(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) **1-0049779**

(51)[2022.01] **C22C 38/00**; B23K 13/00; C22C 38/60; B21C 37/15; C21D 8/02

(13) **B**

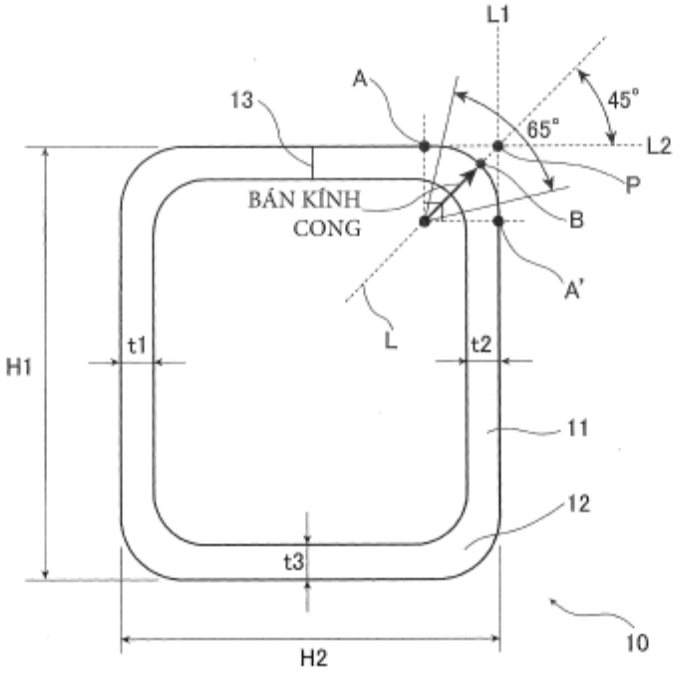
(21) 1-2023-02033
(22) 15/09/2021
(86) PCT/JP2021/034008 15/09/2021
(87) WO 2022/075026 14/04/2022
(30) 2020-168163 05/10/2020 JP
(45) 25/08/2025 449
(43) 25/07/2023 424A
(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011 Japan
(72) MATSUMOTO Akihide (JP); NAKAZAWA Ryo (JP); MATSUMOTO Atsushi (JP); IDE Shinsuke (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) ỐNG THÉP HÌNH CHỮ NHẬT, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT ỐNG THÉP NÀY, VÀ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH

(21) 1-2023-02033

(57) Sáng chế đề cập đến ống thép hình chữ nhật, phương pháp sản xuất ống thép này, và kết cấu công trình. Ống thép hình chữ nhật theo sáng chế bao gồm các phần phẳng và các phần góc. Bán kính cong bên ngoài R của các phần góc bằng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng. Độ phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm. E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc ở vị trí (1/4t) từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, và E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng ở vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành. Năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc ở vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành lớn hơn hoặc bằng 100 J.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ống thép hình chữ nhật và phương pháp sản xuất ống thép này. Ống thép hình chữ nhật phù hợp để, cụ thể, sử dụng trong các cấu kiện công trình cho các công trình trung bình có chiều cao lớn hơn 20 m và cho các công trình lớn, như là các nhà máy và các nhà kho. Hơn nữa, sáng chế còn đề cập đến kết cấu công trình trong đó ống thép hình chữ nhật theo sáng chế được sử dụng trong cấu kiện cột.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các cấu kiện cột của các công trình được yêu cầu có độ dẻo và độ cứng cao để tạo ra khả năng chống động đất.

Khi các ống thép hình chữ nhật với các phần góc và các phần phẳng mà được sử dụng trong các cấu kiện cột nhận ngoại lực cao, như là lực địa chấn, các ống thép hình chữ nhật chịu biến dạng lớn, đặc biệt ở bề mặt bên ngoài của các phần góc. Theo đó, điều cần thiết đối với các ống thép hình chữ nhật là có độ dẻo và độ cứng được tăng lên đủ ở bề mặt bên ngoài của các phần góc.

Các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán nguội (tức là các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cách cán) là các ống thép hình chữ nhật được sử dụng rộng rãi là các cấu kiện cột của các công trình. Các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán nguội được sản xuất như sau. Dải thép được tạo hình bằng cán nguội để tạo thành ống hình trụ hở. Các phần tiếp giáp của ống hở được hàn với nhau bằng hàn điện trở để tạo thành ống thép hàn điện trở. Sau đó, ống thép hàn điện trở được giảm được kính theo hướng trục ống bằng cách sử dụng các trục lăn, với ống thép hàn điện trở được giữ dạng hình trụ; các trục lăn được bố trí ở các vị trí phía trên, phía dưới, bên trái, và bên phải đối với ống thép hàn điện trở. Sau đó, ống thép hàn điện trở tạo ra được tạo hình để có dạng vuông. Đối với hàn điện trở, liên kết được hoàn thành trong quá trình trong đó các phần tiếp giáp được nóng chảy do được gia nhiệt, được hàn áp lực, và được hóa rắn.

Trong khi các ống thép vuông được tạo hình bằng cán có năng suất cao, chúng thể hiện vấn đề ở chỗ là, do các phần góc chịu biến cứng đáng kể trong quá trình sản

xuất, các phần góc có độ dẻo và độ cứng thấp hơn so với các phần phẳng.

Hơn nữa, có nhu cầu khác liên quan đến các ống thép hình chữ nhật mà được sử dụng trong các cấu kiện cột. Trong một số trường hợp, tốt hơn là, từ quan điểm về khả năng thi công tại các công trường và các đặc điểm thiết kế của các công trình, các phần góc của các ống thép hình chữ nhật có bán kính cong nhỏ. Lý do của điều này là khi các phần phẳng của cấu kiện cột có diện tích lớn, diện tích mà tại đó cấu kiện cột và cấu kiện dầm có thể được liên kết với nhau là lớn, mà cho phép thiết kế kiến trúc có tính linh hoạt cao hơn là đạt được.

Tuy nhiên, đối với các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán, việc đạt được tỉ lệ cao của chiều dày thành trung bình t trên chiều dài cạnh trung bình H (tức là t/H) cần biến dạng uốn cao hơn theo hướng chu vi để tạo thành dải thép, mà dẫn đến lượng biến cứng tăng lên trong các phần góc. Hơn nữa, việc đạt được bán kính cong nhỏ hơn của các phần góc cần biến dạng uốn cao hơn theo hướng chu vi để tạo thành các phần góc, mà dẫn đến lượng biến cứng tăng lên trong các phần góc. Vì các lý do này, trong trường hợp các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán trong đó tỉ lệ t/H của chiều dày thành trung bình t trên chiều dài cạnh trung H là cao, và bán kính cong của các phần góc là nhỏ, độ dẻo và độ cứng của các phần góc thấp đặc biệt, mà làm cho khó để đảm bảo khả năng kháng chấn đầy đủ.

Như được đề cập ở đây, "chiều dày thành trung bình t" là trung bình của các chiều dày thành (mm) của ba phần phẳng tại các vị trí giữa chu vi ống của nó, và ba phần phẳng không bao gồm phần phẳng mà chứa mối hàn (mối hàn điện trở). "Chiều dài cạnh trung bình H" là trung bình của các chiều dài cạnh của hai phần góc phẳng tiếp giáp với nhau bằng phần góc giữa chúng.

Để đáp lại những nhu cầu được mô tả phía trên, một số ống thép hình chữ nhật được đề xuất, ví dụ, trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 4.

Tài liệu sáng chế 1 đề xuất ống thép hình chữ nhật mà được sản xuất như dưới đây. Ống thép trong đó vanađi đã được thêm vào như thành phần hóa học để chịu uốn và sau đó chịu hàn, để tạo thành ống thép chữ nhật bán thành phẩm. Ống thép hình chữ nhật bán thành phẩm được gia nhiệt đến nhiệt độ gần nhiệt độ biến đổi A_3 và được tạo hình nóng và được làm nguội sau đó. Theo sáng chế, ống thép hình chữ nhật có khả năng chịu tải và độ cứng được cải thiện, và các phần góc của nó có hình dạng sắc nét.

Tài liệu sáng chế 2 đề xuất ống thép hình chữ nhật trong đó phần được tạo hình nguội đã được xử lý nhiệt. Theo sáng chế, ống thép hình chữ nhật có các tính chất cơ học và khả năng hàn được cải thiện trong phần được tạo hình nguội.

Tài liệu sáng chế 3 đề xuất ống thép hình chữ nhật trong đó các phần góc có độ cứng và khả năng biến dạng đàn hồi được cải thiện, trong đó đạt được bằng cách kiểm soát phù hợp vị trí cơ học của tấm thép nguyên liệu, thành phần bainit của vi cấu trúc thép của nó, và độ cứng Vickers của phần lớp bề mặt của các phần góc.

Tài liệu sáng chế 4 đề xuất ống thép hình chữ nhật trong đó các phần góc có độ cứng được cải thiện, trong đó đạt được bằng cách kiểm soát phù hợp vị trí cơ học của tấm thép nguyên liệu và các kích thước hạt trung bình của pha rắn và ferit trong vi cấu trúc thép của nó.

Liên quan đến các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cách cán, có nhu cầu khác. Cụ thể, có nhu cầu thiết lập công nghệ liên quan đến việc cải thiện các đặc điểm hình dạng, cụ thể, công nghệ để đạt được cả việc cải thiện độ phẳng của các phần phẳng và giảm bán kính cong của các phần góc. Để đáp ứng nhu cầu này, tài liệu sáng chế 5 và tài liệu sáng chế 6, ví dụ, đề xuất các công nghệ để cải thiện các đặc điểm hình dạng bằng cách điều chỉnh các điều kiện sản xuất để tạo hình bằng cách cán.

Cụ thể, tài liệu sáng chế 5 đề xuất phương pháp để tạo hình ống thép hình chữ nhật, mà là phương pháp trong đó việc tạo thành ống hình chữ nhật được thực hiện trên ống thép với ba hoặc bốn giai đoạn cán tạo hình chữ nhật và với tỉ lệ giảm cán không đổi đối với các trục lăn trong giai đoạn cuối cùng, theo cách sao cho tỉ lệ chiều dày/đường kính ngoài của ống thép tăng lên, lỗ khuôn cán tại giai đoạn cuối cùng giảm đi (chuyển từ loại lồi sang loại lõm).

Tài liệu sáng chế 6 đề xuất phương pháp sản xuất ống cấu trúc hình chữ nhật bao gồm bước tạo hình giai đoạn thứ nhất và các bước tạo hình giai đoạn thứ hai và tiếp theo. Trong bước tạo hình giai đoạn thứ nhất, ống mẹ hình trụ được tạo hình bằng cách cán thành ống hình chữ nhật theo cách sao cho tỉ lệ ép đặt trước Q, mà được xác định bằng $Q = (D - H)/(D - t) \times 100$ trong đó D là đường kính bên ngoài của ống mẹ, t là chiều dày thành của ống mẹ, và H là chiều cao lỗ khuôn cán lớn nhất, được duy trì trong phạm vi từ 12 đến 23 %, để tạo thành ống mẹ sao cho ống mẹ có hình dạng mặt cắt ngang hình chữ nhật. Trong các bước tạo hình giai đoạn thứ hai và giai đoạn tiếp theo,

ống mẹ mà đã được tạo hình để có hình dạng mặt cắt ngang hình chữ nhật được tạo thành để có hình dạng mong muốn.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL (Patent Literature, tài liệu sáng chế) 1: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định số 2004-330222

PTL 2: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định số 10-60580

PTL 3: Bằng sáng chế Nhật Bản số 5385760

PTL 4: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định số 2018-53281

PTL 5: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định số 4-224023

PTL 6: Bằng sáng chế Nhật Bản số 3197661

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Không may là, các ống thép hình chữ nhật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 và tài liệu sáng chế 2 cần bước gia nhiệt mà được thực hiện trong khi hoặc sau khi thực hiện và, sau đó, tốn kém hơn rất nhiều so với các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán tạo ra từ tạo hình nguội. Theo đó, có nhu cầu tạo ra công nghệ để sản xuất ống thép hình chữ nhật mong muốn mà không yêu cầu bước gia nhiệt được thực hiện trong khi hoặc sau khi tạo hình.

Hơn nữa, các ống thép hình chữ nhật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 3 và tài liệu sáng chế 4 không được giả định có độ dẻo và độ cứng đủ của bề mặt bên ngoài của các phần góc, bởi vì, trong các ống thép này, sự giảm độ giãn dài đồng đều trong các phần góc do biến cứng trong khi tạo hình không được kiểm soát đầy đủ.

Ngoài ra, các công nghệ được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 5 và tài liệu sáng chế 6 không cho phép việc tạo hình được hoàn thành trong khi kiểm soát biến cứng của các phần góc, và, do đó, các công nghệ không được giả định đủ để đạt được cả sự cải thiện về độ phẳng của các phần phẳng của ống thép hình chữ nhật và việc giảm bán kính cong của các phần góc của chúng và để đảm bảo độ dẻo và độ cứng đầy đủ của bề mặt bên ngoài của các phần góc.

Sáng chế đã được thực hiện từ việc xem xét các hình huống được mô tả phía trên, và các mục tiêu của sáng chế là đề xuất ống thép hình chữ nhật và phương pháp sản xuất

ống thép này, ống thép hình chữ nhật có các đặc điểm hình dạng ưu việt và độ dẻo và độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc, và đề xuất kết cấu công trình mà tạo ra khả năng kháng chấn ưu việt.

Theo sáng chế, cụm từ "có các đặc điểm hình dạng ưu việt" nghĩa là liên quan đến các ống thép hình chữ nhật, các phần góc có bán kính cong nhỏ, và các phần phẳng là phẳng.

Cụm từ "các phần góc có bán kính cong nhỏ" nghĩa là bán kính cong bên ngoài R của các phần góc được kiểm soát để nằm trong khoảng đã được xác định, cụ thể, bán kính cong bên ngoài R của các phần góc là 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng.

Cụm từ "các phần phẳng là phẳng" nghĩa là độ phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng trục ống nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm, cụ thể, độ phẳng được xác định theo cách sau đây là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm: trong mặt cắt ngang trong mặt phẳng vuông góc với hướng trục ống, lượng phồng lớn nhất và lượng lõm lớn nhất, đối với đường thẳng đi qua hai điểm được đặt tại hai đầu chu vi của phía giống hệt của bề mặt bên ngoài của mỗi phần trong số các phần phẳng, được xác định, và giá trị lớn nhất của các giá trị tuyệt đối của các lượng được coi là độ phẳng (xem Fig.10, được mô tả sau đây).

Hơn nữa, theo sáng chế, cụm từ "có độ dẻo ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc" nghĩa là E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành, và t là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng và các phần góc.

Hơn nữa, theo sáng chế, cụm từ "có độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc" có nghĩa là năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành là lớn hơn hoặc bằng 100 J.

Lưu ý rằng bán kính cong, độ phẳng, độ giãn dài đồng đều, và độ cứng được mô tả phía trên có thể được đo với các phương pháp được mô tả sau đây trong phần ví dụ.

Giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã thực hiện cần mẫn những nghiên cứu để giải quyết các vấn đề được mô tả phía trên. Kết quả là, người ta đã khám phá ra rằng ống thép hình chữ nhật có các phần góc có bán kính cong nhỏ và các phần phẳng mà phẳng và cũng có độ dẻo và độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc có thể được sản xuất bằng cách kiểm soát chiều rộng tấm của tấm thép nguyên liệu và chiều dài chu vi của ống thép hàn điện trở, mà là chiều dài chu vi ở phía đi vào của giá tạo hình chữ nhật, chiều rộng tấm như vậy và chiều dài chu vi nằm trong khoảng phù hợp đối với chiều dài chu vi của ống thép hình chữ nhật, trong đó chiều dài chu vi ở phía phân phối của giá tạo hình chữ nhật.

Sáng chế đã được hoàn thành dựa trên những phát hiện được mô tả phía trên, và tóm tắt sáng chế như ở dưới đây.

[1] Ống thép hình chữ nhật bao gồm các phần phẳng và các phần góc, trong đó

bán kính cong bên ngoài R của các phần góc bằng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng,

độ phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm,

E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành, và

năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành là lớn hơn hoặc bằng 100 J.

[2] Ống thép hình chữ nhật theo [1], trong đó chiều dày thành t là lớn hơn 0,030 lần chiều dài cạnh trung bình H (mm) của các phần phẳng.

[3] Ống thép hình chữ nhật theo [1] hoặc [2], trong đó chiều dày thành trung bình t là 20 mm hoặc lớn hơn và 40 mm hoặc nhỏ hơn.

[4] Ống thép hình chữ nhật theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó giới hạn chảy của các phần phẳng là lớn hơn hoặc bằng 295 MPa, độ bền kéo của các phần phẳng là lớn hơn hoặc bằng 400 MPa, và tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc nhỏ hơn hoặc bằng 90 %.

[5] Ống thép hình chữ nhật theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], trong đó

ống thép hình chữ nhật có thành phần hóa học chứa, theo % theo khối lượng,

C: 0,020 đến 0,45 %,

Si: 0,01 đến 1,0 %,

Mn: 0,30 đến 3,0 %,

P: 0,10 % hoặc nhỏ hơn,

S: 0,050 % hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,005 đến 0,10 %,

N: 0,010 % hoặc nhỏ hơn, và

Ti: 0,001 đến 0,15 %, với phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng là các vi cấu trúc thép trong đó

tổng tỉ lệ thể tích của ferit và bainit là 70 % hoặc lớn hơn và 95 % hoặc nhỏ hơn dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng, và phần còn lại được tạo thành bởi một hoặc hai hoặc nhiều hơn được lựa chọn từ peclit, mactenxit, và austenit,

kích thước hạt trung bình của các hạt nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 μm, trong đó các hạt được xác định là các vùng được bao quanh bởi các biên mà có góc định hướng bằng 15° hoặc lớn hơn đối với các tinh thể liền kề, và

tổng tỉ lệ thể tích của các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 40 % dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng.

[6] Ống thép hình chữ nhật theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], trong đó thành phần hóa học còn bao gồm, theo % theo khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ

Nb: 0,001 đến 0,15 %,

V: 0,001 đến 0,15 %,

Cr: 0,01 đến 1,0 %,

Mo: 0,01 đến 1,0 %,

Cu: 0,01 đến 1,0 %,

Ni: 0,01 đến 1,0 %,

Ca: 0,0002 đến 0,010 %, và

B: 0,0001 đến 0,010 %.

[7] Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6], phương pháp bao gồm:

bước cho tấm thép qua tạo hình bằng cán nguội;

bước hàn hai đầu theo chiều rộng của tấm thép với nhau bằng hàn điện trở để tạo thành ống thép hàn điện trở;

sau đó bước làm giảm đường kính cho ống thép hàn điện trở trong một hoặc nhiều giá định kích thước; và

sau đó bước tạo hình chữ nhật cho ống thép hàn điện trở trong một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật để tạo hình ống thép hình chữ nhật, trong đó

khe hở trục lăn của một trong số một hoặc nhiều giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật và khe hở trục lăn của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật được kiểm soát theo cách mà tỉ số của chiều rộng tấm W của tấm thép trên chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật thỏa mãn công thức (1), và tỉ số của chiều dài chu vi C_{IN} của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật trên chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chức nhật thỏa mãn công thức (2):

$$1,000 + 0,050 \times t/H < W/C_{OUT} < 1,000 + 0,50 \times t/H \quad \text{...công thức (1)}$$

$$0,30 \times t/H + 0,99 \leq C_{IN}/C_{OUT} < 0,50 \times t/H + 0,99 \quad \text{...công thức (2)}$$

trong đó W là chiều rộng tấm (mm) của tấm thép, mà là nguyên liệu, C_{IN} là chiều dài chu vi (mm) của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của giá thứ nhất trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật, C_{OUT} là chiều dài chu vi (mm) của ống thép chữ nhật ở phía phân phối của giá cuối cùng trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật, t là chiều dày thành trung bình (mm) của các phần phẳng sau khi tạo hình chữ nhật, và H là chiều dài cạnh trung bình (mm) của các phần phẳng sau khi tạo hình chữ nhật, trong đó trong trường hợp trong đó tạo hình chữ nhật được thực hiện trong giá tạo hình chữ nhật đơn, giá cuối cùng trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật là giống hệt với giá thứ nhất trong số một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật.

