



(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)



1-0028649

(51)⁷ B21D 22/00; C21D 9/46; C23C 2/28; (13) B
C22C 38/04; C23C 2/04; C21D 8/02;
C22C 38/02

(21) 1-2013-03420

(22) 26/04/2012

(86) PCT/JP2012/061238 26/04/2012

(87) WO 2012/147863 A1 01/11/2012

(30) 2011-100019 27/04/2011 JP

(45) 25/06/2021 399

(43) 25/02/2014 311A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

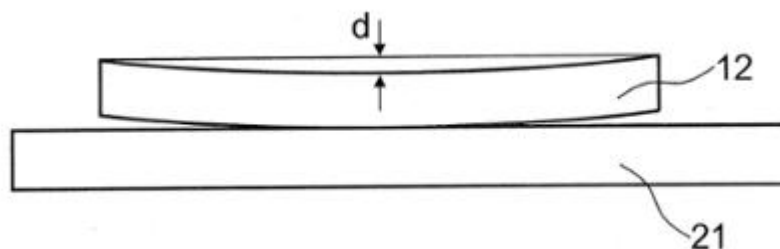
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan

(72) TANAHASHI Hiroyuki (JP); MAKI Jun (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP DÙNG ĐỂ CHẾ TẠO CHI TIẾT DẬP NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP
SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng chứa, dưới dạng thành phần hóa học, C từ 0,10 % khối lượng đến 0,35 % khối lượng; Si từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; Mn từ 0,3 % khối lượng đến 2,3 % khối lượng; Al từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; P được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,03 % khối lượng; S được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,02 % khối lượng; N được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng; lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép là nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 μm .



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng có thể được sử dụng theo ý muốn để dập nóng mà là phương pháp tạo hình để thu được chi tiết có độ bền cao; và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực ô tô, máy xây dựng, và các lĩnh vực tương tự, đã có các nghiên cứu sâu rộng để tìm ra cách làm giảm khối lượng sử dụng vật liệu độ bền cao. Ví dụ, trong lĩnh vực ô tô, lượng tấm thép độ bền cao được sử dụng đã gia tăng không ngừng đối với mục đích hạn chế sự gia tăng khối lượng của phương tiện vận tải, mà đòi hỏi đảm bảo độ an toàn va chạm và tạo ra độ bền cao, và cải thiện hiệu suất nhiên liệu để làm giảm sự phát thải cacbon dioxit.

Trong sự gia tăng lượng tấm thép độ bền cao được sử dụng như vậy, vấn đề đáng kể nhất là hiện tượng được gọi là “sự suy giảm khả năng cố định hình dạng” mà không thể tránh khỏi khi độ bền của tấm thép tăng lên. “Sự suy giảm khả năng cố định hình dạng” là để chỉ thuật ngữ chung cho hiện tượng trong đó lượng phản lực kiểu lò xo sau khi tạo hình tăng lên cùng với sự gia tăng độ bền; và do đó, khó có thể thu được hình dạng mong muốn. Để giải quyết vấn đề gây ra bởi hiện tượng này, quy trình (ví dụ, dập) mà là không cần thiết đối với vật liệu độ bền thấp (vật liệu có khả năng cố định hình dạng cao hơn hoặc không có vấn đề về khả năng cố định hình dạng) có thể được bổ sung, hoặc hình dạng của sản phẩm có thể bị thay đổi.

Như là một phương pháp giải quyết vấn đề nêu trên, phương pháp tạo hình nóng được gọi là dập nóng đã thu hút được sự chú ý. Trong phương pháp tạo hình nóng này, tấm thép (phôi gia công) được gia nhiệt tới nhiệt độ định trước (thông thường, nhiệt độ mà ở đó tấm thép ở pha astenit) để làm giảm độ bền (nghĩa là, để thúc đẩy việc tạo hình) và sau đó được tạo ra bằng khuôn dập ở nhiệt độ thấp hơn

(ví dụ, nhiệt độ phòng) so với nhiệt độ của phôi gia công. Với phương pháp tạo hình này, hình dạng có thể dễ dàng được tạo cho phôi gia công và xử lý làm mát nhanh (tôi) có thể được tiến hành sử dụng sự chênh lệch nhiệt độ giữa phôi gia công và khuôn dập. Do đó, độ bền của sản phẩm được tạo ra có thể được đảm bảo.

Liên quan đến tấm thép thích hợp để dập nóng và phương pháp tạo hình nó, một số kỹ thuật đã được báo cáo.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ tấm thép mà từ đó chi tiết có các đặc tính va đập và khả năng chống gãy được làm trỗi xuất sắc có thể thu được sau khi tạo hình nóng (tương ứng với dập nóng) bằng cách kiểm soát lượng những nguyên tố được chứa và mối tương quan giữa lượng những nguyên tố nằm trong các khoảng định trước.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp để thu được chi tiết có độ bền cao bằng cách kiểm soát lượng các nguyên tố được chứa và các mối tương quan giữa những lượng nguyên tố nằm trong các khoảng định trước như được mô tả trên đây; và gia nhiệt tấm thép trong môi trường nitơ hóa hoặc môi trường cacbon hóa trước khi tạo hình.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ các phương pháp để thu được sản phẩm ép nóng với năng suất cao bằng cách cụ thể hóa các thành phần hóa học và vi cấu trúc và giới hạn các điều kiện gia nhiệt và các điều kiện tạo hình.

Gần đây, việc sử dụng phương pháp dập nóng đã được ghi nhận rộng rãi, và việc ứng dụng phương pháp dập nóng này cũng đã được thảo luận đối với các chi tiết khác nhau. Các chi tiết này bao gồm, ví dụ, chi tiết dài chẳng hạn như trụ đỡ trung tâm của phương tiện.

Các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng một lượng nhỏ nhưng nhất định của hiện tượng vồng xuất hiện trong chi tiết dài này không giống với chi tiết ngắn mà độ vồng là không đáng kể.

Các tác giả sáng chế cho rằng lý do tại sao hiện tượng vồng xuất hiện là như sau: các điều kiện làm mát trong khi dập nóng bị lệch so với các điều kiện

đồng nhất lý tưởng do sự tăng về kích thước của chi tiết; và do đó, những biến dạng không đồng nhất được đưa vào chi tiết này.

Kết quả của nghiên cứu chi tiết về lý do cho sự không đồng nhất này, các tác giả sáng chế cho rằng tính không đồng nhất của các biến dạng có thể liên quan đến sự thay đổi nồng độ cacbon của tấm thép ngay trước khi dập nóng (ngay trước khi tạo hình sử dụng khuôn dập).

Kết quả của nghiên cứu tiếp theo, đã khám phá ra rằng, trong quy trình gia nhiệt ngay trước khi tạo hình, các hành vi hòa tan của sắt cacbua trong tấm thép là yếu tố cốt yếu để ngăn chặn sự không đồng nhất này.

