệt dưới đây.

Tấm thép cán nguội cacbon cao trong đó carbua được cầu hóa là 90% hoặc nhiều hơn được phân bố được gia công thành nhiều chi tiết máy, sau đó chịu quy trình xử lý làm nguội nhanh (quy trình tôi) sau quy trình xử lý hòa tan, và sau đó chịu quy trình xử lý ram. Trong quy trình xử lý hòa tan, nhiệt độ đun nóng trong khoảng từ 760 đến 820°C, và thời gian giữ là thời gian ngắn như là trong khoảng từ 3 đến 15 phút. Ưu tiên là sử dụng dầu cho quy trình tôi (quy trình làm nguội nhanh). Trong quy trình xử lý ram, nhiệt độ quy trình ram tốt hơn là nhiệt độ thấp, ví dụ, từ 200 đến 350°C. Nhiệt độ quy trình ram tốt hơn nữa trong khoảng từ 250 đến 300°C. Kết quả là, nhiều chi tiết máy có độ cứng trong khoảng từ 600 đến 750 HV có thể

được thu được.

Nếu thời gian giữ của quy trình xử lý hòa tan là dài hơn 15 phút, carbua được hòa tan quá mức, và các hạt austenit trở thành hạt thô, vì vậy pha martensit sau quy trình tôi trở thành hạt thô và các đặc tính va đập bị yếu đi. Mặt khác, nếu thời gian giữ là ngắn hơn 3 phút, carbua không được hòa tan đủ, và là khó để thu được độ cứng cao mong muốn sau quy trình làm nguội nhanh. Vì vậy, thời gian giữ của quy trình xử lý hòa tan tốt hơn là 3 phút hoặc nhiều hơn và 15 phút hoặc ít hơn. Thời gian giữ tốt hơn nữa là 5 đến 10 phút.

Mặt khác, nếu nhiệt độ quy trình ram là nhỏ hơn 200°C , sự khôi phục độ dai của pha martensit là không đủ. Mặt khác, khi nhiệt độ quy trình ram vượt quá 350°C , độ cứng là thấp hơn 600 HV, và trị số va đập trở nên cao; tuy nhiên, độ lâu bền và độ chống mòn được làm giảm xuống, điều này trở thành vấn đề. Vì vậy, nhiệt độ quy trình ram tốt hơn là trong khoảng từ 200 đến 350°C . Nhiệt độ quy trình ram tốt hơn nữa trong khoảng từ 250 đến 300°C . Thời gian giữ của quy trình xử lý ram tốt hơn là được chọn phù hợp trong khoảng từ 30 phút đến 3 giờ.

Sáng chế còn được mô tả dưới đây với sự viện dẫn đến các ví dụ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép nóng chảy có các thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 được nấu chảy trong lò nấu chảy chân không và sau đó đúc trong khuôn để thu được các thỏi thép kích thước nhỏ (50 kgf). Các thỏi thép kích thước nhỏ này được lát thành phiến, được tạo thành các miếng thép, và sau đó được cán nóng dưới các điều kiện nhiệt độ đun nóng là 1150°C và nhiệt độ kết thúc cán là 870°C để hình thành tấm thép cán nóng (độ dày tấm: 4 mm). Sau đó, tấm thép cán nóng thu được chịu sự cán nguội và sự ủ cầu hóa dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 2 để thu được tấm thép cán nguội có độ dày tấm là 0,4 mm hoặc nhiều hơn và nhỏ hơn 1,0 mm.

Thứ nhất, mẫu thử nghiệm cho việc quan sát kết cấu được chọn từ tấm thép cán

ngươi thu được, được nhúng trong nhựa, được đánh bóng và được khắc mòn, và kết cấu được quan sát từ hình ảnh kính hiển vi điện tử bậc hai (độ phóng đại: 2000 lần) sử dụng kính hiển vi điện tử quét và được tạo ảnh. Đường kính hạt trung bình (d_{av}) và tỷ lệ tạo thành hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) của carbua đã được tính toán bằng cách phân tích hình ảnh. Trong khoảng diện tích được quan sát là $100 \mu m^2$ gần phần trung tâm độ dày tấm, đường kính vòng tròn tương đương của mỗi carbua và tỷ lệ của trục lớn d_L trên trục nhỏ d_S của mỗi carbua đã được xác định, và tổng số lượng N_{TC} của các carbua trên mỗi diện tích quan sát là $100 \mu m^2$ và tổng số lượng N_{SC} của các carbua thỏa mãn điều kiện là d_L/d_S : 1,4 hoặc ít hơn đã được đo. Phép đo này đã được thực hiện cho năm trường quan sát, và các giá trị trung bình của chúng đã được tính toán. Về các phép đo và các phép tính này, phần mềm phân tích hình ảnh có mặt trên thị trường winroof đã được sử dụng. Về mẫu thử nghiệm cho việc quan sát kết cấu, độ sạch dA được đo cho các chất lẫn loại A phù hợp với JIS G 0555. Trường nhìn đo lường là 60 trường nhìn.