[8] Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo [7], trong đó tấm thép là

tấm thép được sản xuất bởi quá trình trong đó nguyên liệu thép được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt bằng 1100 °C hoặc lớn hơn và 1300 °C và nhỏ hơn; sau đó, nguyên liệu thép được cán thô bằng cách sử dụng nhiệt độ hoàn thiện cán thô bằng 850 °C hoặc lớn hơn và 1150 °C hoặc nhỏ hơn, nhiệt độ phân phối hoàn thiện bằng 750 °C hoặc lớn hơn và 900 °C hoặc nhỏ hơn, và tổng tỉ lệ giảm cán liên quan đến nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C bằng 50 % hoặc lớn hơn; sau đó, tấm thép tạo ra được làm nguội bằng cách sử dụng tốc độ làm nguội trung bình bằng 5 °C/s hoặc lớn hơn và 30 °C/s hoặc nhỏ hơn và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn, tốc độ làm nguội trung bình và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện mỗi loại được dựa trên nhiệt độ ở giữa theo chiều dày của tấm thép tạo ra; và sau đó, tấm thép tạo ra được cuộn ở nhiệt độ bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn.

[9] Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo [7] hoặc [8], trong đó chiều dày thành trung bình t là lớn hơn 0,030 lần chiều dài cạnh trung bình H của các phần phẳng.

[10] Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo mục bất kỳ trong số các mục từ [7] đến [9], trong đó chiều dày thành trung bình t bằng 20 mm hoặc lớn hơn và 40 mm hoặc nhỏ hơn.

[11] Kết cấu công trình trong đó ống thép hình chữ nhật theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6] được sử dụng trong cấu kiện cột.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, các ống thép hình chữ nhật và các phương pháp để sản xuất ống thép này có thể được tạo ra, và kết cấu công trình cũng có thể được tạo ra; các ống thép hình chữ nhật có các đặc điểm hình dạng ưu việt và cũng có độ dẻo và độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc.

Theo đó, các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán nguội có thể được sản xuất mà có các phần góc có bán kính cong nhỏ và các phần phẳng mà phẳng và cũng có độ dẻo và độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc. Hơn nữa, các kết cấu công trình trong đó ống thép hình chữ nhật theo sáng chế được sử dụng trong đó cấu kiện cột tạo ra khả năng kháng chấn cao hơn so với các kết cấu công trình trong đó ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán nguội của lĩnh vực liên quan được sử dụng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa mặt cắt ngang của ống thép hình chữ nhật theo sáng chế, mà là mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục ống của nó.

Fig.2 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa bước sản xuất ống đối với ống thép hàn điện trở theo sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa quá trình tạo hình đối với ống thép hình chữ nhật theo sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa vùng nóng chảy và hóa rắn của ống thép hàn điện trở.

Fig.5 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa ví dụ về kết cấu công trình theo sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa các vị trí mà từ đó các mẫu thử nghiệm kéo của phần phẳng và phần góc trong đó thử nghiệm kéo đã được thực hiện theo sáng chế được cắt.

Fig.7 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa chi tiết vị trí từ đó mẫu thử nghiệm kéo của phần góc trong đó thử nghiệm kéo đã được thực hiện theo sáng chế đã được cắt.

Fig.8 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa vị trí mà từ đó mẫu thử nghiệm Charpy của phần góc trong đó thử nghiệm Charpy đã được thực hiện theo sáng chế đã được cắt.

Fig.9 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa chi tiết vị trí mà từ đó mẫu thử nghiệm Charpy của phần góc trong đó thử nghiệm Charpy đã được thực hiện theo sáng chế đã được cắt.

Fig.10 là sơ đồ dạng giản đồ mà được sử dụng để mô tả phương pháp để đo độ phẳng mà qua đó phép đo đã được thực hiện theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến các hình vẽ. Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở những phương án.

<Ống thép hình chữ nhật>

Sáng chế đề cập đến ống thép hình chữ nhật bao gồm các phần phẳng và các phần góc. Bán kính cong bên ngoài R của các phần góc bằng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng. Độ phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng trục ống là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm. E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các

phần góc ở vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, và E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng ở vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành. Năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc ở vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành lớn hơn hoặc bằng 100 J.

Fig.1 minh họa mặt cắt ngang của ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, mà là mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục ống.

Ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế bao gồm các phần góc 11 và các phần góc 12 mà được tạo thành luân phiên theo hướng chu vi ống. Trong ví dụ được minh họa trên Fig.1, ống thép hình chữ nhật 10 bao gồm bốn phần góc 12 và bốn phần phẳng 11 mà được tạo thành tuần tự theo hướng chu vi ống. Ống thép hình chữ nhật 10 có hình chữ nhật (hình chữ nhật thông thường) hoặc hình vuông (hình vuông thông thường) khi được nhìn theo hướng mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục ống. Trên Fig.1, mối quan hệ $H_1 > H_2$ được thỏa mãn, trong đó H_1 và H_2 là các chiều dài cạnh của hai phần phẳng 11 tiếp giáp với nhau bằng phần góc 12 ở giữa chúng, nghĩa là, chiều dài cạnh H_2, mà là chiều dài cạnh của phần phẳng được đặt đối diện với mối hàn (mối hàn điện trở) 13, mà sẽ được mô tả sau đây, nhỏ hơn chiều dài cạnh H_1, mà là chiều dài cạnh của phần phẳng 11 liền kề với phần phẳng 11 được đặt đối diện với mối hàn. Sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này. Mối quan hệ có thể là $H_1 = H_2$ hoặc $H_1 < H_2$.

Ống thép hình chữ nhật 10 được sản xuất bằng cách thực hiện tạo hình trên ống mẹ để tạo thành ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán. Ống thép mẹ được sử dụng là ống thép hàn điện trở. Theo đó, ống thép hình chữ nhật 10 bao gồm mối hàn điện trở 13, mà được tạo thành trong phần phẳng 11 và kéo dài theo hướng trục ống. Mặc dù không được minh họa, chiều rộng chu vi ống của vùng nóng chảy và hóa rắn của mối hàn điện trở 13 bằng 1,0 μm hoặc lớn hơn và 1000 μm hoặc nhỏ hơn trên toàn bộ chiều dày của ống.

Hơn nữa, trong ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, bán kính cong bên ngoài R của các phần góc bằng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng. Chiều dày thành trung bình t là giá trị được tính theo công thức (3), mà sẽ được mô tả sau đây.

Nếu bán kính cong bên ngoài R của các phần góc nhỏ hơn hoặc bằng 2,0t, biến

dạng uốn theo hướng chu vi trở nên lớn trong các phần góc để tạo thành dải thép. Kết quả là, độ dẻo và độ cứng của các phần góc được dự định bởi sáng chế không đạt được. Mặt khác, nếu bán kính cong bên ngoài R của các phần góc là lớn hơn 3,0t, và lượng biến dạng uốn ngược theo hướng chu vi mà bị gây ra trong các phần phẳng tại giá tạo hình chữ nhật (và lượng biến dạng uốn theo hướng chu vi mà bị gây ra theo các phần góc) là thấp. Kết quả là, độ phẳng của các phần phẳng được dự định trong sáng chế không thể đạt được. Bán kính cong R tốt hơn là 2,2t hoặc lớn hơn và 2,9t hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, như sẽ được mô tả sau đây trong phần Ví dụ, bán kính cong được đo tại một số vị trí, và khi giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất trong số các giá trị của bán kính cong nằm trong phạm vi được đề cập phía trên, việc xác định được thực hiện sao cho bán kính cong R của các phần góc là nhỏ. Lý do để thực hiện xác định theo cách này là mỗi trong số các giá trị riêng biệt của R của các phần góc của các ống thép hình chữ nhật, chứ không phải là giá trị trung bình của các giá trị của bốn góc, có hiệu quả độc lập đối với khả năng kháng chấn và khả năng thi công.

Như được minh họa trên Fig.1, "bán kính cong bên ngoài R của phần góc" là bán kính cong tại điểm giao B của đường thẳng L và đường cong bên ngoài của phần góc 12. Đường thẳng L là đường thẳng mà đi qua điểm giao P của các đường thẳng (kéo dài) L1 và L2 và tạo thành góc 45° với L1 hoặc L2 kéo dài. Các đường kéo dài là các đường thẳng kéo dài từ các bề mặt bên ngoài của hai phần phẳng 11 mà tiếp giáp với phần góc 12 (trong ví dụ của Fig.1, phần góc trên bên phải) ở hai phía của chúng.

Việc đo bán kính cong R được thực hiện tại vùng trong cung được xác định bởi bề mặt bên ngoài của phần góc 12 và các điểm nối (các điểm A và A', được minh họa trên Fig.1) mà nối L1 hoặc L2 kéo dài với phần phẳng 11 hoặc phần góc 12, cung có góc trung tâm bằng 90° với tâm nằm trên đường thẳng L. Vùng có góc trung tâm bằng 65° với tâm là điểm giao B của đường thẳng L và bề mặt bên ngoài của phần góc 12. Phương pháp ví dụ để đo bán kính cong là phương pháp mà đo bán kính cong với thiết bị đo bán kính mà phù hợp với bề mặt bên ngoài của các phần góc 12, trong vùng mà có góc trung tâm bằng 65°. Phương pháp khác với phương pháp này có thể được sử dụng để đo.

Hơn nữa, trong ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, phần phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng 11 theo hướng trục ống là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm.

Phần phẳng sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến Fig.10. Như được minh họa trên Fig.10, độ phẳng là giá trị được xác định bằng việc xác định, trong mặt cắt ngang trong mặt phẳng vuông góc với hướng trục ống, lượng phồng lớn nhất và lượng lõm lớn nhất đối với đường thẳng đi qua hai điểm được đặt ở hai đầu chu vi của phía giống hệt của bề mặt bên ngoài của mỗi trong số các phần phẳng. Theo sáng chế, độ phẳng được xác định với phương pháp được mô tả sau đây trong phần các ví dụ.

Nếu độ phẳng là lớn hơn 2,5 mm, khả năng chống cong vênh của ống thép hình chữ nhật trong khi biến dạng uốn bị giảm xuống. Kết quả là, khả năng kháng chấn của ống thép hình chữ nhật bị giảm xuống. Hơn nữa, liên kết bởi việc hàn trở nên khó khăn do bề mặt liên kết mà qua đó cấu kiện dầm được liên kết bị cong đáng kể. Kết quả là, khả năng thi công bị giảm xuống. Liên quan đến độ phẳng, các giá trị dưới thể hiện độ phẳng tốt hơn. Giới hạn dưới của độ phẳng không cần được xác định. Giới hạn dưới có thể cho phép của độ phẳng là 0,6 mm. Giới hạn dưới của độ phẳng tốt hơn là 0,2 mm và tốt hơn nữa là 0 mm. Giới hạn dưới tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mm và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mm.

Hơn nữa, trong ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, và E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành.

Khi các ống thép hình chữ nhật chịu ngoại lực cao, như là lực địa chấn, các ống thép hình chữ nhật trải qua biến dạng đáng kể, cụ thể ở bề mặt bên ngoài của các phần góc. Theo đó, điều cần thiết đối với các ống thép hình chữ nhật là có độ dẻo và độ cứng được tăng lên đủ ở bề mặt bên ngoài của các phần góc.

Nếu giá trị của E2 đối với E1 (giá trị E2/E1) là nhỏ hơn 0,60, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, và E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành, độ dẻo ở phía bề mặt bên ngoài của các phần góc bị giảm đi. Kết quả là, khả năng kháng chấn của ống thép hình chữ nhật bị giảm xuống. Giá trị E2/E1 tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,70, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,80, và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc

bằng 0,82. Giới hạn trên của giá trị E2/E1 nhỏ hơn hoặc bằng 1,00, mặc dù đây không phải là giới hạn. Giới hạn trên liên quan đến thực tế là các phần góc có lượng biến cứng cao hơn do tạo hình bằng cách cán so với các phần phẳng và, do đó, có độ giãn dài đồng đều thấp hơn.

Hơn nữa, trong ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, năng lượng hấp thụ Charpy ở -10° C của các phần góc 12 tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc 12 theo hướng chiều dày thành là lớn hơn hoặc bằng 100J. Nếu năng lượng hấp thụ Charpy nhỏ hơn 100J, có khả năng tăng lên là khi có ngoại lực cao, như là lực địa chấn, tác dụng lên, sự nứt giòn sẽ xảy ra mà không có sự biến dạng đàn hồi. Năng lượng hấp thụ Charpy tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 150 J và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 200 J.

Tốt hơn là, ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế có thể có một hoặc nhiều các dấu hiệu sau đây, ngoài các dấu hiệu được mô tả phía trên.

Tốt hơn là chiều dày thành trung bình t lớn hơn 0,030 lần chiều dài cạnh trung bình H, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng của ống thép hình chữ nhật 10, và H (mm) là chiều dài cạnh trung bình của các phần phẳng.

Như được mô tả phía trên, trong trường hợp các ống thép hình chữ nhật, nếu tỉ số t/H của chiều dày thành trung bình t trên chiều dài cạnh trung hình H cao hơn là đạt được, và bán kính cong nhỏ hơn của các phần góc là đạt được, biến dạng uốn cao hơn theo hướng chu vi là cần thiết để tạo thành các phần góc, và, do đó, các phần góc có độ biến dạng uốn lớn hơn. Kết quả là, trong trường hợp các ống thép hình chữ nhật trong đó tỉ số t/H là cao, các phần góc có xu hướng có độ dẻo và độ cứng thấp.

Nếu giá trị của tỉ số t/H là nhỏ hơn hoặc bằng 0,030, khả năng chịu tải, mà liên quan đến cấu kiện cột, bị giảm đi, và, do đó, ống thép hình chữ nhật có thể được sử dụng chỉ là các loại giới hạn của các kết cấu công trình. Theo đó, tốt hơn là tỉ số t/H lớn hơn 0,030. Tỉ số tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,035 và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,040. Mặt khác, tốt hơn là giới hạn trên của tỉ số t/H bằng 0,10, để đảm bảo độ dẻo và độ cứng của các phần góc. Tốt hơn nữa là, giới hạn trên là nhỏ hơn hoặc bằng 0,080.

Chiều dày thành trung bình t (mm) có thể được xác định theo công thức (3) được thể hiện dưới đây.

$t = (t_1 + t_2 + t_3)/3$ ...công thức (3)

Trong công thức (3), t_1 và t_2 là các chiều dày thành (mm) của hai phần phẳng 11 tại các vị trí giữa chu vi ống của chúng, hai phần phẳng 11 mỗi phần tiếp giáp, bằng phần góc ở giữa 12, phần phẳng 11 mà chứa mối hàn (mối hàn điện trở) 13, và t_3 là chiều dày thành (mm) của phần phẳng tại vị trí giữa chu vi ống của chúng, phần phẳng được đặt đối diện với phần phẳng mà chứa mối hàn (mối hàn điện trở). Nghĩa là, chiều dày thành trung bình t là trung bình của các chiều dày thành của ba phần phẳng ở các vị trí giữa của chúng đối với hướng chu vi ống, và ba phần phẳng không bao gồm phần phẳng mà chứa mối hàn (xem Fig.1).

Chiều dài cạnh trung bình H (mm) có thể được xác định theo công thức (4), được thể hiện dưới đây.

$H = (H_1 + H_2)/2$ ...công thức (4)

Trong công thức (4), H_1 là chiều dài cạnh (chiều dài cạnh thẳng đứng trên Fig.1) (mm) của mặt cắt ngang của các phần phẳng bất kỳ mà là mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục ống, và H_2 là chiều dài cạnh (chiều dài cạnh bên trên Fig.1) (mm) của phần phẳng tiếp giáp với phần phẳng có chiều dài cạnh H_1, với phần góc ở giữa chúng. Nghĩa là, chiều dài cạnh trung bình H là trung bình của các chiều dài cạnh của hai phần phẳng 11 tiếp giáp với nhau với phần góc ở giữa chúng, các chiều dài cạnh là các chiều dài cạnh của mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục ống.

Hơn nữa, trong ống thép hình chữ nhật 10 của sáng chế, tốt hơn là chiều dày thành trung bình t bằng 20 mm hoặc lớn hơn và 40 mm hoặc nhỏ hơn, do trong trường hợp này, ống thép hình chữ nhật 10 có thể được sử dụng phù hợp, cụ thể, các cấu kiện công trình đối với các công trình trung bình có chiều cao lớn hơn 20 m và đối với các công trình lớn, như là các nhà máy và các nhà kho. Tốt hơn là giới hạn chảy của các phần phẳng 11 lớn hơn hoặc bằng 295 MPa, và độ bền kéo của các phần phẳng 11 có thể lớn hơn hoặc bằng 400 MPa, do trong trường hợp này, ống thép hình chữ nhật 10 có thể được sử dụng phù hợp trong các cấu kiện xây dựng đối với các công trình trung bình và đối với các công trình lớn. Tốt hơn là tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc 12 nhỏ hơn hoặc bằng 90 %, do trong trường hợp này, khả năng kháng chấn được tăng cường. Tốt hơn là, giới hạn chảy của các phần phẳng 11 lớn hơn hoặc bằng 320 MPa, giới hạn chảy của các phần phẳng 11 lớn hơn hoặc bằng 410 MPa, và tỉ số

giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc 12 nhỏ hơn hoặc bằng 89,5 %. Hơn nữa, tốt hơn là, giới hạn chảy của các phần phẳng 11 là nhỏ hơn hoặc bằng 500 MPa, độ bền kéo của các phần phẳng 11 nhỏ hơn hoặc bằng 600 MPa, và tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc 12 là lớn hơn hoặc bằng 80,0 %.

Giới hạn chảy, độ bền kéo, và tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo có thể được xác định bằng cách thực hiện thử nghiệm kéo phù hợp với các quy định của JIS Z 2241, như sẽ được mô tả sau đây trong phần ví dụ. Năng lượng hấp thụ Charpy có thể được xác định bằng cách thực hiện thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ thử nghiệm bằng -10 °C trên mẫu thử nghiệm khía chữ V tiêu chuẩn phù hợp với các quy định của JIS Z 2242, như sẽ được mô tả sau đây trong phần ví dụ.

Giờ, liên quan đến thành phần hóa học và các vi cấu trúc thép của ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, các khoảng được ưu tiên và các lý do đối với các giới hạn, để đảm bảo các tính chất cơ học và khả năng hàn, như được đề cập trước đó, sẽ được mô tả.

Thứ nhất, thành phần hóa học sẽ được mô tả. Tốt hơn là ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế có thành phần hóa học gồm, theo % theo khối lượng, C: 0,020 đến 0,45 %, Si: 0,01 đến 1,0 %, Mn: 0,30 đến 3,0 %, P: 0,10 % hoặc nhỏ hơn, S: 0,050 % hoặc nhỏ hơn, Al: 0,005 đến 0,10 %, N: 0,010 % hoặc nhỏ hơn, và Ti: 0,001 đến 0,15 %, với phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên.

Lưu ý rằng theo sáng chế, "%" được sử dụng trong ngữ cảnh của thành phần thép là "% theo khối lượng" trừ khi được quy định khác. Thành phần hóa học được mô tả dưới đây là thành phần hóa học của các phần phẳng và các phần góc của ống thép hình chữ nhật, ngoại trừ mối hàn.

C: 0,020 đến 0,45 %

C là nguyên tố làm tăng độ bền của thép thông qua tăng cường hòa tan chất rắn. Hơn nữa, C là nguyên tố mà làm giảm nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit, do đó đóng góp để tinh luyện các vi cấu trúc. Để tạo ra những hiệu quả này, C được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,020 %. Hơn nữa, C thúc đẩy sự hình thành peclit, làm tăng độ cứng để góp phần tạo thành mactenxit, và góp phần vào ổn định austenit. Theo đó, C cũng là nguyên tố mà góp phần vào việc tạo thành pha rắn. Nếu hàm lượng C là lớn hơn 0,45 %, tỉ lệ của pha rắn tăng lên, mà làm giảm độ cứng, và khả năng hàn cũng bị giảm sút.