Nhìn chung, tấm thép để dập nóng bao gồm pha ferit là pha sơ cấp, pearlit và tương tự là pha thứ cấp, và vi cấu trúc được cấu thành từ sắt cacbua. Trong tấm thép như vậy, cacbon, được tạo ra từ sắt cacbua trong quy trình gia nhiệt trước khi tạo hình, được hòa tan ở dạng rắn trong pha austenit, pha austenit này được tôi để được chuyển đổi thành pha martensit, và kết quả là, có thể thu được độ bền cao. Độ bền của pha martensit được tạo ra phụ thuộc nhiều vào các điều kiện làm mát và nồng độ của cacbon mà được hòa tan ở dạng rắn trong pha austenit. Do đó, có thể dễ dàng cho rằng phương pháp hòa tan đồng nhất sắt cacbua trong quy trình gia nhiệt có tác dụng mạnh đến các đặc tính cơ học của sản phẩm được tạo ra thu được trong quy trình sau đó.

Ngoài ra, kết quả của nghiên cứu chi tiết, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng tính đồng nhất của nồng độ cacbon trong pha austenit chịu ảnh hưởng lớn bởi không chỉ kích thước (kích thước trung bình) của sắt cacbua trước khi gia nhiệt mà còn bởi sự phân bố kích thước của chúng. Tuy nhiên, không có các ví dụ kiểm chứng đối với tấm thép để dập nóng từ quan điểm này.

Tài liệu sáng chế 1 đến 3 không mô tả về sự phân bố kích thước của cacbua.

Tài liệu sáng chế 1 và 2 đều không bộc lộ dưới điều kiện nào tấm thép cán nguội được tôi, cũng không nghiên cứu việc kiểm soát cacbua trong tấm thép.

Tài liệu sáng chế 3 không mô tả lịch sử quá trình gia nhiệt, mà là yếu tố quan trọng nhất để kiểm soát trạng thái của cacbua trong khi tôi tấm thép cán nguội, cũng không nghiên cứu việc kiểm soát cacbua.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ kỹ thuật trong đó tỷ lệ cầu hóa và các đường kính hạt trung bình của cacbua được kiểm soát để nằm trong khoảng định trước, nhờ đó thu được tấm thép có độ dẻo cục bộ và độ thấm tôi xuất sắc. Tuy nhiên, tài liệu sáng chế 4 không mô tả về sự phân bố kích thước của cacbua.

Ngoài ra, để thu được cấu trúc kim loại định trước, quy trình tôi cực kỳ đặc biệt là cần thiết, và việc sản xuất loại thiết bị tôi liên tục hoặc thiết bị phủ nhúng nóng liên tục thông thường là không được xem xét. Do đó, trong tài liệu sáng chế 4 này, các điều kiện tôi không được điều chỉnh để kiểm soát sự phân bố kích thước của cacbua.

Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ kỹ thuật mà trong đó các đường kính hạt trung bình của sắt cacbua được kiểm soát nằm trong khoảng định trước, nhờ đó thu được tấm thép có độ ổn định về độ bền cao hơn đối với các điều kiện xử lý nhiệt và đặc tính chống gãy mặt trễ cao hơn. Tuy nhiên, tài liệu sáng chế 5 không mô tả về sự phân bố kích thước của cacbua.

Tài liệu sáng chế 5 không bộc lộ lịch sử gia nhiệt cho đến khi nhiệt độ gia nhiệt cực đại, cũng không mô tả về việc kiểm soát sự phân bố kích thước của cacbua.

Tài liệu sáng chế 6 bộc lộ kỹ thuật mà trong đó các đường kính hạt trung bình của ferit và tỷ lệ của cacbua dạng cầu có kích thước định trước với tất cả các cacbua dạng cầu được kiểm soát để thu được tấm thép cacbon cao có đặc tính chống mài mòn cao. Tuy nhiên, tài liệu sáng chế 6 không mô tả về sự phân bố kích thước của cacbua.

Ngoài ra, để thu được tấm thép định trước, cần thiết rằng tấm thép cán nóng và tấm thép cán nguội được tôi nhiều lần trong khoảng thời gian dài. Ngoài ra, việc sản xuất trong loại thiết bị tôi liên tục hoặc thiết bị được phủ nhúng nóng liên tục thông thường là không được xem xét. Do đó, trong tài liệu sáng chế 6, các

điều kiện tôi không được điều chỉnh để kiểm soát sự phân bố kích thước của cacbua.

Tài liệu sáng chế 7 bộc lộ kỹ thuật mà trong đó các đường kính hạt trung bình của ferit và các đường kính hạt trung bình của cacbua được kiểm soát để thu được tấm thép cacbon cao hoặc trung bình có độ bền cao có đặc tính dễ đục lỗ xuất sắc. Tuy nhiên, tài liệu sáng chế 7 không mô tả về sự phân bố kích thước của cacbua.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 7 bộc lộ tấm thép cán nguội ở trạng thái được cán nguội; và tấm thép cán nguội mà được tôi dưới các điều kiện tôi nhiệt độ thấp nằm trong khoảng từ 350°C đến 700°C và thời gian dài từ 10 giờ đến 40 giờ. Ngoài ra, việc sản xuất loại thiết bị được tôi liên tục hoặc thiết bị được phủ nhúng nóng liên tục thông thường là không được tính đến. Do đó, trong tài liệu sáng chế 7, các điều kiện tôi không được điều chỉnh để kiểm soát sự phân bố kích thước của cacbua.

Kết quả của nghiên cứu này, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng sự phân bố kích thước của sắt cacbua có mối tương quan mật thiết với sự thay đổi về tốc độ tăng của nhiệt độ tấm thép trong khi tôi tấm thép cán nguội. Tuy nhiên, không có các ví dụ đánh giá phương pháp sản xuất tấm thép dùng để dập nóng từ quan điểm này.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2005-139485

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2005-200670

Tài liệu sáng chế 3: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2005-205477

Tài liệu sáng chế 4: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định,

công bố lần đầu số H11-80884

Tài liệu sáng chế 5: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2003-268489

Tài liệu sáng chế 6: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2006-274348

Tài liệu sáng chế 7: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần đầu số 2006-291236

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật được giải quyết bởi sáng chế

Xem xét các vấn đề được mô tả trên đây, sáng chế đề xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng trong đó sự phân bố kích thước của sắt cacbua trong tấm thép được kiểm soát để làm giảm độ võng mà dễ dàng xuất hiện khi chi tiết dài được sản xuất bằng phương pháp dập nóng; và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để giải quyết các vấn đề được mô tả trên đây, các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu sâu rộng. Kết quả là, đã khám phá ra rằng, khi sự phân bố các đường kính của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép là nằm trong khoảng định trước, độ võng của chi tiết được tạo hình có thể được hạn chế đáng kể theo cách có hiệu quả bất kể sự biến đổi của các điều kiện làm mát trong khi tạo hình. Ngoài ra, đã khám phá ra rằng tấm thép như vậy có thể thu được bằng cách kiểm soát các điều kiện khi tấm thép cán nguội được tôi để kết tinh lại, nhờ đó hoàn thành sáng chế sau khi thử nghiệm.