Ngoài ra, mẫu thử nghiệm được chọn từ tấm thép cán nguội thu được, và dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 3, như được thể hiện trên Fig.1, thử nghiệm tính có thể gia công trên máy (thử nghiệm hoạt động của dao phay trụ đứng) được thực hiện. Sau khi các lực theo chiều X, chiều Y, và chiều Z được áp cho dụng cụ (dao phay trụ đứng: đường kính 6 mm) đã được đo, lực tổng hợp được tính toán và được sử dụng như là lực chống sự cắt. Hai loại tốc độ quay của dụng cụ là tốc độ thấp (1300 vòng/phút) và tốc độ cao (2300 vòng/phút).

Tiếp theo, tấm thép cán nguội thu được đã được mang vào lò đun nóng và chịu quy trình xử lý hòa tan trong thời gian ngắn dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 4, và sau đó chịu quy trình xử lý làm nguội nhanh (quy trình tôi dầu). Ngoài ra, quy trình xử lý nhiệt mà áp dụng quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp được thực hiện. Mẫu thử nghiệm được chọn từ tấm thép đã được xử lý nhiệt và chịu sự khảo sát carbua còn lại, thử nghiệm độ cứng, thử nghiệm va đập, và thử nghiệm độ mòn.

Phương pháp thử nghiệm là như dưới đây.

(1) Sự khảo sát carbua còn lại

Mẫu thử nghiệm cho việc quan sát kết cấu được chọn từ tấm thép đã được xử lý nhiệt, được nhúng trong nhựa, được đánh bóng và được khắc mòn, và kết cấu đã được quan sát từ hình ảnh kính hiển vi điện tử bậc hai (độ phóng đại: 2000 lần) sử dụng kính hiển vi điện tử quét và được tạo ảnh, và bằng cách phân tích hình ảnh, tỷ lệ diện tích (%) của carbua còn lại được tính toán cho carbua còn lại có đường kính vòng tròn tương đương là 0,1 μm hoặc nhiều hơn. Diện tích đo là 100 μm^2 .

(2) Thử nghiệm độ cứng

Độ cứng mẫu thử nghiệm được cắt ra từ tấm thép đã được xử lý nhiệt theo chiều vuông góc với hướng cán và được nhúng trong nhựa, tiết diện đã được đánh bóng, và độ cứng được đo tại phần trung tâm độ dày tấm. Độ cứng được đo tại năm điểm cho mỗi miếng phù hợp với JIS Z 2244 sử dụng máy thử nghiệm độ cứng Vickers (lực thử nghiệm: 49,0 N), và giá trị trung bình của nó được lấy như là độ cứng của tấm thép.

(3) Thử nghiệm va đập

Mẫu thử nghiệm va đập (mẫu thử nghiệm lõm chữ U với độ rộng lõm là 0,2 mm (độ sâu lõm 2,5 mm, bán kính lõm 0,1 mm)) được thể hiện trên Fig.4 được chọn từ tấm thép đã được xử lý nhiệt song song với hướng cán, và thử nghiệm va đập Charpy được thực hiện ở nhiệt độ phòng và tại khoảng cách bộ đỡ là 40 mm như được thể hiện trên Fig.5 nhờ máy thử nghiệm va đập Charpy (Toyo Seiki Seisakusho, Ltd. mẫu DG-GB) với công suất định mức là 1 J dựa vào JIS K 7077, theo đó thu được trị số va đập (J). Năm mẫu thử nghiệm đã được sử dụng, và trung bình của các trị số va đập thu được được lấy như là trị số va đập của tấm thép.

(4) Thử nghiệm độ mòn

Mẫu thử nghiệm độ mòn có hình dáng được thể hiện trên Fig.3 được chọn từ tấm thép đã được xử lý nhiệt và chịu sự thử nghiệm độ mòn sử dụng máy thử nghiệm độ mòn được thể hiện trên Fig.2. Các điều kiện cho việc thử nghiệm độ mòn là: sợi dệt hoàn toàn là polyeste (110T48 tiêu chuẩn); tốc độ nạp sợi 160 m/s; độ căng 10 ± 2 N/cm. Sau khi sợi đã chạy qua 100,000 m trong một lỗ, máy thử nghiệm đã được dừng lại, và độ sâu mòn được tạo ra trong lỗ (1a trong trường hợp này) của mẫu thử nghiệm độ mòn 1 như được thể hiện trên Fig.3(b) được đo bằng kính hiển vi quang học. Thử nghiệm độ mòn này được thực hiện trên mỗi lỗ (từ 1a đến 1d), độ sâu mòn của mỗi lỗ (bốn lỗ) được đo, và giá trị trung bình của chúng thu được và được xem như là độ sâu mòn của mẫu thử nghiệm độ mòn.