Theo đó, hàm lượng C được xác định là từ 0,020 đến 0,45 %. Hàm lượng C tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,040 % và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,050 %. Hơn nữa hàm lượng C tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,40 % và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,30 %.

Si: 0,01 đến 1,0 %

Si là nguyên tố mà làm tăng độ bền của thép thông qua tăng cường hòa tan chất rắn. Để tạo ra hiệu quả này, Si được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,01 %. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Si lớn hơn 1,0 %, sự tạo thành oxit có khả năng xuất hiện trong mối hàn điện trở, mà dẫn đến các đặc điểm giảm sút của mối hàn. Hơn nữa, trong vùng kim loại cơ sở, ngoài mối hàn điện trở, tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo được tăng lên, và độ cứng giảm đi. Theo đó, hàm lượng Si được xác định bằng 0,01 đến 1,0 %. Hàm lượng Si tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02 % và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,05 %. Hơn nữa hàm lượng Si tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,50 % và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,40 %.

Mn: 0,30 đến 3,0 %

Ma là nguyên tố mà làm tăng độ bền của thép thông qua tăng cường hòa tan chất rắn. Hơn nữa, Mn là nguyên tố mà làm giảm nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit, do đó góp phần vào việc tinh luyện các vi cấu trúc. Để tạo ra các hiệu quả này, Mn được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,30 %. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Mn lớn hơn 3,0 %, sự tạo thành oxit có khả năng xuất hiện trong mối hàn điện trở, mà tạo ra các tính chất suy giảm của mối hàn. Hơn nữa, do kết quả của tăng cường hòa tan chất rắn và tinh luyện các vi cấu trúc, ứng suất chảy được làm tăng lên, mà dẫn đến không đạt được tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo mong muốn. Theo đó, hàm lượng Mn được xác định bằng 0,30 đến 3,0 %. Hàm lượng Mn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,40 % và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,50 %. Hơn nữa, hàm lượng Mn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 % và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 %.

P: 0,10 % hoặc nhỏ hơn

P phân ly tại các biên hạt và tạo ra sự không đồng nhất trong vật liệu, và, do đó, tốt hơn là P được giảm đi càng nhiều càng tốt để có mặt như là tạp chất ngẫu nhiên; tuy nhiên, lên đến 0,10 % P có thể được chấp nhận. Theo đó, hàm lượng P được xác định là nhỏ hơn hoặc bằng 0,10 %. Hàm lượng P tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,050 % và tốt

hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,030 %. Giới hạn dưới của lượng P không bị giới hạn cụ thể; tuy nhiên, sự giảm quá mức P dẫn đến việc tăng chi phí của nấu luyện, và, do đó, hàm lượng P tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,002 %.

S: 0,050 % hoặc nhỏ hơn

S thường có mặt dưới dạng MnS trong thép. Khi trải qua bước cán nóng, MnS được kéo dài để trở nên mỏng, mà tác động xấu đến độ dẻo. Theo đó, theo sáng chế, tốt hơn là S được làm giảm đi càng nhiều càng tốt; tuy nhiên, lên đến 0,050 % S có thể được cho phép. Theo đó, hàm lượng S được xác định là nhỏ hơn hoặc bằng 0,050 %. Hàm lượng S tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,030 % và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,010 %. Giới hạn dưới của hàm lượng S không bị giới hạn cụ thể; tuy nhiên, sự giảm quá mức S dẫn đến sự tăng chi phí nấu luyện, và, do đó, lượng S tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,0002 %.

Al: 0,005 đến 0,10 %

Al là nguyên tố mà đóng vai trò làm tác nhân khử oxi hóa mạnh. Để tạo ra hiệu quả này, Al cần được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,005 %. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Al lớn hơn 0,10 %, khả năng hàn bị giảm sút, và các tạp chất gốc nhôm tăng lên, mà dẫn đến chất lượng bề mặt giảm sút. Hơn nữa, độ cứng của mối hàn bị giảm đi. Theo đó, hàm lượng Al được xác định bằng 0,005 % đến 0,10 %. Hàm lượng Al tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,010 % và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,015 %. Hàm lượng Al tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,080 % và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,070 %.

N: 0,010 % hoặc nhỏ hơn

N là tạp chất ngẫu nhiên và là nguyên tố mà đóng vai trò làm giảm độ cứng do cố định vững chắc chuyển động lệch mạng. Theo sáng chế, điều mong muốn là N được làm giảm càng nhiều càng tốt để có mặt như là tạp chất; tuy nhiên, hàm lượng N lên đến 0,010 % là được cho phép. Theo đó, hàm lượng N được xác định là nhỏ hơn hoặc bằng 0,010 %. Hàm lượng N tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,0080 %. Từ quan điểm chi phí tinh luyện, tốt hơn là hàm lượng N lớn hơn hoặc bằng 0,0008 %.

Ti: 0,001 đến 0,15 %

Ti là nguyên tố mà tạo thành các cacbua và các nitrua mịn trong thép, do đó góp phần cải thiện độ bền của thép. Hơn nữa, Ti có ái lực cao với N và, do đó, tạo thành nitrua với N trong thép, do đó khiến N trở nên vô hại. Theo đó, Ti cũng là nguyên tố mà

góp phần vào cải thiện độ cứng của thép. Tốt hơn là Ti được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,001 % để tạo ra hiệu quả này. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ti lớn hơn hoặc bằng 0,15 %, tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên, và độ cứng bị giảm đi. Theo đó, hàm lượng Ti được xác định là nhỏ hơn hoặc bằng 0,15 %. Hàm lượng Ti tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,002 % và thậm chí tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,005 %. Hàm lượng Ti tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,10 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,08 %.

Phần còn lại, ngoài các thành phần được mô tả phía trên, là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên. Lưu ý rằng O có thể hiện diện như là tạp chất ngẫu nhiên với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050 %. Như được đề cập ở đây, O là tổng oxi, mà bao gồm O có mặt dưới dạng oxit. Dưới đây được coi là các tạp chất ngẫu nhiên: Nb: 0 đến nhỏ hơn 0,001 %, V: 0 đến nhỏ hơn 0,001 %, Cr: 0 đến nhỏ hơn 0,01 %, Mo: 0 đến nhỏ hơn 0,01 %, Cu: 0 đến nhỏ hơn 0,01 %, Ni: 0 đến nhỏ hơn 0,01 %, Ca: 0 đến nhỏ hơn 0,0002 %, và B: 0 đến nhỏ hơn 0,0001 %.

Theo sáng chế, tốt hơn là thành phần hóa học cơ bản được tạo thành bởi các thành phần được mô tả phía trên. Các nguyên tố thích hợp được mô tả phía trên là đủ để đạt được các tính chất được dự định bởi sáng chế. Tuy nhiên, để cải thiện hơn nữa các tính chất, có thể bao gồm thêm, khi cần thiết, một hoặc nhiều được chọn từ: 0,001 đến 0,15 %, V: 0,001 đến 0,15 %, Cr: 0,01 đến 1,0 %, Mo: 0,01 đến 1,0 %, Cu: 0,01 đến 1,0 %, Ni: 0,01 đến 1,0 %, Ca: 0,0002 đến 0,010 %, và B: 0,0001 đến 0,010 %.

Nb: 0,001 đến 0,15 %

Nb là nguyên tố mà tạo thành các cacbua và các nitrit mịn trong thép, do đó góp phần vào cải thiện độ bền của thép, và Nb cũng là nguyên tố mà ức chế sự hóa thô của austenit trong khi cán nóng, do đó góp phần vào việc tinh luyện các vi cấu trúc. Theo đó, NB có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi Nb được chứa, tốt hơn là Nb được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,001 % để tạo ra các hiệu quả này. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Nb lớn hơn 0,15 %, tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo được tăng lên, và độ cứng giảm đi. Theo đó, trong các trường hợp khi Nb được chứa, tốt hơn là hàm lượng Nb nhỏ hơn hoặc bằng 0,15 %. Hàm lượng Nb tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,002 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,005 %. Hàm lượng Nb tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,10 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,08 %.

V: 0,001 đến 0,15 %.

V là nguyên tố mà tạo thành cacbua và nitrua mịn trong thép, do đó góp phần cải thiện độ bền của thép. Theo đó, V có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi V được chứa, tốt hơn là V được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,001 % để tạo ra hiệu quả này. Tuy nhiên, nếu hàm lượng V lớn hơn 0,15 %, tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên, và độ cứng giảm đi. Theo đó, trong các trường hợp khi V được chứa, tốt hơn là hàm lượng V nhỏ hơn hoặc bằng 0,15 %. Hàm lượng V tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,002 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,005 %. Hàm lượng V tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,10 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,08 %.

Cr: 0,01 đến 1,0 %

Cr là nguyên tố mà làm tăng độ cứng của thép, do đó làm tăng độ bền của thép. Theo đó, Cr có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi Cr được chứa, tốt hơn là hàm lượng Cr lớn hơn hoặc bằng 0,01 % để tạo ra hiệu quả. Mặt khác, nếu Cr được chứa với lượng lớn hơn 1,0 %, độ cứng có thể bị giảm xuống, khả năng hàn có thể bị giảm sút. Theo đó, trong các trường hợp Cr được chứa, tốt hơn là hàm lượng Cr nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 %. Hàm lượng Cr tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,05 %. Hơn nữa, hàm lượng Cr tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,90 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,80 %.

Mo: 0,01 đến 1,0 %

Mo là nguyên tố mà làm tăng độ cứng của thép, do đó làm tăng độ bền của thép. Theo đó, Mo có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi Mo được chứa, tốt hơn là hàm lượng Mo lớn hơn hoặc bằng 0,01 % để tạo ra hiệu quả. Mặt khác, nếu Mo được chứa với lượng lớn hơn 1,0 %, độ cứng có thể bị giảm đi, và khả năng hàn có thể bị giảm sút. Theo đó, trong các trường hợp khi Mo được chứa, tốt hơn là hàm lượng Mo nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 %. Hàm lượng Mo tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,05 %. Hơn nữa, hàm lượng Mo tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,90 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,80 %.

Cu: 0,01 đến 1,0 %

Cu là nguyên tố mà làm tăng độ bền của thép thông qua tăng cường hòa tan chất rắn. Theo đó, Cu có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi Cu được

chứa, tốt hơn là hàm lượng Cu lớn hơn hoặc bằng 0,01 % để tạo ra hiệu quả. Mặt khác, nếu Cu được chứa với lượng lớn hơn 1,0 %, độ cứng có thể giảm đi, và khả năng hàn có thể bị giảm sút. Theo đó, trong các trường hợp khi Cu được chứa, tốt hơn là hàm lượng Cu có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 %. Hàm lượng Cu tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,05 %. Hơn nữa, hàm lượng Cu tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,80 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,60 %.

Ni: 0,01 đến 1,0 %

Ni là nguyên tố mà làm tăng độ bền của thép thông qua tăng cường hòa tan chất rắn. Theo đó, Ni có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi Ni được chứa, tốt hơn là hàm lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 0,01 % để tạo ra hiệu quả. Mặt khác, nếu Ni được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0 %, độ cứng có thể bị giảm đi, và khả năng hàn có thể bị giảm sút. Theo đó, trong các trường hợp khi Ni được chứa, tốt hơn là hàm lượng Ni nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 %. Hàm lượng Ni tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,05 %. Hơn nữa, hàm lượng Ni tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,80 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,60 %.

Ca: 0,0002 đến 0,010 %

Ca làm hóa cầu các sunfua, như là MnS, mà được giãn dài để trở nên mỏng trong bước cán nóng trong khi sản xuất tấm thép nguyên liệu, và, do đó, Ca là nguyên tố mà góp phần cải thiện độ cứng của thép. Theo đó, Ca có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi Ca được chứa, tốt hơn là Ca được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0002 % để tạo ra hiệu quả. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Ca lớn hơn 0,010 %, các cụm Ca oxit được tạo thành trong thép, mà dẫn đến độ cứng giảm sút. Theo đó, trong các trường hợp khi Ca được chứa, tốt hơn là hàm lượng Ca nhỏ hơn hoặc bằng 0,010 %. Hàm lượng Ca tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,0005 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,0010 %. Hơn nữa, hàm lượng Ca tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,008 % và thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060 %.

B: 0,0001 đến 0,010 %

B là nguyên tố mà làm giảm nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit, do đó góp phần tinh luyện các vi cấu trúc. Theo đó, B có thể được chứa khi cần thiết. Trong các trường hợp khi B được chứa, tốt hơn là B được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0001 % để tạo ra hiệu quả. Tuy nhiên, nếu hàm lượng B lớn hơn hoặc bằng 0,010 %, tỉ số giới hạn chảy

đối với độ bền kéo được tăng lên, và độ cứng bị giảm sút. Theo đó, trong các trường hợp khi B được chứa, tốt hơn là hàm lượng B nhỏ hơn hoặc bằng 0,010 %. Hàm lượng B tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,0005 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,0008 %. Hàm lượng B tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050 %, thậm chí tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,0030 %, và tiếp tục tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,0020 %.

Giờ, các vi cấu trúc thép sẽ được mô tả. Trong ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế, các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng tốt hơn là các vi cấu trúc thép trong đó tổng tỉ lệ thể tích của ferit và bainit bằng 70 % hoặc lớn hơn và 95 % hoặc nhỏ hơn dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng, và phần còn lại được tạo thành bởi một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, mactenxit, và austenit; kích thước hạt trung bình của các hạt nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 μm, trong đó các hạt được xác định là các vùng được bao quanh bởi các đường biên mà có góc định hướng bằng 15° hoặc lớn hơn đối với các tinh thể liền kề; và tổng lượng các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm là nhỏ hơn hoặc bằng 40 % về tỉ lệ thể tích dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng.

Tổng tỉ lệ thể tích của Ferit và Bainit: 70 % hoặc lớn hơn và 95 % hoặc nhỏ hơn

Ferit là vi cấu trúc xốp. Bainit cứng hơn ferit và xốp hơn peclit, mactenxit, và austenit. Bainit là vi cấu trúc có độ cứng ưu việt. Trong các trường hợp khi ferit và bainit được trộn với các vi cấu trúc (peclit, mactenxit, và austenit), tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo bị giảm đi, nhưng độ chênh lệch về độ cứng gây ra sự tập trung ứng suất, mà làm tăng khả năng mà các giao diện trở thành các vị trí bắt đầu nứt và, do đó, dẫn đến độ cứng suy giảm. Theo đó, tốt hơn là tổng tỉ lệ thể tích của ferit và bainit ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng bằng 70 % hoặc lớn hơn và 95 % hoặc nhỏ hơn dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng, để đạt được tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo và độ cứng được đề cập phía trên. Nếu tổng tỉ lệ thể tích của ferit và bainit nhỏ hơn hoặc bằng 70 %, các vi cấu trúc cứng chiếm tỉ lệ lớn, mà làm tăng ứng suất chảy và, do đó, dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên và độ cứng giảm đi. Hơn nữa, nếu tổng tỉ lệ thể tích của ferit và bainit lớn hơn hoặc bằng 95 %, độ bền kéo bị giảm đi, mà dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên. Tốt hơn là, tổng tỉ lệ thể tích bằng 73 % hoặc lớn hơn và 93

% hoặc nhỏ hơn. Thậm chí tốt hơn nữa là, tổng tỉ lệ thể tích bằng 75 % hoặc lớn hơn và 92 % hoặc nhỏ hơn.

Các vi cấu trúc của phần còn lại (các vi cấu trúc còn lại), ngoài ferit và bainit, là một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ peclit, mactenxit, và austenit. Nếu tổng tỉ lệ thể tích của các vi cấu trúc còn lại nhỏ hơn 5 %, độ bền kéo bị giảm đi, mà dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên. Hơn nữa, nếu tổng tỉ lệ thể tích của các vi cấu trúc còn lại lớn hơn 30 %, các vi cấu trúc cứng chiếm tỉ lệ lớn, mà làm tăng ứng suất chảy và, do đó, dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên và độ cứng giảm đi. Theo đó, tốt hơn là tổng tỉ lệ thể tích của các vi cấu trúc còn lại bằng 5 % hoặc lớn hơn và 30 % hoặc nhỏ hơn dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng. Tốt hơn là, tổng tỉ lệ thể tích bằng 7 % hoặc lớn hơn và 27 % hoặc nhỏ hơn. Thậm chí tốt hơn nữa là, tổng tỉ lệ thể tích bằng 8 % hoặc lớn hơn và 25 % hoặc nhỏ hơn.

Các vi cấu trúc được mô tả phía trên ngoài austenits (ferit, bainit, peclit, và mactenxit) được tạo thành từ các dải biến dạng ở các đường biên của hạt austenit hoặc bên trong các hạt austenit, với các dải biến dạng đóng vai trò là các vị trí tạo mầm. Trong quá trình sản xuất tấm thép nguyên liệu cho ống thép hàn điện trở (tức là, ống mẹ) mà được sử dụng trong sản xuất ống thép hình chữ nhật, cán nóng có thể được thực hiện theo cách sao cho độ giảm cán ở các nhiệt độ thấp mà sự kết tinh lại austenit không có khả năng xuất hiện tăng lên. Trong trường hợp này, số lượng lớn lệch mạng có thể được đưa vào trong austenit, mà có thể tinh luyện austenit và có thể đưa số lượng lớn các dải biến dạng vào trong các hạt. Kết quả là, các diện tích của các vị trí tạo mầm được tăng lên, mà làm tăng tần suất của mầm và, do đó, có thể tinh luyện các vi cấu trúc thép.

Theo sáng chế, các vi cấu trúc thép được mô tả phía trên có thể hiện diện trong vùng kéo dài ±1,0 mm từ giữa theo chiều dày thành, mà được giả định là tâm, theo hướng chiều dày thành, và cũng trong trường hợp này, hiệu quả được mô tả phía trên có khả năng được tạo ra. Theo đó, theo sáng chế, cụm từ "các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành" nghĩa là các vi cấu trúc thép được mô tả phía trên được hiện diện tại vị trí bất kỳ bên trong vùng kéo dài ±1,0 mm từ giữa theo chiều dày thành, mà được giả định là tâm, theo hướng chiều dày thành.

Các vi cấu trúc thép được quan sát như sau. Thứ nhất, mẫu thử để quan sát vi cấu

trúc được chuẩn bị theo cách sau đây. Mẫu được cắt sao cho bề mặt được quan sát là mặt cắt ngang mà song song với cả hướng chiều dọc và hướng chiều dày thành của ống thép hình chữ nhật và ở giữa theo hướng chiều dày thành của phần phẳng. Sau đó mẫu được đánh bóng như gương và sau đó được ăn mòn bằng nital. Việc quan sát vi cấu trúc được thực hiện bằng cách quan sát các vi cấu trúc ở giữa theo chiều dày thành và chụp ảnh các vi cấu trúc, với kính hiển vi quang học (độ phóng đại: 1000×) hoặc kính hiển vi điện tử quét ((scanning electron microscope) SEM, độ phóng đại: 1000×). Từ ảnh vi cấu trúc quang học thu được hoặc ảnh SEM, các tỉ lệ diện tích của ferit, bainit, và phần còn lại (peclit, mactenxit, và austenit) được xác định. Tỉ lệ diện tích của mỗi trong số các vi cấu trúc được xác định như sau: việc quan sát được thực hiện trên 5 hoặc nhiều hơn trường quan sát, và trung bình của các giá trị thu được của các trường quan sát được tính là tỉ lệ diện tích. Mỗi trong số các tỉ lệ diện tích được xác định bằng quan sát vi cấu trúc được giả định là tỉ lệ diện tích của mỗi trong số các vi cấu trúc.

Ferit là sản phẩm được sản xuất bởi biến đổi khuếch tán và là vi cấu trúc được phục hồi đáng kể với mật độ lệch mạng thấp. Ferit bao gồm ferit đa giác và ferit bán đa giác.

Bainit là vi cấu trúc nhiều pha được tạo thành bởi ferit dạng bản, mà có mật độ lệch mạng cao, và sắt cacbua.