Bản chất của sáng chế là như sau

(1) Theo một khía cạnh của sáng chế, sáng chế đề xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng, tấm thép này chứa, dưới dạng thành phần hóa học, C từ 0,10 % khối lượng đến 0,35 % khối lượng; Si từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 %

khối lượng; Mn từ 0,3 % khối lượng đến 2,3 % khối lượng; Al từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; P được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,03 % khối lượng; S được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,02 % khối lượng; N được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 % khối lượng; và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí $1/4$ chiều dày của tấm thép là nhỏ hơn hoặc bằng $0,8 \mu\text{m}$.

(2) Trong tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo (1), thành phần hóa học có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Cr từ 0,01 % khối lượng đến 2,0 % khối lượng; Ti từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; Nb từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; B từ 0,0005 % khối lượng đến 0,01 % khối lượng; Mo từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; W từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; V từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; Cu từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; và Ni từ 0,01 % khối lượng đến 5,0 % khối lượng.

(3) Trong tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo (1) hoặc (2), lớp mạ Al có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng $50 \mu\text{m}$ có thể được tạo ra trên bề mặt.

(4) Trong tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo (1) hoặc (2), lớp mạ Zn có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng $30 \mu\text{m}$ có thể được tạo ra trên bề mặt.

(5) Trong tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo (1) hoặc (2), lớp hợp kim Zn-Fe có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng $45 \mu\text{m}$ có thể được tạo ra trên bề mặt.

(6) Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng, phương pháp này bao gồm các bước: tiến hành quy trình ủ kết tinh lại mà trong đó tấm thép cán nguội được gia nhiệt sao cho sự thay đổi d/dt ($\Delta T/\Delta t$; $^{\circ}\text{C}/\text{giây}^2$) về tốc độ tăng của nhiệt độ tấm thép từ 300°C tới nhiệt độ cao nhất S thỏa mãn biểu thức 1 dưới đây và sao cho nhiệt độ cao nhất S nằm trong khoảng từ 720°C đến 820°C , trong đó T là nhiệt độ

tấm thép ($^{\circ}\text{C}$), t là thời gian (giây), và $\Delta T/\Delta t$ là tốc độ tăng ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) của nhiệt độ tấm thép trong thời gian Δt (giây) trong quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại, và trong đó tấm thép cán nguội chứa, dưới dạng thành phần hóa học, C từ 0,10 % khối lượng đến 0,35 % khối lượng; Si từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; Mn từ 0,3 % khối lượng đến 2,3 % khối lượng; Al từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; P được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,03 % khối lượng; S được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,02 % khối lượng; N được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 % khối lượng; lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi.

$$-0,20 \leq d/dt (\Delta T/\Delta t) < 0$$

Biểu thức 1

(7) Trong phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo (6), thành phần hóa học có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Cr từ 0,01 % khối lượng đến 2,0 % khối lượng; Ti từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; Nb từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; B từ 0,0005 % khối lượng đến 0,01 % khối lượng; Mo từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; W từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; V từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng; Cu từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; và Ni từ 0,01 % khối lượng đến 5,0 % khối lượng.

(8) Trong phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo (6) hoặc (7), sự thay đổi $d/dt (\Delta T/\Delta t)$ có thể bằng hai lần hệ số của biến bậc hai khi nhiệt độ được đọc ở khoảng thời gian ngắn hơn hoặc bằng 10 giây từ lịch sử nhiệt độ trong quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại và sau đó đường cong gần đúng đa thức bậc hai được xác định sao cho hệ số xác định R^2 là lớn hơn hoặc bằng 0,99.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục (6) đến (8), trong đó sau quy trình ủ kết tinh lại, có thể còn bao gồm bước nhúng tấm thép cán nguội trong bể Al để tạo ra lớp mạ Al trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

(10) Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục (6) đến (8), trong đó sau quy trình ủ kết tinh lại, có thể còn bao gồm bước nhúng tấm thép cán nguội trong bể Zn để tạo ra lớp mạ Zn trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

(11) Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục (6) đến (8), trong đó sau quy trình ủ kết tinh lại, có thể còn bao gồm bước nhúng tấm thép cán nguội trong bể Zn để tạo ra lớp mạ Zn trên bề mặt của tấm thép cán nguội; và gia nhiệt tấm thép cán nguội đến thấp hơn hoặc bằng 600°C để tạo ra lớp hợp kim Zn-Fe trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

Hiệu quả của sáng chế

Với tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo khía cạnh này, độ vồng của sản phẩm có dạng dài mà được tạo ra trong loại thiết bị dập nóng đã được biết đến rộng rãi là cực kỳ nhỏ. Do đó, khi sản phẩm được tạo ra này được nối với chi tiết khác, khả năng lỗi là thấp. Vì lý do được mô tả trên đây, tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo khía cạnh này có hiệu quả làm tăng khoảng ứng dụng (chi tiết) dập nóng.

Ngoài ra, với tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo mục (3) đến (5), lớp mạ Al, lớp mạ Zn, và lớp hợp kim Zn-Fe mà có các khuyết tật nhỏ chẳng hạn như mài mòn, tróc vảy, và nứt sau khi dập nóng có thể thu được. Do đó, trong trường hợp này, khả năng chống ăn mòn và chất lượng bề mặt của tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng có thể được cải thiện hơn nữa.

Ngoài ra, trong phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo khía cạnh này, thiết bị sản xuất hiện có có thể được sử dụng. Ngoài ra, ngay cả khi sản phẩm tạo ra dạng dài được sản xuất bằng phương pháp dập nóng, tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng có khả năng làm giảm đáng kể hiện tượng vồng có thể được tạo ra.

Ngoài ra, trong phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết

dập nóng theo mục (9) đến (11), khả năng chống ăn mòn và chất lượng bề mặt của tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng có thể được cải thiện hơn nữa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình vẽ phối cảnh thể hiện phôi (tấm thép) trước khi được tạo hình thành thép định hình sử dụng phương pháp dập nóng.

Fig.1B là hình vẽ phối cảnh thể hiện thép định hình sau khi tạo hình sử dụng phương pháp dập nóng.

Fig.2 là hình chiếu cạnh thể hiện phương pháp đo độ võng của chi tiết dài.

Fig.3 là hình vẽ phối cảnh thể hiện phương pháp dập phôi (tấm thép) thành tấm sử dụng phương pháp dập nóng.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa độ lệch tiêu chuẩn về các kích thước của sắt cacbua và độ võng khi các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng là nhiệt độ bằng 900°C và thời gian là 1 phút trong ví dụ 1.