Các kết quả thu được được minh họa trong bảng 5.

[Bảng 1]

Thép số	Thành phần hóa học (% khối lượng)									Ghi chú
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mn + Cr	Nb	Nguyên tố khác	
<u>A</u>	<u>0,80</u>	0,24	0,40	0,010	0,003	0,35	0,75	0,009	Mo: 0,010	Ví dụ so sánh
B	0,92	0,25	0,42	0,012	0,003	0,25	0,67	0,009	Mo: 0,012	Ví dụ chấp nhận được
<u>C</u>	0,97	0,24	0,43	0,010	0,001	0,25	0,68	<u><0,001</u>	Mo: 0,012	Ví dụ so sánh
D	0,95	0,25	0,49	0,010	0,003	0,34	0,83	0,009	Mo: 0,013	Ví dụ chấp nhận được
<u>E</u>	0,98	0,25	<u>0,68</u>	0,015	0,003	0,39	<u>1,07</u>	<u>0,001</u>	Mo: 0,011	Ví dụ so sánh
<u>F</u>	1,01	0,24	<u>0,71</u>	0,010	0,002	0,41	<u>1,12</u>	0,010	Mo: 0,009	Ví dụ so sánh
G	1,00	0,24	0,40	0,010	0,003	0,49	0,89	0,010	Mo: 0,013, V: 0,010	Ví dụ chấp nhận được
H	1,01	0,23	0,35	0,013	0,003	0,54	0,89	0,010	Mo: 0,008, V: 0,005	Ví dụ chấp nhận được
<u>I</u>	0,98	0,25	<u>0,80</u>	0,010	0,001	0,45	<u>1,25</u>	0,010	Mo: 0,009, V: 0,008	Ví dụ so sánh
<u>J</u>	0,97	0,24	<u>0,85</u>	0,012	0,003	0,30	<u>1,15</u>	0,010	Mo: 0,015	Ví dụ so sánh
<u>K</u>	0,95	0,23	<u>0,90</u>	0,010	0,003	<u>0,60</u>	<u>1,50</u>	0,010	Mo: 0,007, V: 0,009	Ví dụ so sánh
<u>L</u>	<u>1,20</u>	0,23	<u>0,92</u>	0,012	0,002	0,40	<u>1,32</u>	0,010	Mo: 0,006, V: 0,009	Ví dụ so sánh

<u>M</u>	1,00	0,23	0,39	0,013	0,003	0,48	0,87	0,010	Mo: 0,013. <u>V: 0,060</u>	Ví dụ so sánh
<u>N</u>	0,99	0,23	0,43	0,011	0,001	0,38	0,81	0,009	<u>Mo: 0,100</u> , V: 0,005	Ví dụ so sánh
<u>O</u>	0,98	0,24	0,40	0,014	0,003	0,48	0,88	<u>0,003</u>	Mo: 0,007, V: 0,008	Ví dụ so sánh
<u>P</u>	0,95	0,23	0,39	0,010	0,004	0,46	0,85	<u>0,025</u>	MO: 0,009, V: 0,009	Ví dụ so sánh
Q	0,96	0,23	0,38	0,012	0,003	0,45	0,83	0,010	-	Ví dụ chấp nhận được
R	0,96	0,23	0,37	0,010	0,001	0,47	0,84	0,010	-	Ví dụ chấp nhận được
S	0,95	0,22	0,04	0,010	0,001	0,10	0,14	0,011	-	Ví dụ chấp nhận được
T	0,96	0,23	0,45	0,011	0,001	0,45	0,90	0,015	-	Ví dụ chấp nhận được
<u>U</u>	0,96	0,23	0,48	0,011	0,001	<u>0,58</u>	<u>1,06</u>	0,016	-	Ví dụ so sánh
<u>V</u>	0,95	0,24	0,11	0,011	0,002	<u>0,70</u>	0,81	0,015	-	Ví dụ so sánh

[Bảng 2]

Điều kiện sản xuất tấm thép cán nguội (cán nguội (tỷ lệ giảm độ dày), ủ cầu hóa (nhiệt độ ủ))
Cán nóng (4 mm) → ủ mềm hóa (700°C) → cán nguội (từ 25 đến 65%) → ủ cầu hóa (nhiệt độ 690°C) → cán nguội (từ 25 đến 65%) → ủ cầu hóa (nhiệt độ 680°C) → cán nguội (25 đến 65%) → ủ cầu hóa (nhiệt độ 660°C) → cán nguội (từ 25 đến 65%) → ủ cầu hóa (640°C) → cán nguội (3 đến 50%)

[Bảng 3]