Peclit là vi cấu trúc cùng tích được tạo thành bởi sắt và sắt cacbua (ferit + sắt cacbua) và là vi cấu trúc phiến trong đó ferit tuyến tính và sắt cacbua được đặt xen kẽ nhau.

Mactenxit là vi cấu trúc biến đổi nhiệt độ thấp dạng bản với mật độ lệch mạng rất cao. Trong các ảnh SEM, mactenxit có vẻ sáng hơn so với ferit và bainit. Lưu ý rằng do khó để phân biệt mactenxit với austenit trong các ảnh kính hiển vi quang học và các ảnh SEM, tỉ lệ thể tích của mactenxit được xác định như sau: tỉ lệ diện tích của các vi cấu trúc được xác định là mactenxit hoặc austenit từ quan sát ảnh SEM thu được được đo, sau đó, tỉ lệ thể tích của austenit, mà được đo bằng phương pháp được mô tả dưới đây, được trừ đi từ tỉ lệ diện tích, và dẫn đến giá trị được chỉ định là tỉ lệ thể tích của mactenxit.

Phép đo tỉ lệ thể tích của austenit được thực hiện bởi tán xạ tia X sử dụng mẫu thử được chuẩn bị theo cách tương tự với mẫu thử được sử dụng trong phép đo mật độ

lệch mạng. Từ các mật độ tổng thu được của các mặt phẳng (200), (220), và (311) của sắt fcc và các mặt phẳng (200) và (211) của sắt bcc, tỉ lệ thể tích của austenit được xác định.

Kích thước hạt trung bình của các hạt: nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 μm

Theo sáng chế, kích thước hạt trung bình là đường kính tròn tương đương trung bình của các hạt, trong đó các hạt (các đường biên hạt) được xác định là các vùng được bao quanh bởi các đường biên mà có góc định hướng bằng 15° hoặc lớn hơn đối với các tinh thể liền kề. Hơn nữa, đường kính tròn tương đương (kích thước hạt) là đường kính của đường tròn có diện tích bằng với diện tích của hạt được quan tâm.

Nếu kích thước hạt trung bình của các hạt lớn hơn 15,0 μm, tổng diện tích của các đường biên hạt, mà đóng vai trò là vật cản đối với sự lan truyền nứt, là nhỏ, và, do đó, độ cứng mong muốn không đạt được. Theo đó, theo sáng chế, kích thước hạt trung bình của các hạt được xác định là nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 μm. Kích thước hạt trung bình của các hạt tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 13,0 μm và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 μm. Lưu ý rằng kích thước hạt trung bình càng nhỏ, tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo càng lớn, và, do đó, tốt hơn là kích thước hạt trung bình lớn hơn hoặc bằng 2,0 μm.

Tổng tỉ lệ thể tích của các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn: nhỏ hơn hoặc bằng 40 %.

Ngay cả trong trường hợp khi giới hạn trên của kích thước hạt lớn nhất được xác định, nếu lượng nhất định các hạt thô được thể hiện, các vùng mà trong đó tổng diện tích của các đường biên hạt, mà đóng vai trò là vật cản đối với sự lan truyền nứt, là nhỏ, tồn tại, mà dẫn đến sự giảm đáng kể độ cứng. Theo đó, để đạt được độ cứng tốt, cần xác định giới hạn trên của tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các hạt thô mà có thể được hiện diện. Theo đó, theo sáng chế, tổng tỉ lệ thể tích của các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn được xác định là nhỏ hơn hoặc bằng 40 %. Tốt hơn là, tổng tỉ lệ thể tích nhỏ hơn hoặc bằng 30 %. Với lý do được mô tả phía trên, điều mong muốn là lượng các hạt thô là nhỏ, và, do đó, tốt hơn là tổng tỉ lệ thể tích của các hạt bằng 0 %.

Kích thước hạt trung bình của các hạt và tổng tỉ lệ thể tích của các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn được đo như dưới đây. Thứ nhất, mẫu thử để quan sát vi cấu trúc được chuẩn bị theo cách sau đây. Mẫu được cắt sao cho bề mặt được quan

sát là mặt cắt ngang mà song song với cả hướng chiều dọc và hướng chiều dày thành của ống thép hình chữ nhật và ở giữa theo chiều dày thành của phần phẳng. Mẫu sau đó được đánh bóng như gương. Sau đó, biểu đồ phân bố kích thước hạt ở giữa theo chiều dày được tính toán bằng cách sử dụng phương pháp SEM/EBSD (biểu đồ là đồ thị trong đó trục hoành thể hiện kích thước hạt, và trục tung thể hiện tỉ lệ độ giàu (tỉ lệ diện tích) đối với các kích thước hạt khác nhau). Kích thước hạt trung bình là trung bình số học của các kích thước hạt được xác định từ biểu đồ. Tổng tỉ lệ thể tích của các hạt 40 μm hoặc lớn hơn là tổng của các tỉ lệ độ giàu của các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn được xác định từ biểu đồ. Các điều kiện đo bao gồm điện áp gia tốc bằng 15 kV, vùng đo bằng 500 μm × 500 μm, và kích thước bước đo (độ phân giải đo) bằng 0,5 μm. Lưu ý rằng trong phân tích kích thước hạt, các hạt có kích thước hạt nhỏ hơn 2,0 μm được coi là nhiễu đo và bị loại trừ khỏi các mục tiêu phân tích.

<Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật>

Giờ, phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế sẽ được mô tả.

Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế là phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật bao gồm bước cho tấm thép mà là nguyên liệu qua tạo hình bằng cán nguội; tiếp theo bước hàn hai đầu theo chiều rộng của tấm thép được tạo hình bằng cán nguội với nhau bằng hàn điện trở để tạo thành ống thép hàn điện trở; tiếp theo bước cho ống thép hàn điện trở qua giảm đường kính trong một hoặc nhiều giá định kích thước; và tiếp theo bước cho ống thép hàn điện trở qua tạo hình hình chữ nhật trong một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật. Trong trường hợp này, khe hở trục lăn của giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật và khe hở trục lăn của giá tạo hình hình chữ nhật được kiểm soát theo cách sao cho tỉ số của chiều rộng tấm W của tấm thép với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật thỏa mãn công thức (1), và tỉ số của chiều dài chu vi C_{IN} của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của giá tạo hình hình chữ nhật với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật thỏa mãn công thức (2).

$$1{,}000 + 0{,}050 \times t/H < W/C_{OUT} < 1{,}000 + 0{,}50 \times t/H \quad \text{...công thức (1)}$$

$$0{,}30 \times t/H + 0{,}99 \leq C_{IN}/C_{OUT} < 0{,}50 \times t/H + 0{,}99 \quad \text{...công thức (2)}$$

Trong công thức (1) và công thức (2), W là chiều rộng tấm (mm) của tấm thép, mà là nguyên liệu, C_{IN} là chiều dài chu vi (mm) của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất, C_{OUT} là chiều dài chu vi (mm) của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật cuối cùng, t là chiều dày thành trung bình (mm) của các phần phẳng sau khi tạo hình hình chữ nhật, và H là chiều dài cạnh trung bình (mm) của các phần phẳng sau khi tạo hình hình chữ nhật. Trong các trường hợp trong đó tạo hình hình chữ nhật được hoàn thành trong giá tạo hình hình chữ nhật đơn, giá tạo hình hình chữ nhật cuối cùng giống hệt giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất.

Lưu ý rằng chiều dày thành trung bình t được tính theo công thức (3), được thể hiện phía trên, và chiều dài cạnh trung bình H được tính theo công thức (4), được thể hiện phía trên.

Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với sự tham chiếu đến các hình Fig.2 và Fig.3. Fig.2 là sơ đồ minh họa bước sản xuất ống đối với ống mẹ (ống thép hàn điện trở) của ống thép hình chữ nhật theo sáng chế. Fig.3 là sơ đồ minh họa bước tạo hình đối với ống thép hình chữ nhật theo sáng chế.

Thứ nhất, ống thép hàn điện trở 7 được sản xuất bằng cách sử dụng tấm thép (dải thép) làm nguyên liệu (tức là, bước sản xuất ống).

Như được minh họa trên Fig.2, tấm thép 1 (tấm thép cán nóng hoặc dải thép cán nóng) được cuộn trên ống cuộn được duỗi thẳng. Tấm thép 1 có thành phần hóa học được mô tả phía trên. Tấm thép 1 sau đó được làm phẳng bằng máy nắn thẳng 2 và sau đó được tạo hình trung gian với bộ trục lăn lồng 3, mà được tạo thành từ nhiều trục lăn, để tạo thành ống hình trụ hở. Tiếp theo, ống hở được tạo hình hoàn thiện với bộ trục lăn qua dạng vây 4, mà được làm bằng nhiều trục lăn. Ống hở được tạo hình để có dạng hình trụ bằng tạo hình bằng cán nguội.

Tốt hơn là, ống thép hình chữ nhật theo sáng chế có các vi cấu trúc thép được mô tả phía trên. Do ống thép hình chữ nhật theo sáng chế được sản xuất bằng cách thực hiện tạo hình hình chữ nhật đối với ống thép hàn điện trở (ống mẹ), mà được sản xuất bằng cách thực hiện tạo hình bằng cán nguội đối với tấm thép nguyên liệu, tốt hơn là tấm thép nguyên liệu (tấm thép 1) cũng có thành phần hóa học và các vi cấu trúc thép được mô

tả phía trên. Các điều kiện sản xuất được ưu tiên đối với tấm thép 1 sẽ được mô tả sau đây và, do đó, không được mô tả ở đây.

Ống thép hở mà đã trải qua tạo hình hoàn thiện được ép bằng các trục lăn ép 5, và trong trạng thái này, cặp phần tiếp giáp (hai đầu theo chiều rộng) của ống thép 1 mà đối diện với nhau theo hướng chu vi được hàn với nhau bằng hàn điện trở (hàn điện trở) với thiết bị hàn 6 để tạo thành ống thép hàn điện trở 7. Đối với hàn điện trở, liên kết được hoàn thành trong quá trình trong đó các phần tiếp giáp được nóng chảy do được gia nhiệt, được hàn áp lực, và được hóa rắn. Việc gia nhiệt có thể được thực hiện, ví dụ, bằng gia nhiệt cảm ứng tần số cao hoặc gia nhiệt điện trở tần số cao. Theo đó, mối hàn (mối hàn điện trở) 13 được tạo ra để kéo dài theo hướng trục ống. Máy được sử dụng để sản xuất ống thép hàn điện trở 7 không bị giới hạn ở máy được minh họa trên Fig.2, mà bao gồm bước sản xuất ống.

Theo sáng chế, trong quá trình sản xuất ống thép hàn điện trở, tốt hơn là lượng ép tạo ra bởi các trục lăn ép 5 trong khoảng 20 % hoặc lớn hơn và 100 % hoặc nhỏ hơn chiều dày thành của ống thép hàn điện trở 7. Nếu lượng ép nhỏ hơn 20 % chiều dày thành, thép nóng chảy không thể được xả đủ, mà dẫn đến độ cứng giảm sút của thép. Mặt khác, nếu lượng ép lớn hơn 100 % bề dày thành, tải đặt lên các trục lăn cán trở nên lớn, và ngoài ra, lượng biến cứng của mối hàn (mối hàn điện trở) 13 trở nên lớn, mà dẫn đến biến cứng cao quá mức.

Sau đó, ống thép hình chữ nhật được sản xuất bằng cách sử dụng ống thép hàn điện trở thu được 7 làm ống mẹ (tức là, bước tạo hình). Bước tạo hình bao gồm bước định kích thước và bước tạo hình hình chữ nhật.

Như được minh họa trên Fig.3, ống thép hàn điện trở 7 được cho trải qua giảm đường kính trong bộ trục lăn định kích thước (giá định kích thước) 8, với ống thép hàn điện trở 7 được giữ dạng hình trụ; bộ trục lăn định kích thước gồm nhiều trục lăn được đặt tại các vị trí phía trên, phía dưới, bên trái, và bên phải đối với ống thép hàn điện trở 7 (tức là, bước định kích thước). Sau đó, ống thép hàn điện trở 7 được cho trải qua tạo hình hình chữ nhật trong bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật (giá tạo hình hình chữ nhật) 9, để lần lượt có hình dạng được ký hiệu bởi R1, R2, và R3 để trở thành ống thép hình chữ nhật 10; bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật được làm bằng nhiều trục lăn được đặt tại các vị trí phía trên, phía dưới, bên trái, và bên phải đối với ống thép hàn điện trở 7

(tức là, bước tạo hình hình chữ nhật). Các trục lăn mà tạo thành giá tạo hình hình chữ nhật 9 là các trục lăn có rãnh khía (các trục lăn định cỡ) có độ cong rãnh khía. Các trục lăn trong các giá đỡ ở phía dòng ra hơn có các độ cong rãnh khía lớn hơn. Theo đó, các phần phẳng và các phần góc của ống thép hình chữ nhật được tạo thành.

Số giá mà tạo thành bộ trục lăn định kích thước 8 và các giá mà tạo thành bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật 9 không bị giới hạn cụ thể. Nhiều giá có thể được bố trí, hoặc giá đơn lẻ có thể được bố trí. Hơn nữa, nếu các trục lăn của bộ trục lăn định kích thước 8 hoặc bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật 9 không có độ cong rãnh khía đồng đều (có nhiều độ cong), những bất thường hình dạng có thể xảy ra khi ống thép hàn điện trở 7 được tạo hình trở nên bị xoắn theo hướng chu vi. Theo đó, tốt hơn là các trục lăn có độ cong rãnh khía đồng đều.

Theo sáng chế, như được mô tả phía trên, điều quan trọng là khe hở trục lăn của giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật và khe hở trục lăn của giá tạo hình hình chữ nhật được kiểm soát theo cách sao cho tỉ số của chiều rộng tấm W của tấm thép với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật thỏa mãn công thức (1), và tỉ số của chiều dài chu vi C_{IN} của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của giá tạo hình hình chữ nhật với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật thỏa mã công thức (2). Theo đó, ngay cả các ống thép hình chữ nhật được tạo hình bằng cán trong đó tỉ số t/H của chiều dày thành trung bình t với chiều dài cạnh trung bình H là lớn, và bán kính cong R của các phần góc là nhỏ có thể có độ dẻo được cải thiện và độ cứng ở bề mặt bên ngoài của các phần góc.

Thứ nhất, lý do để kiểm soát tỉ số W/C_{OUT} và tỉ số t/H theo cách sao cho công thức (1) được thỏa mãn sẽ được mô tả. Tỉ số W/C_{OUT} là tỉ số của chiều rộng tấm W (mm) của tấm thép nguyên liệu (tấm thép) 1 với chiều dài chu vi của ống thép hình chữ nhật 10 ngay sau khi tạo hình hình chữ nhật (chiều dài chu vi (mm) của ống thép ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật cuối cùng; chiều dài chu vi này sau đây được gọi là "C_{OUT}"). Tỉ lệ t/H là tỉ lệ của chiều dày thành trung bình t ngay sau khi tạo hình hình chữ nhật với chiều dài cạnh trung bình ngay sau khi tạo hình hình chữ nhật.

Như được minh họa trên các hình Fig.2 và Fig.3, trong trường hợp khi tấm thép phẳng 1 (tấm thép nguyên liệu) được cho trải qua tạo hình bằng cán nguội để tạo thành

ống thép hàn điện trở 7 (ống thép mẹ), và sau đó, ống thép hàn điện trở hình trụ được cho trải qua tạo hình hình chữ nhật để sản xuất ống thép hình chữ nhật 10, tấm thép 1 và ống thép hàn điện trở 7, trong quá trình sản xuất (bước sản xuất ống và bước tạo hình), trải qua biến dạng uốn theo hướng chu vi ống và, ngoài ra, biến dạng giãn dài theo hướng chiều dọc ống do sự thu nhỏ theo hướng chu vi ống. Việc kiểm soát thích hợp hai tỉ số được mô tả phía trên, t/H và W/C_{OUT}, là hiệu quả để giảm lượng thu nhỏ theo hướng chu vi ống mà xuất hiện trong quá trình sản xuất.

Nếu tỉ số W/C_{OUT} là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị ở vế trái của công thức (1), lượng uốn theo hướng chu vi của tấm thép 1 mà bị gây ra trong bước sản xuất ống và các lượng biến dạng uốn và biến dạng uốn ngược theo hướng chu vi của ống thép hàn điện trở 7 mà bị gây ra trong bước tạo hình là nhỏ. Kết quả là, tấm thép 1 và ống thép hàn điện trở 7 không được gia công đầy đủ. Kết quả là, các phần phẳng tạo ra không phẳng, và bán kính đường cong bên ngoài tạo ra R của các phần góc vượt quá 3,0 lần chiều dày thành trung bình t (3,0t).

Mặt khác, nếu tỉ số W/C_{OUT} là lớn hơn hoặc bằng giá trị ở vế phải của công thức (1), sự chênh lệch về chiều dài chu vi của ống (hoặc ống hở) giữa trước và sau bước sản xuất ống và độ chênh lệch trước và sau bước tạo hình đều lớn. Theo đó, lượng giảm theo hướng chu vi ống là lớn, và, do đó, các phần góc trải qua biến cứng đáng kể. Kết quả là, độ dẻo và độ cứng mong muốn của bề mặt bên ngoài của các phần góc không thể đạt được.

Tỉ số W/C_{OUT} tốt hơn là $(1{,}000 + 0{,}080 \times t/H)$ hoặc lớn hơn và $(1{,}000 + 0{,}48 \times t/H)$ hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là $(1{,}000 + 0{,}10 \times t/H)$ hoặc lớn hơn và $(1{,}000 + 0{,}45 \times t/H)$ hoặc nhỏ hơn.

Giờ, lý do kiểm soát tỉ số C_{IN}/C_{OUT} và tỉ số t/H theo cách sao cho công thức (2) được thỏa mãn sẽ được mô tả. Tỉ số C_{IN}/C_{OUT} là tỉ số của chiều dài chu vi của ống thép hàn điện trở 7 ngay trước khi tạo hình hình chữ nhật (chiều dài chu vi (mm) của ống thép hàn điện trở 7 ở phía đi vào của giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất, mà sau đây được gọi là "C_{IN}") với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật 10 ngay sau khi tạo hình hình chữ nhật. Tỉ lệ t/H là tỉ lệ của chiều dày thành trung bình t ngay sau khi tạo hình hình chữ nhật với chiều dài cạnh trung bình ngay sau khi tạo hình hình chữ nhật.

Như được minh họa trên Fig.3, trong trường hợp khi ống thép hàn điện trở 7 được tạo hình hình chữ nhật để thành ống thép hình chữ nhật 10, hình trụ được tạo hình dần dần thành hình chữ nhật khi ống thép được cho đi qua bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật 9, như được mô tả phía trên. Trong trường hợp tạo hình hình chữ nhật được thực hiện theo cách này, sự uốn cong ngược trong phần đường thẳng của các cạnh (các phần phẳng 11), sự uốn cong trong các phần góc 12, và sự giảm biến dạng theo hướng chu vi trong ống thép hàn điện trở 7 xuất hiện.

Cụ thể, tạo hình hình chữ nhật được hoàn thiện trong khi ngoại vi của các phần góc 12 về cơ bản không tiếp xúc với các trục lăn của bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật 9. Trong tạo hình hình chữ nhật, các phần góc 12 được tạo hình là kết quả của sự nhô ra do biến dạng tự do. Trong trường hợp này, độ cứng càng lớn của các phần góc 12 và lượng giảm theo hướng chu vi càng nhỏ, sự biến dạng uốn của các phần góc 12 càng nhỏ và, do đó, dẫn đến bán kính cong ngoài của các phần góc càng lớn. Mặt khác, độ cứng của các phần góc 12 càng nhỏ và lượng giảm theo hướng chu vi càng lớn, sự biến dạng uốn của các phần góc 12 càng lớn, do đó, bán kính cong bên ngoài tạo ra của các phần góc càng nhỏ.