Fig.5 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa độ lệch tiêu chuẩn về các kích thước của sắt cacbua và độ võng khi các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng là nhiệt độ bằng 900°C và thời gian là 10 phút trong ví dụ 1.

Fig.6 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa d/dt ($\Delta T/\Delta t$) và độ lệch tiêu chuẩn về các kích thước của sắt cacbua trong ví dụ 1.

Fig.7 là đồ thị thể hiện lịch sử nhiệt độ của tấm thép từ khi bắt đầu gia nhiệt tới nhiệt độ cao nhất trong các ví dụ 3, 4, và 5.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các tác giả sáng chế tạo ra chi tiết dập nóng sử dụng tấm thép chứa C: 0,22 % khối lượng, Si: 0,3 % khối lượng, và Mn: 1,2 % khối lượng, và đã tiến hành nghiên cứu đánh giá các tính chất của nó. Các tác giả sáng chế đã đánh giá các điều kiện võng một cách chi tiết cụ thể khi tính đến tác dụng với chi tiết dài. Trong khi đánh giá, đã khám phá ra rằng, ngay cả khi các tấm thép về cơ bản có các thành phần hóa học giống nhau và độ bền kéo được dập nóng dưới cùng các

điều kiện, có sự khác nhau giữa kích thước vồng của các sản phẩm được tạo ra. Do đó, kết quả của đánh giá chi tiết liên quan đến lý do tại sao có sự khác nhau về kích thước vồng giữa tấm thép, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng: (i) có sự khác nhau giữa những sự biến đổi về độ cứng của các phần gần với các bề mặt của các sản phẩm được tạo ra khi so sánh các tấm thép với nhau; (ii) sự khác nhau này gây ra do sự phân bố kích thước của sắt cacbua trong phần gần với bề mặt của tấm thép trước khi dập nóng; và (iii) để thu được sự phân bố kích thước mong muốn của sắt cacbua, tốt hơn nếu các điều kiện ủ kết tinh lại của tấm thép cán nguội được kiểm soát nằm trong khoảng định trước.

Mặc dù các chi tiết về chúng sẽ được mô tả trong các ví dụ, các tác giả sáng chế đã tìm ra bằng thực nghiệm rằng sự phân bố kích thước thích hợp của sắt cacbua và các điều kiện tôi thích hợp dựa trên các kết quả thực nghiệm này, nhờ đó hoàn thành sáng chế.

Dưới đây, tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng (tấm thép) theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Đầu tiên, các thành phần hóa học của tấm thép sẽ được mô tả. Dưới đây, “%” của mỗi thành phần hóa học là “% khối lượng”.

C: 0,10% đến 0,35%

C là nguyên tố quan trọng nhất từ quan điểm làm tăng độ bền của tấm thép sử dụng phương pháp dập nóng. Để thu được độ bền ít nhất xấp xỉ 1200 MPa sau khi dập nóng, hàm lượng C trong tấm thép được kiểm soát tới lớn hơn hoặc bằng 0,10%. Mặt khác, khi hàm lượng C trong tấm thép là lớn hơn 0,35%, có sự lo ngại về việc suy giảm độ dai. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng C được thiết lập tới 0,35%. Để cải thiện hơn nữa độ dai, hàm lượng C tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,32% và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%.

Si: 0,01% đến 1,0%

Si là nguyên tố làm tăng độ hòa tan, và Si từ 0,01% đến 1,0% có thể được sử dụng một cách hiệu quả dùng làm nguyên tố làm tăng độ hòa tan. Tuy nhiên,

khi hàm lượng Si trong tấm thép là lớn hơn 1,0%, có lo ngại rằng các khuyết tật có thể sinh ra trong khi chuyển hóa hóa học lớp phủ hoặc lớp phủ sau khi đập nóng. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Si được thiết lập tới 1,0%. Giới hạn dưới của hàm lượng Si là không bị giới hạn cụ thể, và hiệu quả của việc kiểm soát sắt cacbua có thể thu được mà không liên quan đến giới hạn dưới này. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si giảm hơn mức cần thiết, lượng tải thép luyện tăng lên. Do đó, hàm lượng Si được kiểm soát tới lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Giới hạn dưới của hàm lượng Si là giá trị tham chiếu của Si mà được chứa trong thép do sự khử oxy. Để tiến hành quy trình xử lý bề mặt ổn định hơn, hàm lượng Si tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,9% và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%.

Mn: 0,3% đến 2,3%

Giống Si, Mn có vai trò làm nguyên tố làm tăng độ hòa tan và cũng là nguyên tố hữu ích làm tăng độ thấm tôi của tấm thép. Để dễ dàng thu được các tác dụng cải thiện độ bền và độ thấm tôi, hàm lượng Mn trong tấm thép được kiểm soát tới lớn hơn hoặc bằng 0,3%. Tuy nhiên, khi hàm lượng Mn trong tấm thép là lớn hơn 2,3%, các hiệu quả thu được là bão hòa. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Mn được thiết lập tới 2,3%. Để làm tăng hơn nữa độ bền, hàm lượng Mn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,5% và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1,0%.

P: nhỏ hơn hoặc bằng 0,03% , S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,02%

Cả hai nguyên tố là các tạp chất và có tác dụng bất lợi đến khả năng dễ gia công nóng. Do đó P được giới hạn tới giá trị nhỏ hơn hoặc bằng 0,03%, và S được giới hạn tới giá trị nhỏ hơn hoặc bằng 0,02%.

Al: 0,01% đến 0,5%

Vì Al được ưu tiên dùng làm nguyên tố khử oxy, hàm lượng Al trong tấm thép có thể lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Tuy nhiên, khi lượng lớn Al được chứa trong thép này, các oxit thô được tạo ra và do đó, các đặc tính cơ học của tấm thép suy giảm. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Al được thiết lập tới 0,5%.

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%

Vì N dễ dàng liên kết với Ti và B, hàm lượng N được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% sao cho các hiệu quả mong muốn của Ti và B không bị suy giảm. Để làm tăng độ dai, tốt hơn nếu, hàm lượng N là nhỏ, ví dụ, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,01%. Khi hàm lượng N giảm hơn mức cần thiết, lượng tải lớn được sử dụng cho quy trình luyện thép. Do đó, giá trị tham chiếu của giới hạn dưới của hàm lượng N có thể được thiết lập ở 0,0010%.

Các nguyên tố hóa học được mô tả trên đây là các thành phần cơ bản (các nguyên tố cơ bản) của thép theo phương án này. Thành phần hóa học mà trong đó các nguyên tố cơ bản được kiểm soát (được chứa hoặc được giới hạn); và lượng cân bằng của nó là sắt và các tạp chất không tránh khỏi, là thành phần cơ bản theo phương án này. Tuy nhiên, ngoài các thành phần cơ bản này (thay vì phần Fe của thành phần cân bằng), thép theo phương án này tùy ý còn có thể chứa các nguyên tố hóa học sau (các nguyên tố tùy ý). Ngay cả khi các nguyên tố tùy ý này là khó tránh khỏi (ví dụ, hàm lượng của mỗi nguyên tố tùy ý nhỏ hơn giới hạn dưới) được kết hợp vào trong sắt, các hiệu quả thu được của phương án này không bị suy giảm.