Tốc độ cắt (m/phút)	25 (tốc độ thấp), 45 (tốc độ cao)
Lượng chạy dao mỗi lưỡi dao (mm/răng)	0,016
Lượng cắt (mm)	0,2
Dầu cắt	không sử dụng
Độ dài nhô ra của dụng cụ (mm)	25
Khoảng cách cắt (mm)	30

[Bảng 4]

xử lý hòa tan		Điều kiện tôi		Điều kiện xử lý ram	
Nhiệt độ đun nóng (°C)	Thời gian giữ (phút)	Chất làm lạnh	Nhiệt độ (°C)	Ram nhiệt độ (°C)	Thời gian giữ (giờ)
800	10	Dầu tôi	80	250	1

[Bảng 5]

Tám thép số	Thép số	Độ dày tấm thép (mm)	Các đặc tính trước khi xử lý tôi và ram					Các đặc tính sau khi xử lý tôi và ram					Ghi chú
			Độ sạch dA (%)	Đường kính hạt trung bình (µm)	Tỷ lệ tạo thành hạt tròn (%)	Khả năng gia công thứ cấp (lực được áp dụng cho dụng cụ) (N)		Tỷ lệ diện tích carbua còn lại (%)	Độ cứng HV	Trị số va đập (J/cm ²)	Độ sâu mòn (µm)	Đánh giá	
						Tốc độ thấp	Tốc độ cao						
1	<u>A</u>	0,40	0,020	0,6	93	25	20	2,2	680	16	<u>502</u>	×	Ví dụ so sánh
2	B	0,41	0,025	0,6	95	33	30	3,5	696	14	481	⊙	Ví dụ
3	<u>C</u>	0,40	0,022	0,4	94	34	29	3,4	689	4	480	×	Ví dụ so sánh
4	D	0,39	0,032	0,5	95	37	29	4,1	687	12	480	⊙	Ví dụ
5	<u>E</u>	0,40	0,101	0,5	96	41	36	6,5	688	6	472	×	Ví dụ so sánh
6	<u>F</u>	0,39	0,102	0,6	97	42	37	6,8	691	6	470	×	Ví dụ so sánh
7	G	0,41	0,030	0,6	98	38	31	5,2	691	11	480	⊙	Ví dụ
8	H	0,40	0,023	0,6	95	35	30	5,5	691	11	475	⊙	Ví dụ
9	<u>I</u>	0,40	0,103	0,6	96	42	39	6,4	691	5	472	×	Ví dụ so sánh
10	<u>J</u>	0,39	0,111	0,5	97	45	37	6,5	691	6	470	×	Ví dụ so sánh

11	<u>K</u>	0,40	0,112	0,6	95	<u>50</u>	<u>40</u>	8,0	691	<u>3</u>	460	×	Ví dụ so sánh
12	<u>L</u>	0,42	0,120	0,5	96	<u>60</u>	<u>50</u>	6,9	691	<u>3</u>	468	×	Ví dụ so sánh
13	<u>M</u>	0,40	0,020	0,5	95	39	33	7,0	692	<u>4</u>	465	×	Ví dụ so sánh
14	<u>N</u>	0,41	0,023	0,5	94	38	32	6,8	680	<u>3</u>	470	×	Ví dụ so sánh
15	<u>O</u>	0,40	0,025	0,6	95	35	28	5,0	690	<u>4</u>	480	×	Ví dụ so sánh
16	<u>P</u>	0,39	0,023	0,5	93	36	30	4,9	685	<u>3</u>	480	×	Ví dụ so sánh
17	<u>Q</u>	0,40	0,025	0,6	94	35	32	4,8	685	13	479	⊙	Ví dụ
18	<u>R</u>	0,39	0,026	0,5	92	36	29	5,2	685	11	477	⊙	Ví dụ
19	<u>S</u>	0,40	0,006	0,5	90	30	28	3,1	682	17	484	⊙	Ví dụ
20	<u>T</u>	0,41	0,030	0,6	92	38	33	4,8	689	10	477	⊙	Ví dụ
21	<u>U</u>	0,41	0,031	0,5	93	37	33	6,5	630	<u>6</u>	470	×	Ví dụ so sánh
22	<u>V</u>	0,41	0,015	0,6	92	31	28	7,5	691	<u>5</u>	465	×	Ví dụ so sánh