Ngoài ra, độ cứng của các phần góc 12 chống lại biến dạng uốn tăng lên do tỉ số t/H của chiều dày thành trung bình t với chiều dài cạnh trung bình H tăng lên. Hơn nữa, lượng giảm theo hướng chu vi liên quan đến tạo hình hình chữ nhật có thể được xác định từ tỉ số chiều dài chu vi C_{IN}/C_{OUT}, và tỉ số càng cao, lượng giảm theo hướng chu vi càng lớn.

Do đó, nếu t/H là lớn, khó để tạo thành các phần góc 12 bởi biến dạng uốn. Theo đó, việc đạt được bán kính đường cong mong muốn của các phần góc cần làm tăng tỉ số chiều dài chu vi C_{IN}/C_{OUT} để làm tăng lượng giảm theo hướng chu vi. Vì các lý do này, việc kiểm soát phù hợp hai tỉ số được mô tả phía trên, t/H và C_{IN}/C_{OUT}, là hiệu quả.

Nếu tỉ số chiều dài chu vi C_{IN}/C_{OUT} là nhỏ hơn giá trị ở vế trái của công thức (2), sự chênh lệch về chiều dài chu vi của ống giữa trước và sau bước tạo hình là nhỏ, và, theo đó, lượng giảm theo hướng chu vi của ống thép hàn điện trở 7 là nhỏ. Do đó, các phần phẳng 11 và các phần phẳng 12 không được gia công đầy đủ. Kết quả là, các phần phẳng tạo ra không phẳng, và bán kính đường cong bên ngoài tạo ra R của các phần góc vượt quá 3,0 lần chiều dày thành trung bình t (3,0t).

Mặt khác, nếu tỉ số chiều dài chu vi C_{IN}/C_{OUT} là lớn hơn hoặc bằng giá trị ở vế phải của công thức (2), độ chênh lệch về chiều dài chu vi của ống giữa trước và sau bước tạo hình là lớn. Theo đó, lượng giảm theo hướng chu vi ống là lớn, và, do đó, các phần góc trải qua biến cứng đáng kể. Do đó, độ dẻo và độ cứng mong muốn của các phần góc không thể đạt được. Hơn nữa, bán kính cong bên ngoài tạo ra R của các phần góc nằm dưới 2,0 lần chiều dày thành trung bình t (2,0t).

Tỉ số chiều dài chu vi C_{IN}/C_{OUT} tốt hơn là $(0,33 \times t/H + 0,99)$ hoặc lớn hơn và $(0,47 \times t/H + 0,99)$ hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là $(0,35 \times t/H + 0,99)$ hoặc lớn hơn và $(0,45 \times t/H + 0,99)$ hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, tốt hơn là, từ quan điểm tiếp tục cải thiện khả năng kháng chấn, là việc kiểm soát được thực hiện với một hoặc nhiều trong các điều kiện sau đây, ngoài các điều kiện của công thức (1) và công thức (2).

Tốt hơn là chiều dày thành trung bình t lớn hơn 0,030 lần chiều dài cạnh trung bình H, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng của ống thép hình chữ nhật 10, và H (mm) là chiều dài cạnh trung bình của các phần phẳng. Trong trường hợp này, khả năng chịu tải và độ cứng của các cấu kiện cột được tăng lên, mà dẫn đến khả năng kháng chấn được cải thiện. Tỉ số t/H của chiều dày thành trung bình với chiều dài cạnh trung bình H tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,035 lần. Hơn nữa, tỉ số tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,10 lần và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,080 lần, cũng để đảm bảo độ dẻo và độ cứng của các phần góc.

Hơn nữa, tốt hơn là chiều dày thành trung bình t bằng 20 mm hoặc lớn hơn và 40 mm hoặc nhỏ hơn. Lý do cho việc này giống với lý do được mô tả phía trên đối với việc kiểm soát chiều dày thành trung bình t của ống thép hình vuông, và do đó, không được mô tả ở đây.

Ngoài ra, tốt hơn là kiểm soát khe hở của các trục lăn định kích thước và khe hở của các trục lăn tạo hình hình chữ nhật.

Việc kiểm soát C_{IN} và C_{OUT} được thực hiện bằng việc kiểm soát khoảng cách rãnh với rãnh của các trục lăn định cỡ. Ở đây, giá trị G $(=\Delta g/(t/H))$ là giá trị thu được bằng cách chia Δg cho t/H, trong đó Δg là độ lệch giữa khoảng cách rãnh với rãnh lớn nhất của các trục lăn của giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật (sau đây, khoảng cách này cũng được gọi là "khe hở của giá định kích

thước") và khoảng cách rãnh với rãnh lớn nhất của các trục lăn của giá tạo hình hình chữ nhật (sau đây, khoảng cách này cũng được gọi là "khe hở của giá tạo hình hình chữ nhật"). Tốt hơn là để điều chỉnh khe hở của giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật theo cách sao cho G bằng 70 hoặc lớn hơn và bằng 180 hoặc nhỏ hơn.

Nếu G nhỏ hơn 70, C_{IN}/C_{OUT} trở thành nhỏ hơn giá trị ở vế trái của công thức (2), và kết quả là, như được mô tả phía trên, các phần phẳng và bán kính cong bên ngoài của các phần góc được dự định bởi sáng chế không thể thu được. Mặt khác nếu G lớn hơn 180, C_{IN}/C_{OUT} trở nên lớn hơn hoặc bằng giá trị ở vế phải của công thức (2), và kết quả là, như được mô tả phía trên, độ dẻo và độ cứng của các phần góc được dự định bởi sáng chế không thu được. Tốt hơn là, G lớn hơn hoặc bằng 80 và nhỏ hơn 170.

Trong các trường hợp khi nhiều giá định kích thước được hiện diện, khe hở của giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật có thể bằng khe hở của một hoặc nhiều giá định kích thước khác. Hơn nữa, trong các trường hợp khi nhiều giá tạo hình hình chữ nhật được hiện diện, tốt hơn là khe hở của giá tạo hình hình chữ nhật là khe hở của giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất. Khe hở của giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất và các khe hở của một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật khác có thể tất cả bằng nhau.

Ở đây, C_{IN} là chiều dài chu vi (chiều dài của chu vi bên ngoài theo hướng chu vi ống) (mm) của ống thép hàn điện trở 7 ở phía đi vào của giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất. Tham chiếu đến Fig.3, C_{IN} có thể xác định được bằng cách đo, bằng thước dây chiều dài chu vi của mặt cắt ngang chu vi của ống trong mặt phẳng tại X=(Xa+Xb)/2 (m), mà vuông góc với trục X, trong đó chiều dương của trục X là hướng sản xuất ống, Xa(m) là tọa độ X của trục của sự quay của trục lăn bất kỳ của bộ trục lăn định kích thước 8 mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật, và Xb (m) là tọa độ X của trục của sự quay của trục lăn bất kỳ của bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật 9 thứ nhất.

C_{OUT} là chiều dài chu vi (chiều dài của chu vi bên ngoài theo hướng chu vi ống) (mm) của ống thép hình chữ nhật 10 ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật cuối cùng. Tham chiếu đến Fig.3, C_{OUT} có thể được xác định bằng cách đo, bằng thước dây, chiều dài chu vi bên ngoài của mặt cắt ngang theo chu vi của ống trong mặt phẳng

tại X=Xc+1 (m), mà vuông góc với trục X, trong đó Xc (m) là tạo độ X của trục của sự quay của trục lăn bất kỳ trong bộ trục lăn của giá tạo hình hình chữ nhật cuối cùng.

Đối với phương pháp của sáng chế để sản xuất ống thép hình chữ nhật, trong quá trình tạo hình ống thép hàn điện trở (ống mẹ) thành ống thép hình chữ nhật, việc kiểm soát có thể còn được thực hiện với một hoặc nhiều điều kiện sau đây, ngoài các điều kiện được mô tả phía trên, để giảm các biến thiên về độ phẳng của các phần phẳng và bán kính cong của các phần góc.

Trong bước định kích thước sau khi hàn điện trở, sự giảm đường kính của ống có thể được thực hiện theo cách sao cho tỉ lệ của sự giảm theo chiều dài chu vi của ống thép bằng 0,30 % hoặc lớn hơn về tổng số, để đạt được độ tròn được ưu tiên. Trong trường hợp này, trong bước tạo hình hình chữ nhật tiếp theo, các phần phẳng và các phần góc được tạo thành một cách đồng đều (đối xứng) với các biến thiên giảm về độ phẳng và bán kính cong. Cụm từ "độ tròn được ưu tiên" nghĩa là đường kính bên ngoài thẳng đứng D1 và đường kính bên ngoài nằm ngang D2 của ống thỏa mãn $|D1-D2|/((D1 + D2)/2) \leq 0,020$.

Tuy nhiên, nếu việc giảm đường kính được thực hiện theo cách sao cho tỉ lệ của sự giảm về chiều dài chu vi của ống thép là lớn hơn 2,0 % về tổng số, lượng uốn theo hướng trục ống trong khi đi qua các trục lăn là lớn, mà dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng. Theo đó, tốt hơn là sự giảm đường kính được thực hiện theo cách sao cho tỉ lệ của sự giảm về chiều dài chu vi của ống thép bằng 0,30 % hoặc lớn hơn và 2,0 % hoặc nhỏ hơn.

Trong bước định kích thước, tốt hơn là sự giảm đường kính được thực hiện trong nhiều giai đoạn bằng cách sử dụng nhiều giá sao cho lượng uốn theo hướng trục ống trong khi đi qua các trục lăn có thể được giảm xuống càng nhiều càng tốt, và việc tạo thành ứng suất dư theo hướng trục ống có thể được ngăn chặn. Trong trường hợp này, tốt hơn là trong mỗi trong số các giá, sự giảm đường kính được thực hiện theo cách sao cho tỉ lệ giảm về chiều dài chu vi của ống thép bằng 1,0 % hoặc nhỏ hơn đối với sự giảm đường kính được thực hiện trong giá mà ngay trước giá được đề cập thứ nhất.

Như được mô tả phía trên, ống thép hình chữ nhật theo sáng chế là ống thép trong đó ống thép hàn điện trở được sử dụng làm ống mẹ. Việc xác định là để xem ống thép hình chữ nhật 10 có được sản xuất từ ống thép hàn điện trở 7 hay không có thể thực hiện

như dưới đây. Ống thép hình chữ nhật 10 được cắt theo hướng vuông góc với hướng trục ống, khi đó, mặt cắt ngang chứa mối hàn (mối hàn điện trở) 13 được đánh bóng và tiếp theo được ăn mòn, và sau đó, mặt cắt ngang được quan sát bằng kính hiển vi quang học. Khi chiều rộng chu vi ống của vùng được làm nóng chảy và hóa rắn của mối hàn (mối hàn điện trở) 13 bằng 1,0 μm hoặc lớn hơn và 1000 μm hoặc nhỏ hơn trên toàn bộ chiều dày của ống, ống là ống thép hàn điện trở 7. Chất ăn mòn có thể là chất phù hợp được lựa chọn phù hợp với thành phần của thép và loại ống thép.

Mối hàn (mối hàn điện trở) được mô tả dưới đây với sự tham chiếu đến Fig.4. Fig.4 là sơ đồ dạng giản đồ của vùng được làm nóng chảy và được hóa rắn 16 của mối hàn 13. Fig.4 minh họa trạng thái trong đó mặt cắt ngang chứa mối hàn đã được đánh bóng và được ăn mòn. Vùng được làm nóng chảy và được hóa rắn 16 có thể được xác định trực quan, trên Fig.4, là vùng có hình thái vi cấu trúc và ngược lại khác với vùng của vùng kim loại cơ sở 14 và vùng chịu ảnh hưởng nhiệt 15. Ví dụ, trong trường hợp các ống thép hàn điện trở được làm bằng thép cacbon hoặc thép hợp kim thấp, vùng được làm nóng chảy và được hóa rắn 16 có thể được xác định là vùng mà xuất hiện màu trắng dưới kính hiển vi quang học, khi được nhìn trong mặt cắt ngang ăn mòn bằng nital.

Giờ, phương pháp được ưu tiên để sản xuất tấm thép nguyên liệu của ống thép hàn điện trở mà được sử dụng trong sản xuất ống thép hình chữ nhật theo sáng chế sẽ được mô tả.

Ví dụ, phương pháp được ưu tiên như dưới đây. Vật liệu thép có thành phần hóa học được mô tả phía trên được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt bằng 1100 °C hoặc lớn hơn và 1300 °C hoặc nhỏ hơn; sau đó, vật liệu thép được cán nóng bằng cách sử dụng nhiệt độ hoàn thiện cán thô bằng 850 °C hoặc lớn hơn và 1150 °C hoặc nhỏ hơn, nhiệt độ phân phối hoàn thiện bằng 750 °C hoặc lớn hơn và 900 °C hoặc nhỏ hơn, và tổng tỉ lệ giảm cán liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng hoặc nhỏ hơn 950 °C bằng 50 % hoặc lớn hơn (tức là, bước cán nóng); sau đó, tấm thép tạo ra được làm nguội bằng cách sử dụng tốc độ làm nguội trung bình bằng 5 °C/s hoặc lớn hơn và 30 °C/s hoặc nhỏ hơn và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn, tốc độ làm nguội trung bình nhiệt độ làm nguội hoàn thiện mỗi loại dựa trên nhiệt độ ở giữa theo bề dày của tấm thép tạo ra (tức là, bước làm nguội); và tiếp theo, tấm thép tạo ra được cuộn ở nhiệt độ bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn (tức là, bước

cuộn), để tạo thành tấm thép được cán nóng (tấm thép 1).

Trong mô tả dưới đây về phương pháp sản xuất, nhiệt độ được thể hiện bằng °C là nhiệt độ bề mặt của vật liệu thép hoặc tấm thép (tấm thép được cán nóng) trừ khi được quy định khác. Nhiệt độ bề mặt có thể được đo bằng nhiệt kế bức xạ hoặc tương tự. Hơn nữa, nhiệt độ ở giữa chiều dày của tấm thép có thể được xác định bằng cách tính toán phân bố nhiệt độ của mặt cắt ngang của tấm thép bằng phân tích truyền nhiệt và hiệu chỉnh kết quả với nhiệt độ bề mặt của tấm thép. "Tấm thép cán nóng" bao gồm các tấm thép được cán nóng và các dải thép được cán nóng.

Theo sáng chế, các quá trình luyện thép để chế biến vật liệu thép (phôi tấm thép) không bị giới hạn cụ thể, và quá trình luyện thép đã biết bất kỳ, như là quá trình mà sử dụng lò chuyển, lò hồ quang điện, lò nóng chảy chân không, hoặc tương tự, có thể được sử dụng. Các quá trình đúc cũng không bị giới hạn cụ thể, và quá trình đúc bất kỳ đã biết, như là các quá trình đúc liên tục, có thể được sử dụng để sản xuất vật liệu thép có kích thước mong muốn. Lưu ý rằng thay vì quá trình đúc liên tục, quá trình đúc tạo phôi thép thỏi có thể được sử dụng, và điều này không thể hiện vấn đề. Thép nóng chảy có thể còn được cho trải qua tinh luyện thứ cấp, như là tinh luyện thùng rót.

Bước cán nóng

Nhiệt độ gia nhiệt: 1100 °C hoặc lớn hơn và 1300 °C hoặc nhỏ hơn

Nếu nhiệt độ gia nhiệt là nhỏ hơn 1100 °C, vật liệu được cán có khả năng chống biến dạng cao, mà làm cho khó cán. Mặt khác, nếu nhiệt độ gia nhiệt lớn hơn 1300 °C, các hạt austenit trở nên thô, mà làm cho có thể thu được các hạt austenit mịn bằng cách cán (cán thô và cán hoàn thiện), mà được thực hiện tuần tự, và kết quả là, việc đảm bảo kích thước hạt trung bình của các vi cấu trúc thép của ống thép hàn điện trở được dự định bởi sáng chế là khó khăn. Theo đó, nhiệt độ gia nhiệt đối với bước cán nóng được xác định bằng 1100 °C hoặc lớn hơn và bằng 1300 °C hoặc nhỏ hơn. Nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1120 °C. Hơn nữa, nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1280 °C.

Theo sáng chế, quá trình được thực hiện sau khi sản xuất phôi tấm thép (phôi tấm) có thể là quá trình thông thường trong đó phôi tấm được làm nguội đến nhiệt độ phòng và sau đó được gia nhiệt lại hoặc có thể là quá trình tiết kiệm năng lượng, như là cán xả nóng trong đó phôi ấm không được làm nguội đến nhiệt độ phòng nhưng thay vào đó

được xả trực tiếp vào trong lò gia nhiệt hoặc được giữ nhiệt trong thời gian ngắn sau ngay sau khi được cán. Việc sử dụng các quá trình như vậy không thể hiện các vấn đề.

Nhiệt độ hoàn thiện cán thô: 850 °C hoặc lớn hơn và 1150 °C hoặc nhỏ hơn

Nếu nhiệt độ hoàn thiện cán thô nhỏ hơn 850 °C, nhiệt độ bề mặt của tấm thép trở nên nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit trong khi cán hoàn thiện tiếp theo, và, sau đó, các lượng lớn ferit biến dạng được tạo thành, mà dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên. Mặt khác, nếu nhiệt độ hoàn thiện cán thô lớn hơn 1150 °C, độ giảm cán đầy đủ không thể đạt được trong khoảng nhiệt độ không kết tinh lại của austenit, và, do đó, các hạt austenit mịn không thể thu được. Kết quả là, việc đảm bảo kích thước hạt trung bình được mô tả phía trên của các vi cấu trúc thép của ống thép hình chữ nhật trở nên khó khăn, mà dẫn đến độ cứng giảm. Nhiệt độ hoàn thiện cán thô tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 860 °C. Hơn nữa, nhiệt độ hoàn thiện cán thô tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1000 °C.

Tốt hơn là, nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện bằng 800 °C hoặc lớn hơn và 980 °C hoặc nhỏ hơn. Nếu nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện nhỏ hơn 800 °C, nhiệt độ bề mặt của tấm thép trở nên nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit trong khi cán hoàn thiện, và, dẫn đến, các lượng lớn ferit biến dạng được tạo thành, mà dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên. Mặt khác, nếu nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện lớn hơn 980 °C, austenit trở nên thô, và các dải biến dạng đủ không thể được tạo ra trong austenit; do đó, việc đảm bảo kích thước hạt trung bình được mô tả phía trên của các vi cấu trúc thép của ống thép hình chữ nhật là khó khăn, mà dẫn đến độ cứng giảm đi. Nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 820 °C. Hơn nữa, nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 950 °C.

Nhiệt độ phân phối hoàn thiện: 750 °C hoặc lớn hơn 900 °C hoặc nhỏ hơn

Nếu nhiệt độ phân phối hoàn thiện là nhỏ hơn 750 °C, nhiệt độ bề mặt của tấm thép trở nên nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ bắt đầu biến đổi ferit trong khi cán hoàn thiện, và, do đó, các lượng lớn ferit biến dạng được tạo thành, mà dẫn đến tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo tăng lên. Mặt khác, nếu nhiệt độ phân phối hoàn thiện lớn hơn 900 °C, độ giảm cán đầy đủ là không đạt được trong vùng nhiệt độ không kết tinh lại của austenit, và, do đó, các hạt austenit mịn không thu được. Kết quả là, việc đảm bảo kích thước hạt trung bình được mô tả phía trên của các vi cấu trúc thép của ống thép hình chữ

nhật trở nên khó khăn, mà dẫn đến độ cứng giảm. Nhiệt độ phân phối hoàn thiện tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 770 °C. Hơn nữa, nhiệt độ phân phối hoàn thiện tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 880 °C.

Tổng tỉ lệ độ giảm cán liên quan đến nhiệt độ bằng hoặc nhỏ hơn 950 °C: 50 % hoặc nhỏ hơn

Theo sáng chế, các hạt nhỏ trong austenit được tinh luyện trong bước cán nóng, để tinh luyện ferit, bainit, và các vi cấu trúc còn lại mà được tạo thành trong bước làm nguội tiếp theo và bước cuộn, và, do đó, các vi cấu trúc thép của ống thép hình chữ nhật mà có độ bền và độ cứng được mô tả phía trên có thể thu được. Việc tinh luyện các hạt nhỏ trong austenit trong bước cán nóng cần tỉ lệ giảm cán cao liên quan đến khoảng nhiệt độ không kết tinh lại của austenit do đó biến dạng gia công đầy đủ có thể được đưa vào. Để đạt được điều này, tổng tỉ lệ giảm cán liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C được xác định là lớn hơn hoặc bằng 50 % theo sáng chế.