Nghĩa là, một cách tùy ý, thép theo phương án này có thể còn chứa một hoặc nhiều các nguyên tố tùy ý được chọn từ nhóm bao gồm Cr, Ti, Nb, B, Mo, W, V, Cu, và Ni. Để làm giảm chi phí hợp kim, không cần thiết rằng các nguyên tố tùy ý cần thiết phải bổ sung vào thép, và tất cả các giới hạn dưới của các thành phần Cr, Ti, Nb, B, Mo, W, V, Cu, và Ni là 0%.

Cr: 0,01% đến 2,0%

Cr là nguyên tố có tác dụng làm tăng độ thấm tôi và do đó được sử dụng một cách phù hợp. Để dễ dàng thu được tác dụng này, hàm lượng Cr được kiểm soát tới lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Mặt khác, ngay cả khi Cr có hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 2,0% được bổ sung vào thép, tác dụng này là bão hòa. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Cr được thiết lập tới 2,0%.

Ti: 0,001% đến 0,5%

Ti dùng để đem lại một cách ổn định tác dụng của B (được mô tả dưới

đây) thông qua sự hình thành nitrua và do đó là nguyên tố hữu ích. Để dễ dàng thu được tác dụng này, hàm lượng Ti tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,001%. Mặt khác, khi Ti được bổ sung quá nhiều vào thép, các nitrua được tạo ra quá nhiều, và các đặc tính dai và bề mặt trượt bị suy giảm. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Ti được thiết lập ở 0,5%.

Nb: 0,001% đến 0,5%

Nb tạo ra các cacbonitrua, làm tăng độ bền của thép, do đó là nguyên tố hữu ích. Để thu được đảm bảo hiệu quả làm tăng độ bền, hàm lượng Nb trong tấm thép tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,001%. Tuy nhiên, khi Nb có hàm lượng lớn hơn 0,5% được chứa trong thép này, có mối lo ngại rằng khả năng kiểm soát quy trình cán nóng có thể suy giảm. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Nb được thiết lập ở 0,5%.

B: 0,0005% đến 0,01%

B là nguyên tố làm tăng độ thấm tôi. Khi hàm lượng B trong tấm thép là lớn hơn hoặc bằng 0,0005%, hiệu quả làm tăng độ thấm tôi có thể thu được đảm bảo. Mặt khác, việc bổ sung B quá nhiều dẫn đến làm suy giảm khả năng gia công nóng và suy giảm tính dẻo. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng B được thiết lập ở 0,01%.

Mo: 0,01% đến 1,0%, W: 0,01% đến 0,5%, V: 0,01% đến 0,5%

Các nguyên tố này là các nguyên tố có tác dụng làm tăng độ thấm tôi và do đó có thể được sử dụng một cách thích hợp. Để đảm bảo thu được tác dụng này, hàm lượng của mỗi nguyên tố được kiểm soát lớn hơn hoặc bằng 0,01%. Mặt khác, vì Mo, W, và V là các nguyên tố đắt tiền, tốt hơn là hàm lượng mà tại đó tác dụng là bão hòa được thiết lập làm giới hạn trên. Tốt hơn là giới hạn trên của hàm lượng Mo là 1,0%; và các giới hạn trên của hàm lượng W và hàm lượng V là 0,5%.

Cu: 0,01% đến 1,0%

Cu có tác dụng làm tăng độ bền của tấm thép bằng cách bổ sung Cu có

hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 0,01% vào thép. Mặt khác, vì việc bổ sung Cu quá nhiều sẽ dẫn đến sự suy giảm chất lượng bề mặt của tấm thép cán nóng, giới hạn trên của hàm lượng Cu được thiết lập tới 1,0%. Do đó, hàm lượng Cu có thể là 0,01% đến 1,0%.

Ni: 0,01% đến 5,0%

Ni có tác dụng làm tăng độ thấm tôi và do đó là nguyên tố hữu ích. Khi hàm lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 0,01%, tác dụng này là dễ dàng thu được. Mặt khác, vì Ni là nguyên tố đắt tiền, giới hạn trên của hàm lượng Ni được thiết lập tới 5,0% mà ở đó tác dụng này là bão hòa. Do đó, hàm lượng Ni có thể là 0,01% đến 5,0%. Ngoài ra, vì Ni dùng để làm hạn chế sự suy giảm chất lượng bề mặt của tấm thép cán nóng do Cu gây ra, tốt hơn nếu, Ni được chứa cùng với Cu.

Trong phương án này, thành phần mà khác các thành phần được mô tả trên đây là Fe. Các tạp chất không tránh khỏi mà có lẫn trong nguyên liệu thô hòa tan chẳng hạn như phế liệu, vật liệu chịu lửa, và các vật liệu tương tự là được phép như thành phần khác các thành phần được mô tả trên đây.

Như được mô tả trên đây, tấm thép theo phương án này có thành phần hóa học mà bao gồm các nguyên tố cơ bản được mô tả trên đây và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi; hoặc thành phần hóa học mà bao gồm các nguyên tố cơ bản được mô tả trên đây, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm các nguyên tố tùy ý được mô tả trên đây, và lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi.

Độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua được bao gồm trong vùng từ bề mặt đến vị trí 1/4 chiều dày: nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 μm

Sự phân bố kích thước của sắt cacbua là yếu tố quan trọng nhất trong phương án này.

Theo nghiên cứu được tiến hành bởi các tác giả sáng chế, đã khám phá ra rằng kích thước võng, mà được quan sát trong chi tiết dài được tạo ra sử dụng phương pháp dập nóng, phụ thuộc nhiều vào sự biến đổi về độ cứng của phần gần

với mặt phẳng của tấm thép; và sự biến đổi về hàm lượng cacbon trước khi dập nóng. Ngoài ra, đã khám phá ra rằng, khi các kích thước của sắt cacbua là đồng nhất, sự biến đổi hàm lượng cacbon có thể giảm.

Độ đồng nhất về kích thước của sắt cacbua càng cao, thì độ đồng nhất của các trạng thái hòa tan của sắt cacbua trong quy trình gia nhiệt trước khi dập nóng càng cao. Do đó, nồng độ cacbon đồng nhất trong pha austenit được tạo ra dễ dàng hơn. Kết quả là, sự biến đổi về độ cứng được giảm, và độ võng của chi tiết cũng được cho là giảm.