Tất cả các ví dụ theo sáng chế đề xuất các tấm thép cán nguội cacbon cao trong đó lực (độ kháng sự cắt) được áp cho dụng cụ là nhỏ hơn 40 N ở gia công tốc độ thấp và nhỏ hơn 35 N ở gia công tốc độ cao, và khả năng gia công thứ cấp là tương đương với khả năng này của tấm thép cán nguội cacbon cao thông thường. Sau quy trình quy trình xử lý làm nguội nhanh (quy trình tôi dầu) sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp, tấm thép cán nguội cacbon cao đã có các đặc tính độ cứng cao thỏa mãn khoảng độ cứng trong khoảng từ 600 đến 750 HV, trị số va đập thỏa mãn là 9 J/cm² hoặc nhiều hơn, và các đặc tính va đập là ưu việt. Ngoài ra, tấm thép cán nguội cacbon cao có độ sâu mòn nhỏ hơn 485 μ m, vì vậy là ưu việt trong độ chống mòn, và được đánh giá là “ $\odot$ ”. Mặt khác, trong các ví dụ so sánh ngoài phạm vi của sáng chế, lực (độ kháng sự cắt) được áp cho dụng cụ là 40 N hoặc nhiều hơn ở gia công tốc độ thấp và 35 N hoặc nhiều hơn ở gia công tốc độ cao, và khả năng gia công thứ cấp là kém. Ngoài ra, sau khi các tấm thép cán nguội cacbon cao của các ví dụ so sánh chịu quy trình xử lý làm nguội nhanh (quy trình tôi dầu) sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và ngoài ra chịu quy trình xử lý nhiệt mà áp dụng quy trình xử lý ram ở nhiệt độ thấp, trị số va đập là nhỏ hơn 9 J/cm², và vì vậy các đặc tính va đập bị yếu đi. Ngoài ra, tấm thép cán nguội cacbon cao có độ sâu mòn là 485 μ m hoặc nhiều hơn, vì vậy đã làm giảm độ chống mòn, và được đánh giá là “ $\times$ ”.

Cụ thể, trong ví dụ so sánh (tấm thép số 1) mà có hàm lượng C là thấp hơn khoảng của sáng chế, độ chống sự cắt thấp, và khả năng gia công thứ cấp là ưu việt. Trị số va đập là 9 J/cm² hoặc nhiều hơn, và vì vậy các đặc tính va đập là ưu việt. Tuy nhiên, lượng carbua còn lại nhỏ, độ sâu mòn là 485 μ m hoặc nhiều hơn, và vì vậy độ chống mòn bị giảm đi. Trong Ví dụ so sánh (thép số 12) mà có hàm lượng C cao hơn khoảng của sáng chế, lượng carbua còn lại lớn. Độ sâu mòn nhỏ hơn 485 μ m, và vì vậy độ chống mòn là ưu việt. Tuy nhiên, trị số va đập nhỏ hơn 9 J/cm², và vì vậy các

đặc tính va đập bị yếu đi. (Mn + Cr) vượt quá 1,0%, độ sạch kém, lực (độ kháng sự cắt) được áp vào dụng cụ là cao, và khả năng gia công thứ cấp bị giảm đi. Trong tất cả các ví dụ so sánh (các tấm thép số 9, số 10, và số 11) mà có (Mn + Cr) là 1,0% hoặc nhiều hơn và cao hơn khoảng của sáng chế, lượng carbua còn lại tương đối lớn. Độ sâu mòn nhỏ hơn 485 μm , và vì vậy độ chống mòn là ưu việt. Tuy nhiên, trị số va đập ít hơn 9 J/cm², và vì vậy các đặc tính va đập bị yếu đi. Ngoài ra, độ sạch kém, lực (độ kháng sự cắt) được áp vào dụng cụ là cao, và khả năng gia công thứ cấp bị giảm đi. Trong Ví dụ so sánh (tấm thép số 13) mà có hàm lượng V cao hơn khoảng của sáng chế và Ví dụ so sánh (tấm thép số 14) mà có hàm lượng Mo cao hơn khoảng của sáng chế, lượng carbua còn lại là tương đối lớn, và độ chống mòn là ưu việt. Tuy nhiên, độ dai bị giảm. Trong cả hai ví dụ so sánh (các tấm thép số 3 và 15) mà có hàm lượng Nb là thấp hơn khoảng của sáng chế và Ví dụ so sánh (tấm thép số 16) mà có hàm lượng Nb cao hơn khoảng của sáng chế, trị số va đập là ít hơn 9 J/cm², và vì vậy các đặc tính va đập bị yếu đi. Ví dụ của sáng chế (tấm thép số 19) mà có (Mn + Cr) thấp như 0,14% thể hiện xu hướng cho độ chống mòn bị thấp đi đến mức nào đó, và ví dụ của sáng chế (tấm thép số 20) mà có (Mn + Cr) cao như 0,90% thể hiện xu hướng cho khả năng gia công thứ cấp bị thấp đi đến mức nào đó. Trong Ví dụ so sánh (tấm thép số 21) mà có (Mn + Cr) vượt quá 1,0% và Ví dụ so sánh (tấm thép số 22) mà có Cr cao hơn khoảng của sáng chế, lượng carbua còn lại vượt quá 6% về mặt tỷ lệ diện tích, và vì vậy độ chống mòn là ưu việt. Tuy nhiên, trị số va đập ít hơn 9 J/cm², và vì vậy các đặc tính va đập bị yếu đi.