Nếu tổng tỉ lệ giảm cán liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C là nhỏ hơn 50 %, biến dạng gia công đầy đủ không thể được đưa vào trong bước cán nóng, và, do đó, các vi cấu trúc của ống thép hình chữ nhật có kích thước hạt trung bình được mô tả phía trên không thể thu được. Tổng tỉ lệ độ giảm cán liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng hoặc nhỏ hơn 950 °C tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 55 % và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 57 %. Giới hạn trên không bị giới hạn cụ thể; tuy nhiên, nếu tổng tỉ lệ độ giảm cán lớn hơn 80 %, và hiệu quả cải thiện độ cứng trở nên thấp đối với việc tăng tỉ lệ độ giảm cán, mà làm tăng đơn thuần tải trên các máy. Theo đó, tổng tỉ lệ độ giảm cán liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 80 %. Tốt hơn nữa là, tổng tỉ lệ độ giảm cán nhỏ hơn hoặc bằng 70 %.

"Tổng tỉ lệ độ giảm cán liên quan đến nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C" là tổng các tỉ lệ độ giảm cán của sự cán đi qua liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C.

Bước làm nguội

Sau bước cán nóng, tấm được cán nóng được làm nguội trong bước làm nguội. Trong bước làm nguội, việc làm nguội được thực hiện bằng cách sử dụng tốc độ làm nguội trung bình bằng 5 °C/s hoặc lớn hơn và 30 °C/s hoặc nhỏ hơn và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện bằng hoặc lớn hơn 400 °C và 650 °C hoặc nhỏ hơn, tốc độ làm nguội

trung bình là trung bình trong khoảng dưới nhiệt độ làm nguội hoàn thiện.

Tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng từ lúc bắt đầu làm nguội đến khi kết thúc làm nguội (hoàn thành làm nguội): 5 °C/s hoặc lớn hơn và 30 °C/s hoặc nhỏ hơn

Nếu tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ khi bắt đầu làm nguội đến khi kết thúc làm nguội, mà sẽ được mô tả sau đây, là nhỏ hơn 5 °C/s, dựa trên nhiệt độ ở giữa chiều dày của tấm được cán nóng tần suất tạo mầm của ferit hoặc bainit bị giảm xuống, mà dẫn đến sự hóa thô của ferit hoặc bainit, và, do đó, các vi cấu trúc của ống thép hình chữ nhật có kích thước hạt trung bình được mô tả phía trên không thể thu được. Mặt khác, nếu tốc độ làm nguội trung bình là lớn hơn 30 °C/s, các lượng lớn mactenxit được tạo thành, mà dẫn đến độ cứng giảm đi. Tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 10 °C/s. Hơn nữa, tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 25 °C/s.

Theo sáng chế, từ quan điểm kiểm soát sự tạo thành ferit ở bề mặt của tấm thép trước khi được làm nguội, tốt hơn là việc làm nguội được bắt đầu ngay sau khi hoàn thành cán hoàn thiện.

Nhiệt độ làm nguội hoàn thiện: 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn

Nếu nhiệt độ làm nguội hoàn thiện là nhỏ hơn 400 °C, dựa trên nhiệt độ ở giữa chiều dày của tấm được cán nóng, các lượng lớn mactexit được tạo thành, mà dẫn đến độ cứng giảm. Mặt khác, nếu nhiệt độ làm nguội hoàn thiện là lớn hơn 650 °C, tần suất tạo mầm ferit hoặc bainit bị giảm đi, mà dẫn đến sự hóa thô ferit hoặc bainit, và, do đó, các vi cấu trúc của ống thép hình chữ nhật có kích thước hạt trung bình được mô tả phía trên không thu được. Nhiệt độ làm nguội hoàn thiện tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 430 °C. Hơn nữa, nhiệt độ làm nguội hoàn thiện tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 620 °C.

Theo sáng chế, tốc độ làm nguội trung bình là giá trị (tốc độ làm nguội) được xác định bởi ((nhiệt độ ở giữa chiều dày của tấm được cán nóng trước khi làm nguội - nhiệt độ ở giữa chiều dày của tấm được cán nóng sau khi làm nguội)/thời gian làm nguội) trừ khi được quy định khác. Các ví dụ về các phương pháp để làm nguội bao gồm làm nguội bằng nước, như là phun nước từ các vòi, và làm nguội bằng cách phun khí làm nguội. Theo sáng chế, tốt hơn là hoạt động (quá trình) làm nguội được thực hiện trên tất cả các bề mặt của tấm được cán nóng sao cho tất cả các bề mặt của tấm được cán nóng có thể được làm nguội dưới các điều kiện như nhau.

Bước cuộn

Sau bước làm nguội, tấm thép được cán nóng được cuộn thành dạng cuộn và sau đó được cho phép làm nguội tự nhiên, trong bước cuộn. Trong bước cuộn, tốt hơn là việc cuộn được thực hiện ở nhiệt độ cuộn bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn sao cho các vi cấu trúc thép được mô tả phía trên có thể thu được. Nếu nhiệt độ cuộn nhỏ hơn 400 °C, các lượng lớn mactenxit được tạo thành, mà dẫn đến độ cứng giảm. Nếu nhiệt độ cuộn lớn hơn 650 °C, tần suất tạo mầm ferit hoặc bainit giảm đi, mà dẫn đến sự hóa thô ferit hoặc bainit, và, do đó, các vi cấu trúc của ống thép hình chữ nhật có kích thước hạt được mô tả phía trên không thể thu được. Nhiệt độ cuộn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 430 °C. Hơn nữa, nhiệt độ cuộn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 620 °C.

<Kết cấu công trình>

Giờ, phương án của kết cấu công trình trong đó ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế được sử dụng sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến Fig.5. Fig.5 minh họa ví dụ về kết cấu công trình 100, trong đó ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế được sử dụng trong cấu kiện (ví dụ, cấu kiện cột) của kết cấu công trình.

Như được minh họa trên Fig.5, kết cấu công trình 100 theo sáng chế bao gồm nhiều ống thép hình chữ nhật 10 (các cấu kiện cột) mà được bố trí cùng nhau thông qua các dầm ngang 17 và được liên kết với nhau bằng cách hàn. Các dầm lớn 18 được bố trí để kéo dài qua không gian giữa các ống thép hình chữ nhật 10 liền kề, và các dầm nhỏ 19 được bố trí để kéo dài qua không gian giữa các dầm lớn 18 liền kề. Hơn nữa, các đinh tán 20 được bố trí khi cần thiết để cho phép gắn thành và tương tự. Các cấu kiện đã biết khác có thể được sử dụng trong kết cấu công trình 100.

Như được mô tả phía trên, ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế có các đặc điểm hình dạng ưu việt, với các phần góc 12 có bán kính cong nhỏ và các phần phẳng 11 là phẳng. Ngoài ra, ống thép hình chữ nhật 10 theo sáng chế có độ dẻo và độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc 12. Theo đó, kết cấu công trình 100 theo sáng chế, trong đó ống thép hình chữ nhật 10 được sử dụng làm cấu kiện cột, có biến dạng dẻo được đảm bảo cho toàn bộ kết cấu và, do đó, tạo ra khả năng kháng chấn ưu việt so với các kết cấu công trình trong đó các ống thép hình chữ nhật của tình trạng kỹ thuật được sử dụng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Giờ sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn với sự tham chiếu đến các ví dụ. Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ được mô tả sau đây.

Các ống thép hình chữ nhật theo sáng chế đã được sản xuất dưới các điều kiện sau.

Các thép nóng chảy có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 đã được sản xuất bằng cách luyện thép để tạo thành các phôi tấm (các nguyên liệu thép). Các phôi tấm thu được đã được cho trải qua bước cán nóng, cán nguội, và bước cuộn, mà đã được thực hiện dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 2-1, để tạo thành tấm thép được cán nóng.

Tấm thép được cán nóng thu được (tấm thép nguyên liệu) được tạo hình nguội liên tục trong bộ trục lăn lồng và bộ trục lăn qua dạng vây để tạo thành ống hở có mặt cắt ngang elip. Sau đó, các bề mặt mép đối diện (hai đầu theo chiều rộng) của ống hở đã được gia nhiệt bằng gia nhiệt cảm ứng tần số cao hoặc gia nhiệt điện trở tần số cao đến nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng nhiệt độ nóng chảy và được ép bằng các trục lăn ép để tạo thành ống thép hàn điện trở.

Ống thép hàn điện trở thu được (ống mẹ) đã được cho trải qua giảm đường kính trong bộ trục lăn định kích thước trong hai giá (hai giai đoạn) và sau đó được cho trải qua tạo hình hình chữ nhật trong các bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật trong bốn giá (bốn giai đoạn). Theo đó, các ống thép hình chữ nhật có kích thước được thể hiện trong bảng 2-2 đã thu được. Trong bước tạo hình hình chữ nhật, khe hở của các trục lăn định kích thước đã được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật và khe hở của các trục lăn tạo hình hình chữ nhật đã được kiểm soát theo các điều kiện được thể hiện trong bảng 2-2. Các ống thép hình chữ nhật thu được là hình chữ nhật nói chung khi được nhìn trong mặt cắt ngang vuông góc với hướng trục ống.

Tham chiếu đến bảng 2-2, chiều dày thành trung bình t (mm) của các ống thép hình chữ nhật đã được tính toán theo công thức (3), được thể hiện phía trên, và chiều dài cạnh trung bình H (mm) của các ống thép hình chữ nhật đã được tính toán theo công thức (4), được thể hiện phía trên. Các chiều dài cạnh H_1 và H_2 (mm) của các ống thép hình chữ nhật mà được đo là các chiều dài cạnh của vùng của phần phẳng được thể hiện trên Fig.1. Chiều rộng W (mm) của tấm thép nguyên liệu mà được đo là chiều rộng của

tấm thép ngay sau khi tấm thép đi qua máy nắn thẳng. Chiều dài chu vi C_{IN} (mm) của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của giá tạo hình hình chữ nhật, chiều dài chu vi C_{OUT} (mm) của ống hép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá tạo hình hình chữ nhật cuối cùng, và độ lệch Δg giữa khoảng cách rãnh với rãnh lớn nhất của các trục lăn định cỡ của giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật và khoảng cách rãnh với rãnh lớn nhất của các trục lăn định cỡ của giá tạo hình hình chữ nhật thứ nhất mỗi loại đã được đo bằng phương pháp được mô tả phía trên. Hơn nữa, G (=Δg/(t/H)) đã được tính toán từ độ lệch Δg, chiều dày thành trung bình t, và chiều dài cạnh trung bình H.

Hơn nữa, các ống thép hình chữ nhật thu được mỗi ống đã được quan sát bằng kính hiển vi quang học như sau đây. Ống thép hình chữ nhật đã được cắt theo hướng vuông góc với hướng trục ống, và sau đó, mặt cắt ngang chứa mối hàn điện trở đã được đánh bóng và sau đó được cho ăn mòn bằng nital. Ngoài ra, người ta đã xác minh rằng chiều rộng chu vi ống của vùng được làm nóng chảy và được hóa rắn của mối hàn điện trở bằng 1,0 μm hoặc lớn hơn và 1000 μm hoặc nhỏ hơn trên toàn bộ chiều dày của ống. Vùng được làm nóng chảy và được hóa rắn đã được xác định là vùng mà xuất hiện màu trắng dưới kính hiển vi quang học, khi được nhìn trong mặt cắt ngang được ăn mòn bằng nital.

Việc xác định định lượng các vi cấu trúc thép, các thử nghiệm, và các đánh giá đối với các ống thép hình chữ nhật thu được đã được thực hiện bằng các phương pháp được mô tả sau đây.

(1) Các vi cấu trúc thép của ống thép hình chữ nhật

Việc xác định định lượng đối với các vi cấu trúc thép của các ống thép hình chữ nhật đã được thực hiện bằng phương pháp được mô tả phía trên. Các kết quả thu được được thể hiện trong bảng 3.

(2) Các bán kính cong của bề mặt bên ngoài của các phần góc của ống thép hình chữ nhật

Đối với bán kính cong của các phần góc của các ống thép hình chữ nhật thu được, bán kính cong (mm) của bề mặt bên ngoài của mỗi phần trong số bốn phần góc (phía bên ngoài của các phần góc) đã được đo tại 10 vị trí theo trục ống được lựa chọn ngẫu nhiên. Giá trị lớn nhất, Rmax, và giá trị nhỏ nhất, Rmin, được xác định trong số các giá

trị được đo của tổng số 40 vị trí. Các giá trị được thể hiện trong bảng 4. Trong trường hợp khi giá trị lớn nhất Rmax và giá trị nhỏ nhất Rmin của bán kính cong nằm trong khoảng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, người ta đã xác định được rằng bề mặt bên ngoài của các phần góc có bán kính cong nhỏ.

Việc đo bán kính cong bên ngoài của các phần góc đã được thực hiện bằng máy đo bán kính. Phương pháp được sử dụng để đo bán kính cong là phương pháp được mô tả phía trên với sự tham chiếu đến Fig.1.

(3) Độ phẳng của các phần phẳng của ống thép hình chữ nhật

Phương pháp đo độ phẳng sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến Fig.10. Việc đo độ phẳng đã được thực hiện tại 10 vị trí theo trục ống được lựa chọn ngẫu nhiên của ống thép hình chữ nhật, với mỗi phần trong số bốn phần phẳng là đối tượng đo. Do đó, việc đo được thực hiện tại tổng số 40 vị trí. Như được minh họa trên Fig.10, lượng phồng lớn nhất và lượng lõm lớn nhất, đối với đường thẳng đi qua hai điểm được đặt ở hai đầu chu vi của bề mặt bên ngoài của mỗi trong số các phần phẳng đã được đo. Các giá trị được đo được thể hiện trong bảng 4, với lượng phồng được thể hiện là giá trị dương và lượng lõm là giá trị âm. Đối với mỗi trong số các vị trí đo, các giá trị tuyệt đối của lượng phồng lớn nhất và lượng lõm tố đa đã được xác định, và giá trị lớn nhất trong số các giá trị tuyệt đối đã được xác định là độ phẳng của các phần phẳng và được thể hiện trong bảng 4. Lưu ý là trong trường hợp khi không có sự phồng hay sự lõm, giá trị của lượng phồng hoặc lượng lõm đã được xác định bằng 0.

Trong trường hợp khi độ phẳng (mm) của các phần phẳng là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm, người ta đã xác định rằng các phần phẳng là phẳng.

(4) Thử nghiệm kéo trên các phần phẳng và các phần góc của ống thép hình chữ nhật

Thử nghiệm kéo đã được thực hiện trên các ống thép hình chữ nhật thu được bằng phương pháp được mô tả sau đây. Fig.6 minh họa các vị trí mà từ đó các mẫu thử nghiệm kéo của phần phẳng và phần góc đã được cắt, và Fig.7 minh họa chi tiết vị trí mà từ đó mẫu thử nghiệm kéo của phần góc được cắt.

Như được minh họa trên Fig.6, mẫu thử nghiệm kéo JIS số 5 và mẫu thử nghiệm kéo JIS cố 12B, được thể hiện bởi các đường nét đứt, đã được cắt từ phần phẳng và phần góc, tương ứng, trong ống thép hình chữ nhật, theo cách sao cho hướng kéo song song

với hướng trục ống. Các mẫu thử nghiệm kéo là nền mà chiều dày của chúng bằng 5 mm, và phần giữa của chiều dày được đặt ở vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài ống đối với chiều dày thành t. Theo cách này, các mẫu thử nghiệm kéo đã được cắt ra. Như được minh họa trên Fig.7, mẫu thử nghiệm kéo của phần góc là mẫu mà bao gồm vùng của phần góc, và vùng là vùng mà qua đó đường thẳng có thể được vẽ, đường thẳng đi qua giao điểm của các phần mở rộng của các bề mặt bên ngoài của hai phần phẳng mà tiếp giáp với phần góc tại hai mặt của chúng, đường thẳng cũng tạo thành góc 45° với các bề mặt bên ngoài của các phần phẳng.

Thử nghiệm kéo đã được thực hiện trên các mẫu thử nghiệm kéo này phù hợp với quy định của JIS Z 2241, để đo giới hạn chảy YS (yield strength, YS), độ bền kéo TS (tensile strength, TS), và độ giãn dài đồng đều (các phần phẳng: E1, các phần góc: E2) của các phần phẳng và các phần góc. Độ giãn dài đồng đều là giá trị của tổng độ giãn dài với tải lớn nhất. Đối với các phần góc, tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo được xác định là (giới hạn chảy)/(độ bền kéo) × 100 (%) đã được tính từ giới hạn chảy và độ bền kéo thu được. Hơn nữa, giá trị của độ giãn dài đồng đều E2 của các phần góc đối với độ giãn dài đồng đều E1 của các phần phẳng đã được tính toán.

Hai mẫu thử nghiệm kéo đã được sử dụng cho mỗi ví dụ, và trung bình được tính từ đó để xác định giới hạn chảy YS (MPa), độ bền kéo TS (MPa), tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo (%), và độ giãn dài đồng đều (%). Các giá trị này được thể hiện trong bảng 4.

Trong trường hợp khi giá trị của độ giãn dài đồng đều E2 của các phần góc đối với độ giãn dài đồng đều E1 của các phần góc là lớn hơn hoặc bằng 0,60, người ta đã xác định được rằng độ dẻo ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc đã đạt được. Trong trường hợp trong đó tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc là nhỏ hơn hoặc bằng 90 %, người ta đã xác định được rằng giới hạn chảy tốt đã đạt được. Trong trường hợp khi giới hạn chảy YS của các phần phẳng là lớn hơn hoặc bằng 295 MPa, người ta đã xác định được rằng giới hạn chảy YS tốt đã đạt được. Trong trường hợp khi độ bền kéo TS của các phần phẳng là lớn hơn hoặc bằng 400 MPa, người ta đã xác định được rằng độ bền kéo tốt TS đã đạt được.

Như được minh họa trên Fig.6, mẫu thử nghiệm kéo của phần phẳng đã được cắt ra từ vị trí ở giữa theo chiều rộng của phần phẳng 11b, mà được đặt liền kề với phần

phẳng 11a, mà chứa mối hàn điện trở 13 của ống thép hình chữ nhật. Mẫu thử nghiệm kéo của phần góc đã được cắt ra từ phần góc 12a, mà tiếp giáp với phần phẳng 11a mà chứa mối hàn điện trở 13.

(5) Thử nghiệm va đập Charpy trên các phần góc của ống thép hình chữ nhật

Thử nghiệm va đập Charpy đã được thực hiện trên các ống thép hình chữ nhật thu được bằng phương pháp được mô tả sau đây. Fig.8 minh họa vị trí mà từ đó mẫu thử nghiệm Charpy của phần góc đã được cắt ra, và Fig.9 minh họa chi tiết vị trí mà từ đó mẫu thử nghiệm Charpy của phần góc đã được cắt ra.

Như được minh họa trên Fig.8 và Fig.9, mẫu thử nghiệm khía chữ V tiêu chuẩn theo quy định của JIS Z 2242 đã được sử dụng trong thử nghiệm va đập Charpy. Mẫu thử nghiệm đã được cắt ra từ vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài ống của ống thép hình chữ nhật đối với chiều dày thành t, theo cách sao cho hướng chiều dọc của mẫu thử nghiệm là song song với hướng trục ống. Mẫu thử nghiệm Charpy của các phần góc đã được cắt ra từ phần góc 12a, mà tiếp giáp với phần phẳng 11a mà chứa mối hàn điện trở 13. Cụ thể hơn, như được minh họa trên Fig.9, mẫu thử nghiệm Charpy là mẫu chứa vùng của phần góc 12a, và vùng là vùng mà qua đó đường thẳng có thể được vẽ, đường thẳng đi qua giao điểm của các phần mở rộng của các mặt phẳng bên ngoài của hai phần phẳng mà tiếp giáp với phần góc 12a ở hai phía của chúng, đường thẳng cũng tạo thành góc 45° với các bề mặt bên ngoài của các phần phẳng. Mẫu thử nghiệm va đập Charpy đã được thực hiện phù hợp với các quy định của JIS Z 2242, ở nhiệt độ thử nghiệm bằng -10 °C, để xác định năng lượng hấp thụ Charpy (J). Các mẫu thử nghiệm Charpy đã được sử dụng cho mỗi ví dụ, và trung bình được tính từ đó để xác định năng lượng hấp thụ Charpy (J). Các giá trị được thể hiện trong bảng 4.