Mối tương quan giữa kích thước độ võng và sự biến đổi về độ cứng là không hoàn toàn rõ ràng. Tuy nhiên, được coi là, mối tương quan này được cho là có mối tương quan với cơ chế sau đây. Đó là, trong số các yếu tố kiểm soát (độ siêu bão hòa của cacbon, mật độ biến vị, độ tinh luyện của đơn vị cấu trúc (ví dụ, lati hoặc khối), và trạng thái của sắt cacbua kết tủa) độ cứng của pha martensit tạo ra được bằng cách tôi, cụ thể khi có sự biến đổi về mật độ biến vị của phần gần với mặt phẳng của chi tiết, ứng suất dư không đồng đều dễ dàng được tạo ra trong chi tiết này. Trong trường hợp này, khi ứng suất dư không đồng đều được chủ đích giải phóng sau khi tháo chi tiết ra khỏi khuôn dập nóng, hiện tượng võng xuất hiện.

Độ võng của sản phẩm được tạo ra mà được tạo hình sử dụng phương pháp dập nóng được xác định như sau.

Đó là, với phương pháp được mô tả dưới dạng sơ đồ trong các Fig.1A và Fig.1B, phôi 11 được tạo hình thành thép định hình 12, và thép định hình 12 này được tách ra khỏi khuôn. Sau đó, như được thể hiện trong Fig.2, thép định hình 12 được tạo ra để đứng trên bề mặt tấm 21. Khi thép định hình 12 này được nhìn từ chiều rộng (trong hình chiếu cạnh), khoảng cách d (mm) từ đường nối hai đầu của thép định hình 12 theo chiều dọc tới trung tâm của thép định hình 12 theo chiều dọc được xác định làm độ võng của thép định hình 12.

Trong trường hợp này, liên quan đến kích thước của tấm thép (phôi) 11 trước khi dập nóng, độ rộng W bằng 170 mm và độ dài L bằng 1000 mm. Từ tấm

thép 11, thép định hình đều 12 với để có kích thước xấp xỉ 70 mm được thu. Khi độ võng d nhỏ hơn hoặc bằng 5 mm, được đánh giá là độ võng được hạn chế.

Sản phẩm tạo hình được mô tả trên đây (thép định hình 12) chỉ đơn thuần là ví dụ về sản phẩm được tạo hình mà được tạo ra để đánh giá độ võng d khi tấm thép theo phương án này được tạo ra. Tấm thép theo phương án này có thể được áp dụng cho nhiều hình dạng khác nhau của sản phẩm được tạo ra trong các điều kiện dập nóng khác nhau.

Độ võng của sản phẩm được tạo ra giảm khi độ dài của sản phẩm được tạo hình ngắn hơn 1000 mm hoặc khi độ rộng của sản phẩm được tạo hình dài hơn 170 mm. Khi tấm thép theo phương án này được sử dụng cho sản phẩm được tạo hình này, hiệu quả hạn chế hơn nữa độ võng d của sản phẩm được tạo hình là có thể thu được.

Trong phương án này, độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua, mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí $1/4$ chiều dày (vị trí mà cách từ bề mặt của tấm thép khoảng $1/4$ chiều dày theo chiều dày) của tấm thép, được kiểm soát nhỏ hơn hoặc bằng $0,8\text{ }\mu\text{m}$. Khi độ lệch tiêu chuẩn này lớn hơn $0,8\text{ }\mu\text{m}$, độ lệch d của sản phẩm được tạo ra là lớn hơn 5 mm, và đã xác định được rằng độ võng là nằm ngoài khoảng cho phép.

Sự phân bố kích thước của sắt cacbua được đo như sau.

Đó là, đầu tiên, phần song song với chiều cán của tấm thép (phần bao gồm chiều xuyên qua chiều dày) được đánh bóng và được xử lý một cách thích hợp bằng chất khắc ăn mòn nổi cacbua (ví dụ, chất ăn mòn picral). Sau đó, sử dụng kính hiển vi quét điện tử, khoảng của phần này từ bề mặt tới vị trí $1/4$ chiều dày của tấm thép tiếp tục được quan sát ở độ phóng đại 5000 lần. Trường kính hiển vi được mở rộng cho tới khi số lượng sắt cacbua đo được ít nhất là 600. Đối với kích thước (đường kính) của sắt cacbua, kích thước trung bình của cạnh dài nhất và cạnh ngắn nhất của sắt cacbua được sử dụng. Dựa trên dữ liệu về sắt cacbua thu được, độ lệch tiêu chuẩn được tính. Để tính độ lệch tiêu chuẩn, phần mềm thống kê có sẵn trên thị trường có thể được sử dụng. Với phương pháp đo này, sắt

cacbua có kích thước xấp xỉ lớn hơn hoặc bằng $0,1\text{ }\mu\text{m}$ được đo. Theo đó, kích thước trung bình của sắt cacbua có thể lớn hơn hoặc bằng $0,5\text{ }\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn hoặc bằng $1\text{ }\mu\text{m}$. Khi độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua nhỏ hơn hoặc bằng $0,8\text{ }\mu\text{m}$, kích thước trung bình của sắt cacbua là không bị giới hạn cụ thể, nhưng có thể là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng $5\text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $3\text{ }\mu\text{m}$.

Độ dày (độ dày lớp mạ) của lớp mạ Al, lớp mạ Zn, và lớp hợp kim Zn-Fe không có ảnh hưởng đến độ võng của thành phần sau khi dập nóng. Tuy nhiên, khi độ dày này là lớn quá mức, có lo ngại rằng chúng có thể có tác động đến khả năng tạo hình. Như được mô tả dưới đây trong các ví dụ, khi độ dày của lớp mạ Al là lớn hơn $50\text{ }\mu\text{m}$, sự mài mòn xuất hiện; khi độ dày của lớp mạ Zn là lớn hơn $30\text{ }\mu\text{m}$, Zn thường bám dính vào khuôn; và khi độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe là lớn hơn $45\text{ }\mu\text{m}$, các vết nứt được quan sát thấy trên nhiều phần của lớp hợp kim. Trong phương pháp này, khi độ dày của mỗi lớp là lớn quá mức, năng suất sản xuất suy giảm. Do đó, về độ dày của các lớp này, độ dày của lớp mạ Al có thể được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng $50\text{ }\mu\text{m}$, độ dày của lớp mạ Zn có thể được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng $30\text{ }\mu\text{m}$, và độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe có thể được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng $45\text{ }\mu\text{m}$.

Khi các lớp này mỏng, không có vấn đề liên quan đến khả năng tạo hình. Tuy nhiên, từ quan điểm về đặc tính chống ăn mòn mà là mục đích của việc tạo ra các lớp này, giới hạn dưới của độ dày của mỗi lớp có thể được thiết lập như sau. Đó là, độ dày của lớp mạ Al tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $5\text{ }\mu\text{m}$ và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $10\text{ }\mu\text{m}$. Ngoài ra, độ dày của lớp mạ Zn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $5\text{ }\mu\text{m}$ và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $10\text{ }\mu\text{m}$. Độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $10\text{ }\mu\text{m}$ và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $15\text{ }\mu\text{m}$.