Danh sách số chỉ dẫn

1 Mẫu thử nghiệm độ mòn

1a, 1b, 1c, 1d Lỗ

2 Sợi

10 Máy thử nghiệm độ mòn

- 11 Thiết bị tháo sợi (ống sợi)
- 12 Thiết bị điều chỉnh độ căng
- 13 Thiết bị quấn sợi

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

C: 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn, Mn: 0,49% hoặc ít hơn,

Si: 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn, P: 0,030% hoặc ít hơn,

S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: ít hơn 0,60%, và

Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn,

tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr (Mn + Cr) thỏa mãn ít hơn 1,0%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, và còn có kết cấu tấm thép trong đó đường kính hạt trung bình (d_{av}) và tỷ lệ tạo hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) $\times 100\%$ của carbua được phân tán trong tấm thép thỏa mãn các công thức (1) và (2) dưới đây, một cách tương ứng,

trong đó độ dày tấm thép là nhỏ hơn 1,0 mm

$$0,2 \leq d_{av} \leq 0,7(\mu m) \dots (1),$$

$$(N_{SC}/N_{TC}) \times 100 \geq 90\% \dots (2)$$

trong đó d_{av} là giá trị trung bình của đường kính vòng tròn tương đương của carbua (đường kính hạt trung bình μm),

N_{TC} là tổng số lượng các carbua trên mỗi diện tích quan sát $100 \mu m^2$, và

N_{SC} là số lượng các carbua thỏa mãn điều kiện mà (trục lớn d_L)/(trục nhỏ d_S) trên mỗi diện tích quan sát $100 \mu m^2$ là 1,4 hoặc ít hơn.

2. Tấm thép cán nguội cacbon cao theo điểm 1, trong đó tấm thép này bao gồm,

thay cho thành phần tấm thép nêu trên, thành phần tấm thép bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,85% hoặc nhiều hơn và 1,10% hoặc ít hơn, Mn: 0,49% hoặc ít hơn,

Si: 0,10% hoặc nhiều hơn và 0,35% hoặc ít hơn, P: 0,030% hoặc ít hơn,

S: 0,030% hoặc ít hơn, Cr: ít hơn 0,50%, và

Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,020% hoặc ít hơn,

tổng hàm lượng Mn và hàm lượng Cr (Mn + Cr) thỏa mãn ít hơn 0,90%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

3. Tấm thép cán nguội cacbon cao theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần tấm thép là thành phần tấm thép còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc hai nguyên tố được lựa chọn từ Mo với lượng 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05% và V với lượng 0,001% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,05%.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao, bao gồm áp dụng lặp đi lặp lại bước cán nguội và bước ủ cầu hóa trên tấm thép cán nóng có thành phần tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó đường kính hạt trung bình (d_{av}) và tỷ lệ tạo hạt tròn (N_{SC}/N_{TC}) của carbua được phân tán trong tấm thép cán nguội cacbon cao thỏa mãn các công thức (1) và (2) dưới đây, một cách tương ứng; và độ dày tấm của tấm thép cán nguội cacbon cao là nhỏ hơn 1,0 mm

$$0,2 \leq d_{av} \leq 0,7(\mu m) \dots (1),$$

$$(N_{SC}/N_{TC}) \times 100 \geq 90\% \dots (2)$$

trong đó d_{av} là giá trị trung bình của đường kính vòng tròn tương đương của carbua (đường kính hạt trung bình μm),

N_{TC} là tổng số lượng của các carbua trên mỗi diện tích quan sát $100 \mu m^2$, và

N_{SC} là số lượng các carbua thỏa mãn điều kiện mà (trục lớn d_L)/(trục nhỏ d_S) trên mỗi diện tích quan sát $100 \mu m^2$ là 1,4 hoặc ít hơn.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao theo điểm 4, trong đó số lần

thực hiện bước cán nguội và bước ủ cầu hóa lặp đi lặp lại là từ 2 đến 5 lần.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội cacbon cao theo điểm 4 hoặc 5, trong đó tỷ lệ giảm độ dày trong bước cán nguội là từ 25 đến 65%, và nhiệt độ ủ cầu hóa trong khoảng từ 640 đến 720°C.

7. Phương pháp sản xuất chi tiết máy bằng thép cacbon cao bao gồm: bước áp dụng quy trình gia công thứ cấp lên tấm thép cán nguội cacbon cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 như là vật liệu để tạo hình tấm thép thành chi tiết máy có hình dạng định trước; và bước áp dụng quy trình xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn và xử lý ram trên chi tiết máy, trong đó

quy trình xử lý làm nguội nhanh sau khi xử lý hòa tan trong thời gian ngắn là quy trình xử lý trong đó chi tiết máy được giữ ở nhiệt độ trong khoảng từ 760 đến 820°C trong thời gian trong khoảng từ 3 đến 15 phút và được làm nguội nhanh, và quy trình xử lý ram là quy trình xử lý trong đó việc ram được thực hiện ở nhiệt độ trong khoảng từ 200 đến 350°C để làm cho chi tiết máy có cả độ chống mòn và độ dai ưu việt ưu việt được sản xuất.