Trong trường hợp trong đó năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc là lớn hơn hoặc bằng 100 J, người ta đã xác định được rằng độ cứng ưu việt của bề mặt bên ngoài của các phần góc đã đạt được.

Bảng 1

Ống thép hình chữ nhật số	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)															
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	V	Cr	Mo	Cu	Ni	Ca	B
1	0,075	0,32	1,49	0,012	0,0081	0,032	0,0037	0,016	0,011	0,005	0,17	0,13	-	-	-	-
2	0,146	0,03	1,24	0,007	0,0032	0,041	0,0032	0,023	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,128	0,15	0,87	0,022	0,0110	0,045	0,0031	0,040	-	-	-	-	0,23	0,24	0,0018	0,0009
4	0,110	0,11	0,89	0,011	0,0025	0,033	0,0028	0,024	-	-	-	-	0,15	0,08	-	-
5	0,152	0,20	1,03	0,009	0,0059	0,039	0,0025	0,011	-	-	-	-	0,08	0,16	-	-
6	0,184	0,22	0,97	0,002	0,0003	0,040	0,0044	0,018	0,022	-	-	-	-	-	-	-
7	0,097	0,28	1,55	0,025	0,0134	0,025	0,0039	0,025	0,045	-	-	-	-	-	-	-
8	0,273	0,19	1,71	0,013	0,0011	0,022	0,0043	0,009	0,026	0,03	-	-	-	-	0,003	-
9	0,154	0,26	2,35	0,006	0,0008	0,038	0,0024	0,011	-	-	0,28	0,30	0,18	0,14	-	-
10	0,043	0,18	1,27	0,008	0,0005	0,030	0,0023	0,030	0,024	-	-	-	0,09	0,07	-	-
11	0,420	0,05	0,79	0,004	0,0020	0,035	0,0041	0,020	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0,078	0,76	1,54	0,015	0,0053	0,024	0,0022	0,015	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0,055	0,38	2,01	0,023	0,0009	0,031	0,0034	0,137	-	-	-	-	-	-	-	-

Bảng 2-1

Ống thép hình chữ nhật số	Bước cán nóng				Bước làm nguội		Bước cuộn
	Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ hoàn thiện cán thô (°C)	Nhiệt độ phân phối hoàn thiện (°C)	Tổng tỉ lệ giảm cán liên quan đến khoảng nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C (%)	Tốc độ làm nguội trung bình (°C /s)	Nhiệt độ làm nguội hoàn thiện (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)
1	1220	960	820	61	16	580	555
2	1180	1020	800	59	12	525	500
3	1150	940	780	65	22	610	580
4	1250	1010	810	55	10	590	570
5	1200	990	850	64	16	525	495
6	1150	950	860	58	9	615	590
7	1180	960	780	59	18	505	480
8	1230	900	880	62	25	585	560
9	1200	970	840	64	14	540	520
10	1170	910	790	58	20	600	585
11	1260	890	770	63	16	610	595
12	1160	1130	880	59	22	520	500
13	1130	920	870	60	25	570	555

Bảng 2-2

Ống thép hình chữ nhật số	Bước tạo hình																		Lưu ý
	Lượng ép (mm)	Tỉ lệ giảm đường kính (%)	Giá trị lớn nhất của các tỉ lệ giảm đường kính của các giá (%)	W (mm)	H_1 (mm)	H_2 (mm)	Chiều dài cạnh trung bình H (mm)	Chiều dày thành trung bình t (mm)	t/H	Δg (mm)	G =Δg/(t/H)	Chiều dài chu vi phía đi vào tạo hình hình chữ nhật C_{IN} (mm)	Chiều dài chu vi phía phân phối tạo hình hình chữ nhật C_{OUT} (mm)	Giá trị ở vế trái của công thức (1)	Giá trị ở vế phải của công thức (1)	Giá trị ở vế trái của công thức (2)	Giá trị ở vế phải của công thức (2)	W/C_{OUT}	Tỉ số chiều dài chu vi C_{IN}/C_{OUT}	
1	12	1,5	0,5	1123	298	301	300	22,2	0,074	11,5	155	1103	1088	1,004	1,037	1,012	1,027	1,032	1,014	Ví dụ sáng chế
2	15	0,9	0,3	1876	502	500	501	28,1	0,056	6,5	116	1890	1865	1,003	1,028	1,007	1,018	1,006	1,013	Ví dụ sáng chế
3	23	1,8	0,8	2503	653	649	651	32,2	0,049	4,0	81	2502	2478	1,002	1,025	1,005	1,015	1,010	1,010	Ví dụ sáng chế
4	18	1,5	0,4	2083	550	547	549	24,9	0,045	5,0	110	2102	2087	1,002	1,023	1,004	1,013	0,998	1,007	Ví dụ so sánh
5	7	1,6	0,4	2125	551	554	553	25,2	0,046	3,5	77	2096	2073	1,002	1,023	1,004	1,013	1,025	1,011	Ví dụ so sánh
6	9	0,8	0,6	1882	408	409	409	27,8	0,068	4,0	59	1887	1874	1,003	1,034	1,010	1,024	1,004	1,007	Ví dụ so sánh
7	10	1,4	0,8	2129	555	552	554	22,0	0,040	8,0	201	2128	2102	1,002	1,020	1,002	1,010	1,013	1,012	Ví dụ so sánh
8	21	1,2	0,4	1926	503	501	502	25,1	0,050	5,0	100	1925	1912	1,003	1,025	1,005	1,015	1,007	1,007	Ví dụ sáng chế
9	22	1,6	0,5	2089	552	547	550	28,2	0,051	7,5	146	2097	2071	1,003	1,026	1,005	1,016	1,009	1,013	Ví dụ sáng chế
10	8	1,4	0,4	1712	453	450	452	25,0	0,055	8,0	144	1716	1695	1,003	1,028	1,007	1,018	1,010	1,012	Ví dụ sáng chế
11	23	1,1	0,4	2497	646	652	649	36,0	0,055	5,5	99	2490	2467	1,003	1,028	1,007	1,018	1,012	1,009	Ví dụ sáng chế
12	16	1,3	0,6	2111	552	546	549	22,0	0,040	4,0	100	2088	2072	1,002	1,020	1,002	1,010	1,019	1,008	Ví dụ sáng chế
13	11	0,8	0,2	2119	548	550	549	25,3	0,046	3,7	80	2099	2074	1,002	1,023	1,004	1,013	1,022	1,012	Ví dụ sáng chế

*1. $1,000 + 0,050 \times t/H < W/C_{OUT} < 1,000 + 0,50 \times t/H$ … công thức (1)

*2. $0,30 \times t/H + 0,99 \leq C_{IN}/C_{OUT} < 0,50 \times t/H + 0,99$ …công thức (2)

Bảng 3

Ống thép hình chữ nhật số	Các vi cấu trúc thép của các phần phẳng						
	Tỉ lệ F (% theo thể tích)	Tỉ lệ B (% theo thể tích)	Tỉ lệ (F+B) (% theo thể tích)	Các vi cấu trúc còn lại	Tỉ lệ vi cấu trúc còn lại (% theo thể tích)	Kích thước hạt trung bình (μm)	Tổng tỉ lệ thể tích của các hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn (%)
1	34	56	90	P, M	10	6,2	16
2	83	11	94	P	6	9,1	27
3	47	38	85	P, M	15	5,8	25
4	75	13	88	P, M	12	6,1	15
5	77	13	90	P, M	10	5,6	11
6	85	4	89	P	11	7,9	35
7	88	0	88	P	12	6,3	18
8	33	55	88	P, M, γ	12	6,0	15
9	28	64	92	P, M	8	5,7	22
10	59	34	93	P	7	8,1	31
11	69	9	78	P	22	7,5	22
12	36	49	85	P	15	6,6	24
13	55	36	91	P	9	5,2	17

*1. Mô tả các ký hiệu F: ferit, B: bainit, P: peclit, M: mactenxit, γ: austenit

Bảng 4

Ống thép hình chữ nhật Số	Hình dạng							Các tính chất cơ học							Lưu ý
	2,0t (mm)	3,0t (mm)	Rmin (mm)	Rmax (mm)	Lượng phồng lớn nhất (mm)	Lượng lõm lớn nhất (mm)	Độ phẳng (mm)	YS của các phần phẳng (MPa)	TS của các phần phẳng (MPa)	Độ giãn dài đồng đều E1 của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài (%)	Độ giãn dài đồng đều E2 của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài (%)	E2/E1	Tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc (%)	Năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc (J)	
1	44,4	66,6	51	64	0,0	-1,8	1,8	469	557	11,2	9,6	0,86	86,1	244	Ví dụ sáng chế
2	56,2	84,3	66	78	0,0	-1,1	1,1	371	449	16,8	14,7	0,88	83,5	257	Ví dụ sáng chế
3	64,4	96,6	72	91	0,2	-1,5	1,5	468	534	10,5	8,8	0,84	89,0	223	Ví dụ sáng chế
4	49,8	74,7	69	82	2,7	0,0	2,7	435	521	11,8	10,7	0,91	81,4	178	Ví dụ so sánh
5	50,4	75,6	61	69	0,2	-1,9	1,9	472	523	9,8	5,5	0,56	91,3	89	Ví dụ so sánh
6	55,6	83,4	75	89	3,0	0,0	3,0	403	518	13,4	10,6	0,79	79,2	201	Ví dụ so sánh
7	44,0	66,0	41	55	0,0	-1,2	1,2	489	533	8,6	4,3	0,50	93,7	75	Ví dụ so sánh
8	50,2	75,3	61	74	0,1	-1,9	1,9	437	539	12,0	9,3	0,78	84,2	127	Ví dụ sáng chế
9	56,4	84,6	57	79	0,0	-1,1	1,1	450	542	11,5	8,4	0,73	86,7	204	Ví dụ sáng chế
10	50,0	75,0	53	68	0,0	-1,3	1,3	344	425	15,5	12,9	0,83	82,2	146	Ví dụ sáng chế
11	72,0	108,0	79	94	0,2	-1,8	1,8	384	476	13,5	11,6	0,86	84,5	131	Ví dụ sáng chế
12	44,0	66,0	52	60	0,0	-1,1	1,1	450	544	10,2	8,3	0,81	89,0	178	Ví dụ sáng chế
13	50,6	75,9	54	66	0,0	-1,4	1,4	434	545	11,8	9,6	0,81	86,1	136	Ví dụ sáng chế

Tham chiếu đến các bảng từ 2-1 đến 4, các số từ 1 đến 3 và từ 8 đến 13 là các ví dụ sáng chế, và các số từ 4 đến 7 là các ví dụ so sánh.

Tất cả các ống thép hình chữ nhật của các ví dụ sáng chế là các ống thép mà trong đó bán kính cong bên ngoài R của các phần góc bằng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn; độ phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng trục ống là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm; E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc, và E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng; và năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc lớn hơn hoặc bằng 100 J.

Ngược lại, trong ví dụ so sánh số 4, giá trị của W/C_{OUT} là nằm dưới khoảng của công thức (1); do đó bán kính cong bên ngoài của các phần góc vượt quá khoảng của sáng chế, và các phần phẳng phẳng không thu được.

Trong ví dụ so sánh số 5, giá trị của W/C_{OUT} là phía trên khoảng của công thức (1), và, do đó, tỉ số E2/E1 giữa các độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng và các phần góc và năng lượng hấp thụ Charpy tại -10 °C của các phần góc không phải là các giá trị mong muốn. Hơn nữa, giá trị của tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc là lớn hơn hoặc bằng 90 %.

Trong ví dụ so sánh số 6, giá trị của C_{IN}/C_{OUT} là nằm dưới khoảng của công thức (2); do đó, bán kính cong bên ngoài của các phần góc vượt quá khoảng của sáng chế, và các phần phẳng phẳng không thu được.

Trong ví dụ so sánh số 7, giá trị của C_{IN}/C_{OUT} nằm trên khoảng của công thức (2); do đó, bán kính cong bên ngoài của các phần góc rơi vào phía dưới khoảng của sáng chế, và tỉ số E2/E1 giữa các độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng và các phần góc và năng lượng hấp thụ Charpy tại -10 °C của các phần góc không phải là các giá trị mong muốn. Hơn nữa, giá trị của tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc là lớn hơn hoặc bằng 90 %.

Danh sách ký hiệu chỉ dẫn

1 Tấm thép (dải thép)

2 Máy nắn thẳng

3 Bộ trục lăn lồng

4 Bộ trục lăn qua dạng vây

5 Trục lăn ép

6 Thiết bị hàn

7 Ống thép hàn điện trở

8 Bộ trục lăn định kích thước

9 Bộ trục lăn tạo hình hình chữ nhật

10 Ống thép hình chữ nhật

11 Phần phẳng

12 Phần góc

13 Mối hàn (mối hàn điện trở)

14 Vùng kim loại cơ sở

15 Vùng chịu ảnh hưởng nhiệt khi hàn

16 Vùng được làm nóng chảy và được hóa rắn

17 Dầm ngang

18 Dầm lớn

19 Dầm nhỏ

20 Đinh tán

100 Kết cấu công trình

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ống thép hình chữ nhật bao gồm các phần phẳng và các phần góc, trong đó

bán kính cong bên ngoài R của các phần góc bằng 2,0t hoặc lớn hơn và 3,0t hoặc nhỏ hơn, trong đó t (mm) là chiều dày thành trung bình của các phần phẳng,

độ phẳng của bề mặt bên ngoài của các phần phẳng là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mm,

E2 lớn hơn hoặc bằng 0,60 lần E1, trong đó E2 là độ giãn dài đồng đều của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành, và E1 là độ giãn dài đồng đều của các phần phẳng tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần phẳng theo hướng chiều dày thành,

năng lượng hấp thụ Charpy ở -10 °C của các phần góc tại vị trí (1/4)t từ bề mặt bên ngoài của các phần góc theo hướng chiều dày thành là lớn hơn hoặc bằng 100 J,

ống thép hình chữ nhật có thành phần hóa học chứa, theo % theo khối lượng,

C: 0,020 đến 0,45 %,

Si: 0,01 đến 1,0 %,

Mn: 0,30 đến 3,0 %,

P: 0,10 % hoặc nhỏ hơn,

S: 0,050 % hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,005 đến 0,10 %,

N: 0,010 % hoặc nhỏ hơn, và

Ti: 0,001 đến 0,15 %, với phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng là các vi cấu trúc thép trong đó

tổng tỉ lệ thể tích của ferit và bainit là 70 % hoặc lớn hơn và 95 % hoặc nhỏ hơn dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng, và phần còn lại được tạo thành bởi một hoặc hai hoặc nhiều hơn được lựa chọn từ peclit, mactenxit, và austenit,

kích thước hạt trung bình của các hạt nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 μm, trong đó các hạt được xác định là các vùng được bao quanh bởi các biên mà có góc định hướng bằng 15° hoặc lớn hơn đối với các tinh thể liền kề, và

tổng tỉ lệ thể tích của các hạt có kích thước hạt bằng 40 μm hoặc lớn hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 40 % dựa trên tổng thể tích của các vi cấu trúc thép ở giữa theo chiều dày thành của các phần phẳng.

2. Ống thép hình chữ nhật theo điểm 1, trong đó chiều dày thành trung bình t lớn hơn 0,030 lần chiều dài cạnh trung bình H (mm) của các phần phẳng.

3. Ống thép hình chữ nhật theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó chiều dày thành trung bình t bằng 20 mm hoặc lớn hơn và 40 mm hoặc nhỏ hơn.

4. Ống thép hình chữ nhật theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó giới hạn chảy của các phần phẳng là lớn hơn hoặc bằng 295 MPa, độ bền kéo của các phần phẳng là lớn hơn hoặc bằng 400 MPa, và tỉ số giới hạn chảy đối với độ bền kéo của các phần góc là nhỏ hơn hoặc bằng 90 %.

5. Ống thép hình chữ nhật theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần hóa học còn bao gồm, theo % theo khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều hơn được chọn từ

Nb: 0,001 đến 0,15 %,

V: 0,001 đến 0,15 %,

Cr: 0,01 đến 1,0 %,

Mo: 0,01 đến 1,0 %,

Cu: 0,01 đến 1,0 %,

Ni: 0,01 đến 1,0 %,

Ca: 0,0002 đến 0,010 %, và

B: 0,0001 đến 0,010 %.

6. Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, phương pháp bao gồm:

bước cho tấm thép qua tạo hình bằng cán nguội;

bước hàn hai đầu theo chiều rộng của tấm thép với nhau bằng hàn điện trở để tạo thành ống thép hàn điện trở;

sau đó bước làm giảm đường kính cho ống thép hàn điện trở trong một hoặc nhiều giá định kích thước; và

sau đó bước tạo hình chữ nhật cho ống thép hàn điện trở trong một hoặc nhiều giá tạo hình chữ nhật để tạo thành ống thép hình chữ nhật, trong đó

khe hở trục lăn của một trong số một hoặc nhiều giá định kích thước mà được sử dụng trực tiếp trước khi tạo hình hình chữ nhật và khe hở trục lăn của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật được kiểm soát theo cách sao cho tỉ số của chiều rộng tấm W của tấm thép với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật thỏa mãn công thức (1), và tỉ số của chiều dài chu vi C_{IN} của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật với chiều dài chu vi C_{OUT} của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của một trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật thỏa mãn công thức (2):

$$1{,}000 + 0{,}050 \times t/H < W/C_{OUT} < 1{,}000 + 0{,}50 \times t/H \quad \text{...công thức (1)}$$

$$0{,}30 \times t/H + 0{,}99 \leq C_{IN}/C_{OUT} < 0{,}50 \times t/H + 0{,}99 \quad \text{...công thức (2)}$$

trong đó W là chiều rộng tấm (mm) của tấm thép, mà là nguyên liệu, C_{IN} là chiều dài chu vi (mm) của ống thép hàn điện trở ở phía đi vào của giá thứ nhất trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật, C_{OUT} là chiều dài chu vi (mm) của ống thép hình chữ nhật ở phía phân phối của giá cuối cùng trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật, t là chiều dày thành trung bình (mm) của các phần phẳng sau khi tạo hình hình chữ nhật, và H là chiều dài cạnh trung bình (mm) của các phần phẳng sau khi tạo hình hình chữ nhật, trong trường hợp trong đó việc tạo hình hình chữ nhật được hoàn thành trong giá tạo hình hình chữ nhật đơn, giá cuối cùng trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật là giống hệt với giá thứ nhất trong số một hoặc nhiều giá tạo hình hình chữ nhật.

7. Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo điểm 6, trong đó tấm thép là tấm thép được sản xuất bằng quá trình trong đó nguyên liệu thép được gia nhiệt đến nhiệt độ

gia nhiệt bằng 1100 °C hoặc lớn hơn và 1300 °C hoặc nhỏ hơn; sau đó, nguyên liệu thép được cán nóng bằng cách sử dụng nhiệt độ hoàn thiện cán thô bằng 850 °C hoặc lớn hơn và 1150 °C hoặc nhỏ hơn, nhiệt độ phân phối hoàn thiện bằng 750 °C hoặc lớn hơn và 900 °C hoặc nhỏ hơn, và tổng tỉ lệ độ giảm cán liên quan đến nhiệt độ bằng và nhỏ hơn 950 °C bằng 50 % hoặc lớn hơn; sau đó, tấm thép tạo ra được làm nguội bằng cách sử dụng tốc độ làm nguội trung bình bằng 5 °C/s hoặc lớn hơn và 30 °C/s hoặc nhỏ hơn và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn, tốc độ làm nguội trung bình và nhiệt độ làm nguội hoàn thiện mỗi loại dựa trên nhiệt độ ở giữa theo chiều dày của tấm thép tạo ra; và sau đó, tấm thép tạo ra được cuộn ở nhiệt độ bằng 400 °C hoặc lớn hơn và 650 °C hoặc nhỏ hơn.

8. Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo điểm 6 hoặc điểm 7, trong đó chiều dày thành trung bình t lớn hơn 0,030 lần chiều dài cạnh trung bình H của các phần phẳng.

9. Phương pháp sản xuất ống thép hình chữ nhật theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó chiều dày thành trung bình t bằng 20 mm hoặc lớn hơn và 40 mm hoặc nhỏ hơn.

10. Kết cấu công trình trong đó ống thép hình chữ nhật theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 được sử dụng trong cấu kiện cột.

FIG. 1

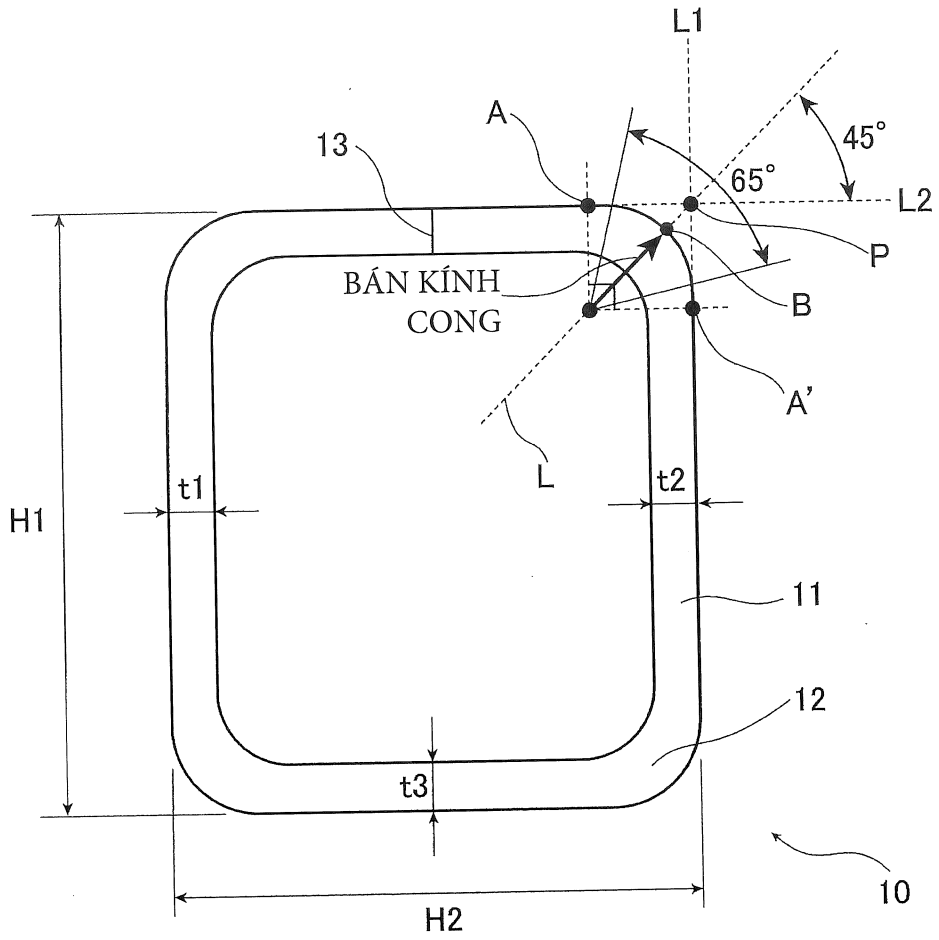


FIG. 2

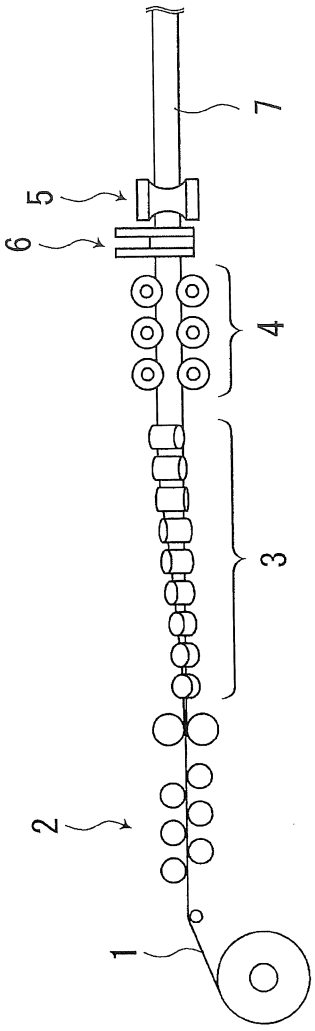


FIG. 3

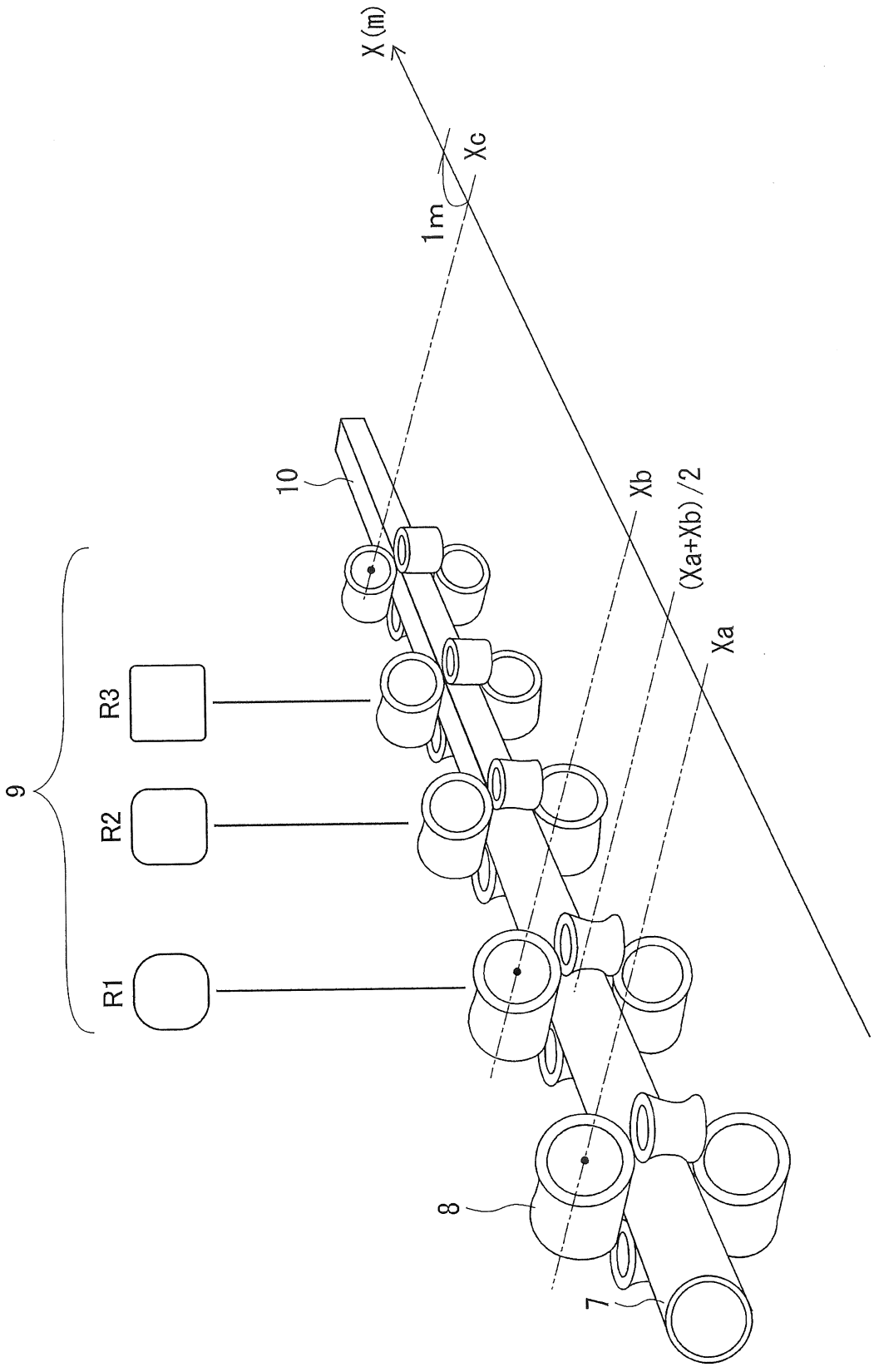


FIG. 4

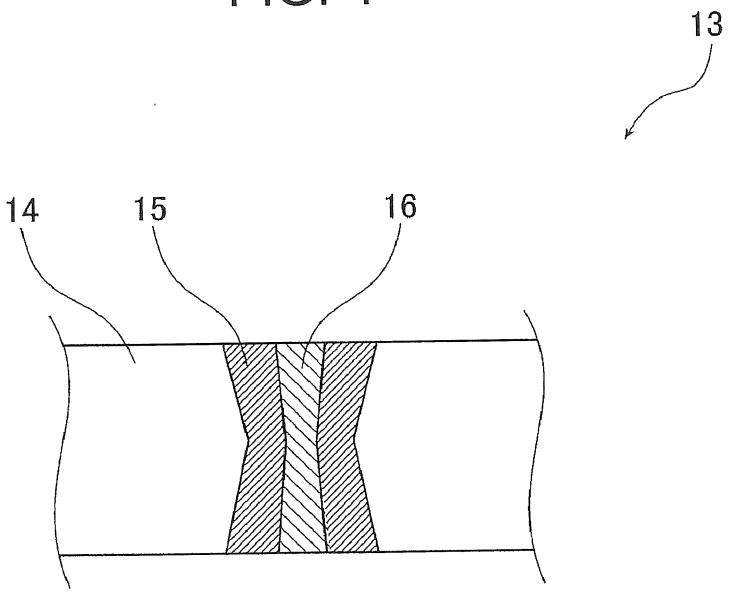


FIG. 5

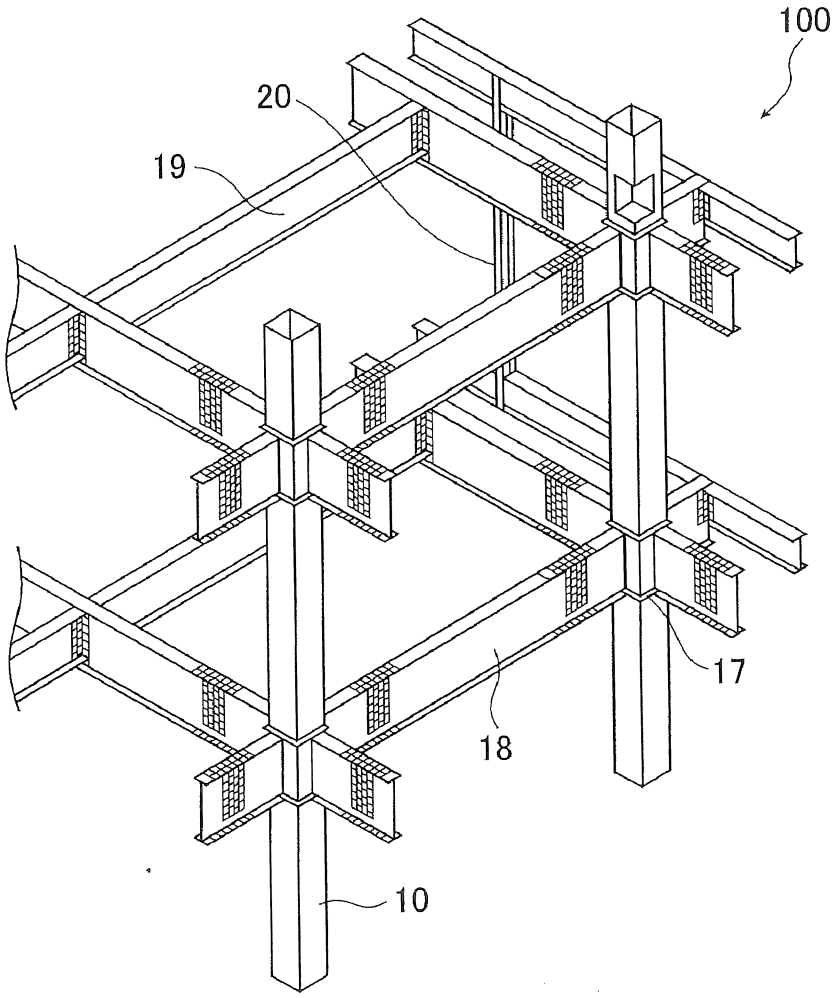


FIG. 6

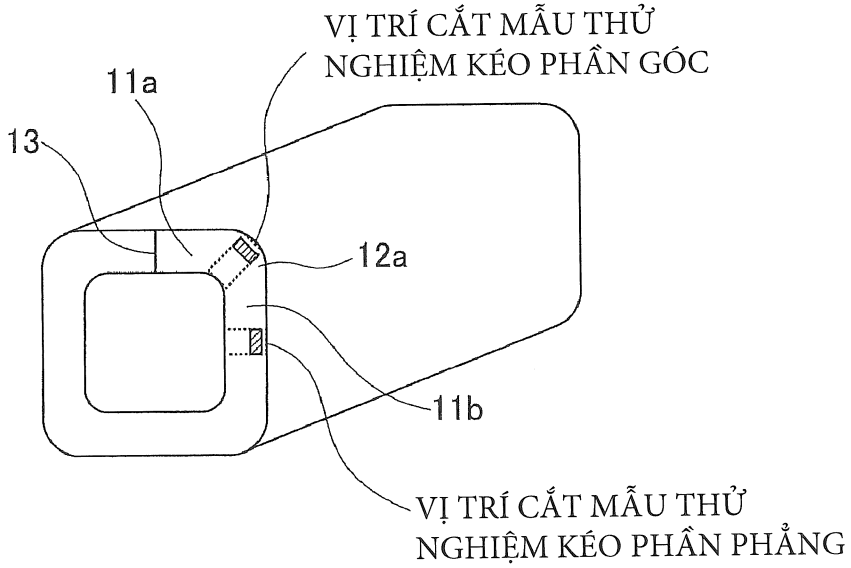

VỊ TRÍ CẮT MẪU THỬ
NGHIỆM KÉO PHẦN GÓC
11a
13
12a
11b
VỊ TRÍ CẮT MẪU THỬ
NGHIỆM KÉO PHẦN PHẲNG

FIG. 7

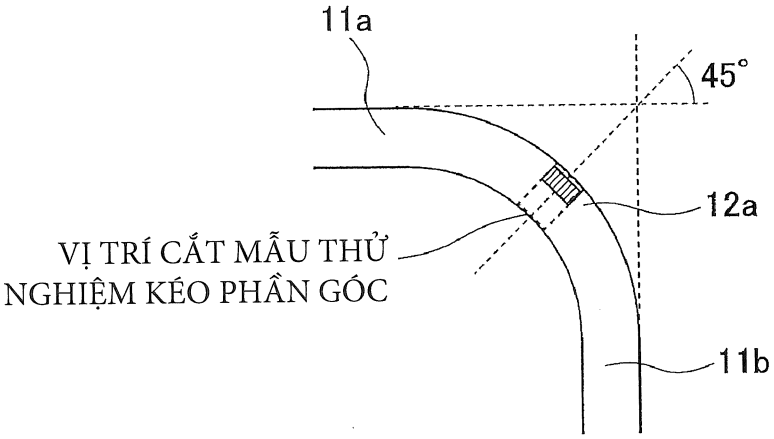

11a
45°
12a
VỊ TRÍ CẮT MẪU THỬ
NGHIỆM KÉO PHẦN GÓC
11b

FIG. 8

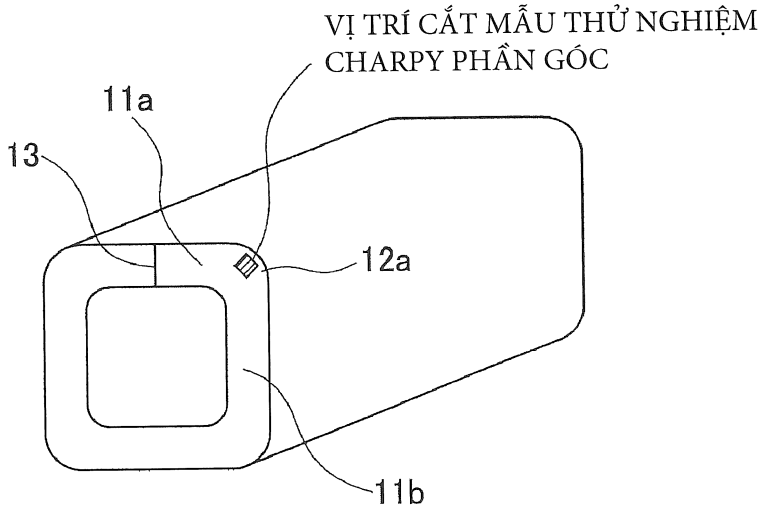
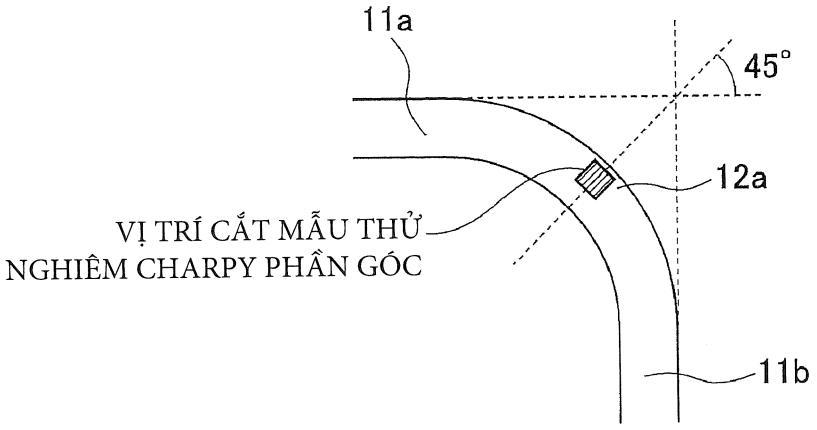

VỊ TRÍ CẮT MẪU THỬ NGHIỆM
CHARPY PHẦN GÓC
11a
13
12a
11b

FIG. 9


11a
45°
12a
VỊ TRÍ CẮT MẪU THỬ
NGHIÊM CHARPY PHẦN GÓC
11b

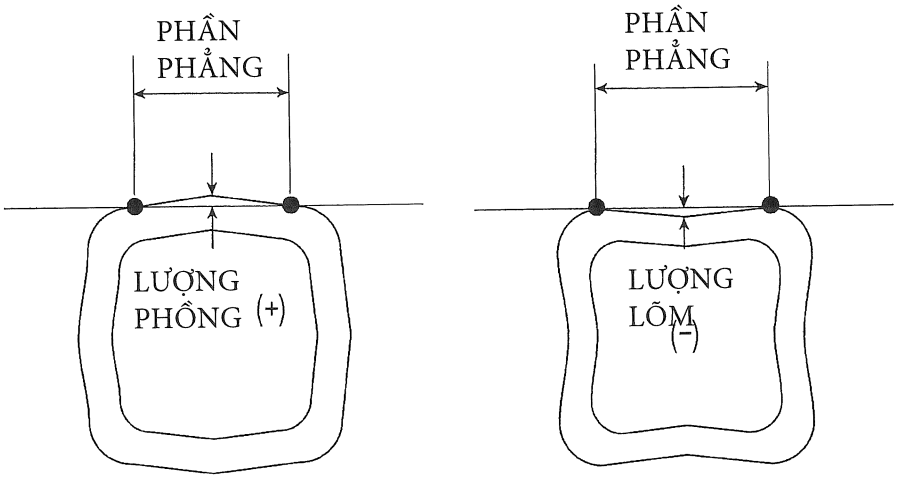



FIG. 10