Trong tấm thép có bề mặt mà trên đó một trong các lớp mạ Al, lớp mạ Zn, và lớp hợp kim Zn-Fe được tạo ra, “bề mặt” được xác định như sau.

Đầu tiên, lớp mạ Al của tấm thép theo phương án này bao gồm hai lớp của lớp ngoài mà chứa Al dưới dạng thành phần chính; và lớp bên trong (lớp bên của tấm thép) mà được xem là tạo ra được bằng phản ứng của Al và Fe. Biên giữa lớp bên trong này và tấm thép (tấm thép được mạ) được xác định là bề mặt của tấm thép.

Tiếp theo, lớp mạ Zn của tấm thép theo phương án này bao gồm hai lớp của lớp ngoài mà chứa Zn là thành phần chính; và lớp bên trong (lớp bên của tấm thép) mà được tạo ra bằng phản ứng của Fe và lượng nhỏ của Al được bổ sung vào bề Zn. Biên giữa lớp bên trong này và tấm thép (tấm thép được mạ) được xác định là bề mặt của tấm thép.

Ngoài ra, lớp hợp kim Zn-Fe của tấm thép theo phương án này bao gồm nhiều lớp hợp kim mà chứa Zn và Fe. Biên giữa lớp bên trong cùng (lớp bên của tấm thép) trong số các lớp hợp kim này và tấm thép (tấm thép được mạ) được xác định là bề mặt của tấm thép.

Cuối cùng, phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Trong phương pháp sản xuất tấm thép theo phương án này, bước luyện thép, đúc, cán nóng, và cán nguội được tiến hành bằng phương pháp thông thường, nhờ đó thu được tấm thép cán nguội. Trong quy trình luyện thép, các thành phần hóa học của thép được kiểm soát sao cho thỏa mãn thành phần hóa học theo phương án được mô tả trên đây, và thép thu được được sử dụng làm phiến để đúc liên tục. Bước cán nóng phiến (thép) thu được bắt đầu, ví dụ, ở nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn hoặc bằng 1300°C (ví dụ, từ 1000°C đến 1300°C) và kết thúc ở khoảng 900°C (ví dụ, từ 850°C đến 950°C). Nhiệt độ ủ có thể được thiết lập ở khoảng 600°C (ví dụ, từ 450°C đến 800°C). Bước làm giảm kích thước bằng cán nóng có thể được thiết lập từ 60% đến 90%. Tấm thép cán nóng (thép) thu được sau khi cuộn được cán nguội thông qua quy trình tẩy. Bước làm giảm kích thước bằng cách cán nguội có thể được thiết lập từ 30% đến 90%.

Bước tôi để kết tinh lại tấm thép cán nguội tạo ra trên đây là bước cực kỳ

quan trọng. Sử dụng thiết bị tôi liên tục, bước tôi được tiến hành sao cho sự thay đổi d/dt ($\Delta T/\Delta t$) về tốc độ tăng nhiệt độ tấm thép (nhiệt độ của tấm) từ 300°C tới nhiệt độ cao nhất S ($^{\circ}\text{C}$) thỏa mãn biểu thức 1 dưới đây và sao cho nhiệt độ cao nhất S nằm trong khoảng từ 720°C đến 820°C .

$$-0,2 \leq d/dt (\Delta T/\Delta t) < 0$$

Biểu thức 1

Trong biểu thức này, T là nhiệt độ tấm thép ($^{\circ}\text{C}$), t là thời gian (giây), $\Delta T/\Delta t$ là độ biến đổi ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) về nhiệt độ của nhiệt độ tấm thép trong thời gian Δt (giây) trong quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại, và d/dt ($\Delta T/\Delta t$) là sự thay đổi ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}^2$) về tốc độ tăng nhiệt độ tấm thép từ 300°C tới nhiệt độ cao nhất S . Tiêu chuẩn dựa trên thời điểm t bằng 0 (không) là không bị giới hạn cụ thể và, ví dụ, có thể là thời gian khi thời điểm bắt đầu gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại hoặc thời gian khi nhiệt độ đạt đến 300°C do quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại.

Các điều kiện này được xác định dựa trên các kết quả thực nghiệm được mô tả dưới đây trong các ví dụ.

Nhiệt độ tấm thép trong khi tôi được đo sử dụng nhiệt kế bức xạ được bố trí trong thiết bị tôi từ trước hoặc cặp nhiệt kế được bố trí trên tấm thép. Lịch sử nhiệt độ của tấm thép thu được như trên được thể hiện dưới dạng hàm bậc hai về thời gian, và đạo hàm bậc hai của hàm bậc hai này được xác định dưới dạng d/dt ($\Delta T/\Delta t$). Hàm bậc hai này thu được bằng phương pháp mà trong đó nhiệt độ tấm thép được đọc ở khoảng thời gian ngắn (ngắn hơn hoặc bằng 10 giây, hoặc tốt hơn là ngắn hơn hoặc bằng 5 giây) từ lịch sử nhiệt độ được mô tả trên đây để tạo ra tập dữ liệu (t, T); là đồ thị được tạo ra từ tập dữ liệu này sử dụng (một lần nữa) phần mềm bảng tính có sẵn trên thị trường; và đồ thị này được làm gần đúng bằng đa thức bậc hai.

Khi tấm thép cán nguội được tôi để kết tinh lại dưới những điều kiện này, tấm thép trong đó độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí $1/4$ chiều dày của tấm thép nhỏ hơn hoặc bằng

0,8 μm được thu. Tuy nhiên, lý do cho điều này là không rõ ràng. Ví dụ, trong quy trình tôi trong đó tốc độ tăng của nhiệt độ tấm thép được giảm từ từ, được cho là sự tiến triển của quy trình kết tinh lại và hòa tan sắt cacbua ban đầu được làm cân bằng tốt; và do đó, tính đồng đều của sự phân bố sắt cacbua trong tấm thép được tôi được tăng.

Các điều kiện gia nhiệt từ nhiệt độ phòng tới 300°C là không bị giới hạn cụ thể.

Sau khi nhiệt độ tấm thép đạt đến nhiệt độ S, tấm thép có thể được duy trì ở nhiệt độ S trong khoảng thời gian ngắn, hoặc ngay lập tức có thể được tiến hành quy trình làm mát. Khi tấm thép được duy trì ở nhiệt độ S, thời gian duy trì tốt hơn là ngắn hơn hoặc bằng 180 giây, và tốt hơn nữa là ngắn hơn hoặc bằng 120 giây từ quan điểm hạn chế sự tăng trưởng của hạt.