8. Chi tiết máy bằng thép cacbon cao được sản xuất bằng phương pháp sản xuất chi tiết máy bằng thép cacbon cao theo điểm 7.

Fig. 1

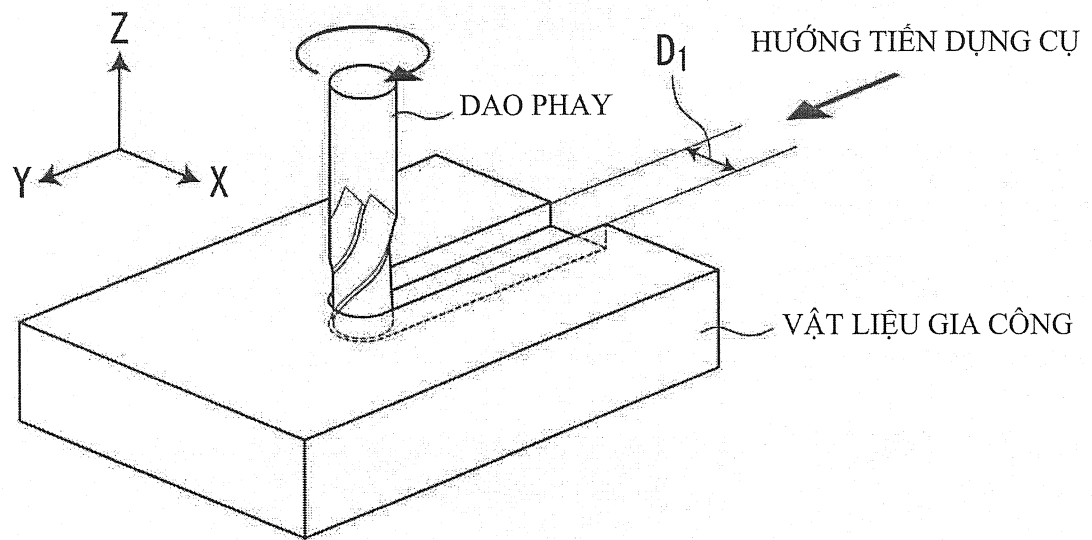


Fig. 2

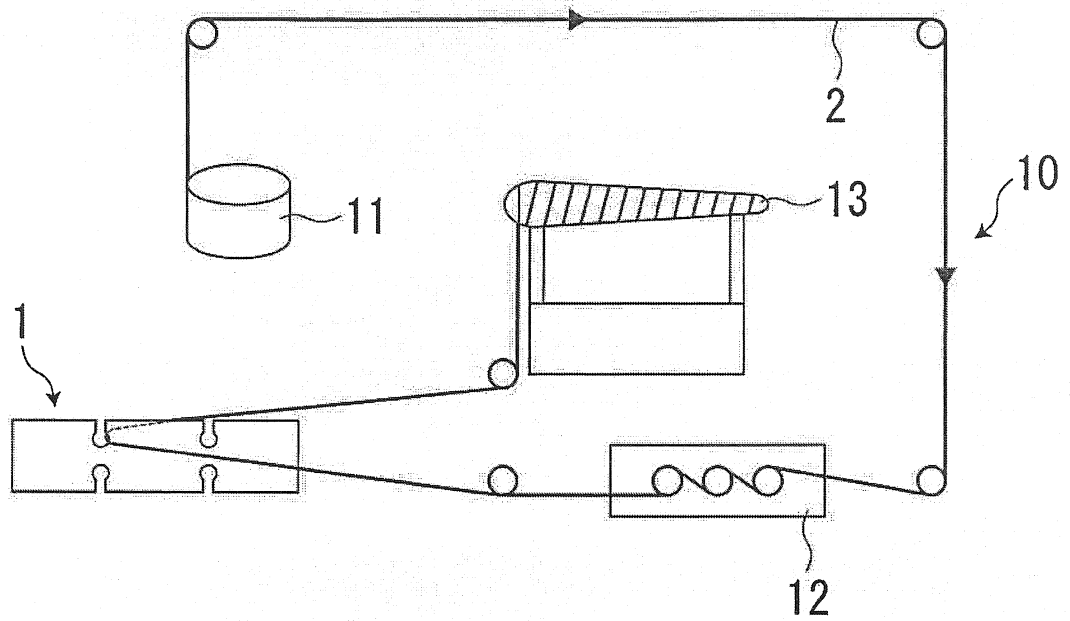
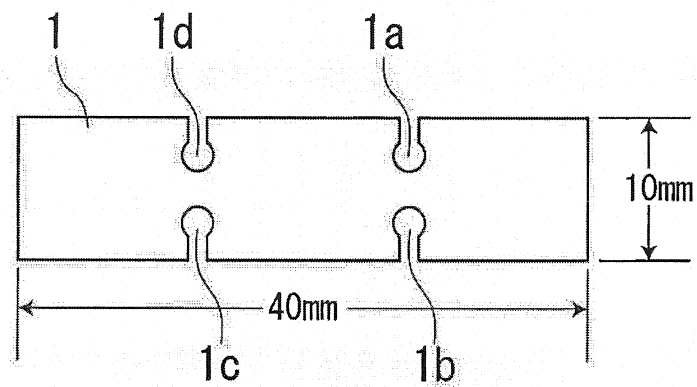


Fig. 3

(a)



(b)

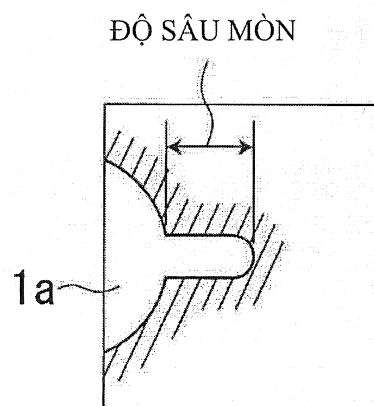


Fig. 4

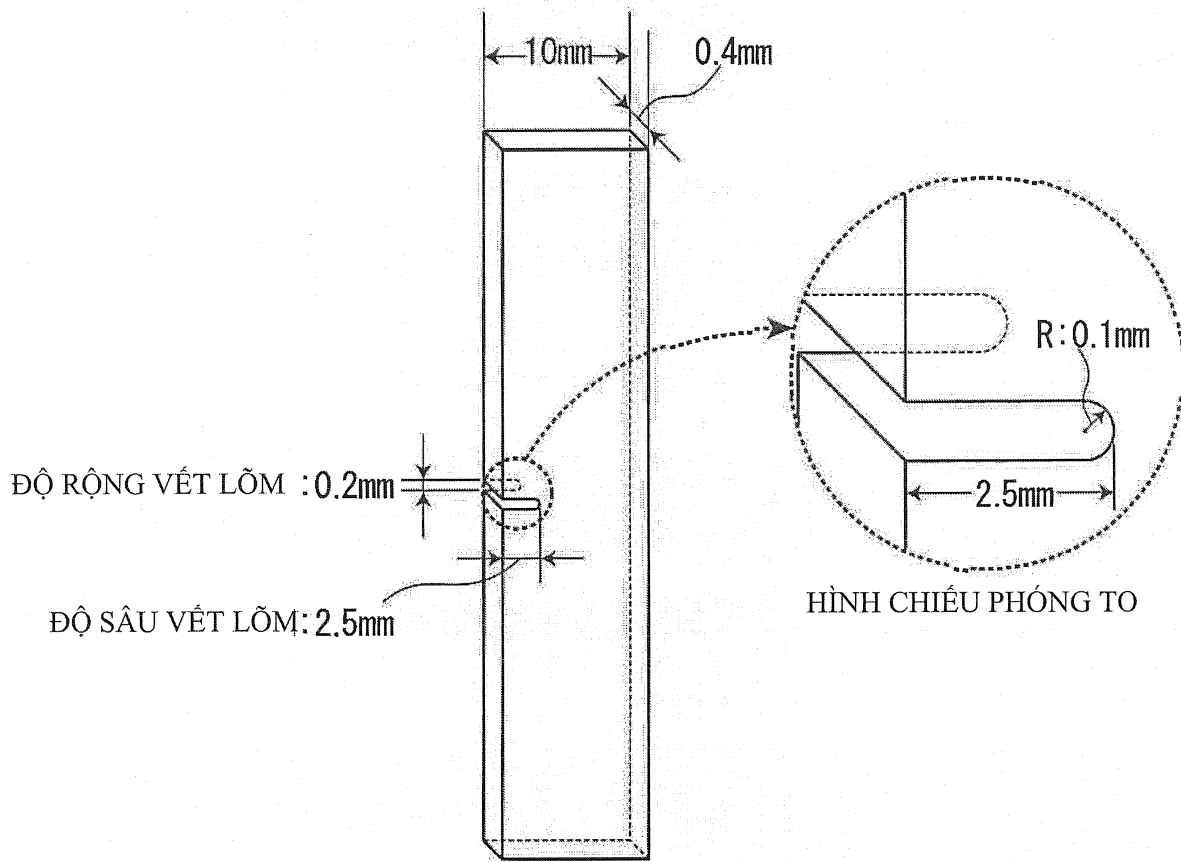


Fig. 5