Tốc độ làm mát từ nhiệt độ S là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là việc làm mát nhanh chóng trong đó tốc độ làm mát trung bình là cao hơn hoặc bằng 30 °C/giây được tránh. Hầu hết các tấm thép để dập nóng được tạo ra để dập nóng sau khi được cắt thành hình dạng định trước. Do đó, khi việc làm mát nhanh chóng được tiến hành sau khi tôi, lượng cắt tăng lên và do đó, có mối lo ngại rằng hiệu quả sản xuất có thể giảm.

Tấm thép có thể được làm mát tới nhiệt độ phòng sau khi tôi, hoặc có thể được nhúng trong bể Al nóng chảy trong khi được làm mát để tạo ra lớp mạ Al trên bề mặt của tấm thép.

Bể Al nóng chảy có thể chứa 0,1% đến 20% Si.

Si được chứa trong lớp mạ Al có tác dụng lên phản ứng của Al và Fe mà được gây ra trước khi dập nóng và trong khi gia nhiệt. Phản ứng quá mức có thể ảnh hưởng đến việc tạo hình bằng cách ép của lớp mạ. Mặt khác, việc ức chế quá mức phản ứng có thể dẫn đến việc Al bám trên khuôn ép. Để tránh các vấn đề này, hàm lượng Si trong lớp mạ Al tốt hơn là từ 1% đến 15%, và tốt hơn nữa là từ 3% đến 12%.

Ngoài ra, trong khi làm mát và sau khi tôi, tấm thép có thể được nhúng trong bể Zn nóng chảy để tạo ra lớp mạ Zn trên bề mặt của tấm thép.

Ngoài ra, tấm thép có thể được nhúng trong bể Zn nóng chảy để tạo ra lớp mạ Zn trên bề mặt của tấm thép, và tấm thép mà trên đó lớp mạ Zn được tạo ra có thể được gia nhiệt đến thấp hơn hoặc bằng 600°C để tạo ra lớp hợp kim Zn-Fe trên bề mặt của tấm thép. Giới hạn dưới của nhiệt độ tạo hợp kim là không bị giới hạn cụ thể, và có thể bằng, ví dụ, 450°C .

Bể Zn nóng chảy có thể chứa 0,01% đến 3% Al.

Al trong bể Zn nóng chảy ảnh hưởng mạnh lên phản ứng của Zn và Fe. Khi lớp mạ Zn được tạo ra, sự phân tán vào nhau giữa Zn và Fe có thể bị cản trở do sự đan xen của lớp phản ứng của Fe và Al. Mặt khác, khi lớp hợp kim Zn-Fe được tạo ra, Al có thể được sử dụng để kiểm soát lớp đích là lớp sơ cấp trong số các lớp có các đặc tính khác nhau chẳng hạn như đặc tính dễ gia công và bám dính với thép.

Các hiệu quả này có thể được phát triển khi bể Zn nóng chảy chứa từ 0,01% đến 3% Al. Nồng độ Al có thể được chọn bởi nhà sản xuất theo khả năng của thiết bị sản xuất và mục đích.

Giống phương án được mô tả trên đây, trong phương án này, độ dày (độ dày lớp mạ) của lớp mạ Al, lớp mạ Zn, và lớp hợp kim Zn-Fe có thể được kiểm soát tới nhỏ hơn hoặc bằng độ dày định trước. Đó là, tốt hơn là độ dày lớp mạ của lớp mạ Al nhỏ hơn hoặc bằng $50\text{ }\mu\text{m}$; độ dày lớp mạ của lớp mạ Zn nhỏ hơn hoặc bằng $30\text{ }\mu\text{m}$; và độ dày lớp mạ của lớp hợp kim Zn-Fe nhỏ hơn hoặc bằng $45\text{ }\mu\text{m}$.

Tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo sáng chế có hiệu quả bất kể độ dày tấm của nó và độ bền sau khi dập nóng. Tuy nhiên, tốt hơn là tấm thép được xử lý dưới dạng thép dải từ quan điểm đảm bảo sản lượng cao trong các quy trình cán nóng, cán nguội, tôi, và mạ (tạo ra lớp mạ) tương ứng. Theo đó, độ dày tấm được ưu tiên của tấm thép đích là xấp xỉ 0,5 mm đến 3,5 mm. Ngoài ra, để làm giảm hơn nữa trọng lượng của chi tiết thông qua quá trình làm bền hóa, độ bền

được ưu tiên của tấm thép mong muốn sau khi dập nóng là xấp xỉ 1200 MPa đến 2000 MPa về độ bền kéo.

Dưới đây, các hiệu quả của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các ví dụ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Các mẫu thép (thép) có các thành phần hóa học như được thể hiện trong bảng 1 được thu thông qua quá trình luyện thép và đúc. Các mẫu thép này được trải qua quy trình cán nóng, trong đó việc gia nhiệt được tiến hành tới 1250°C và nhiệt độ kết thúc là 910°C, và được quấn ở nhiệt độ quấn bằng 620°C. Kết quả là, các tấm thép cán nóng có độ dày bằng 3,2 mm được thu. Các tấm thép cán nóng này được tẩy và được cán nguội. Kết quả là, các tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,6 mm được thu.

Các tấm thép cán nguội được mô tả trên đây được tôi để kết tinh lại dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 2 để thu được các tấm thép dùng để dập nóng.

Dưới điều kiện x, tấm thép cán nguội được gia nhiệt từ 300°C đến 600°C ở tốc độ làm mát không đổi bằng 10 °C/giây và sau đó được gia nhiệt tới 800°C ở tốc độ làm mát không đổi bằng 2 °C/giây. Trong trường hợp này, trong cả hai khoảng nhiệt độ từ 300°C đến 600°C và từ 600°C đến 800°C, các thay đổi d/dt ($\Delta T/\Delta t$) về tốc độ tăng nhiệt độ tấm thép là 0 (không). Dưới các điều kiện khác, trong khoảng từ 300°C tới nhiệt độ S, tấm thép cán nguội được gia nhiệt sao cho thay đổi d/dt ($\Delta T/\Delta t$) về tốc độ tăng nhiệt độ tấm thép là không đổi. Phương pháp để thu d/dt ($\Delta T/\Delta t$) này sẽ được mô tả chi tiết trong ví dụ 3.

Mẫu được thu gom từ tấm thép dùng để dập nóng, phân song song với chiều cán của mẫu được làm bóng, và vi cấu trúc phần này được làm lộ ra sử dụng chất ăn mòn picral. Sau đó, sử dụng kính hiển vi quét điện tử, vùng từ bề mặt của tấm thép cán nguội (mẫu) tới vị trí cách bề mặt của tấm thép 0,4 mm theo chiều

dày (vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép) được quan sát ở độ phóng đại bằng 5000 lần để đo kích thước của sắt cacbua. Việc quan sát này được tiến hành cho tới khi số lượng sắt cacbua được đo lớn hơn hoặc bằng 600. Sau đó, dữ liệu đo được được xử lý để thu được độ lệch tiêu chuẩn.

Trong khi đó, phôi có kích thước 170 mm × 1000 mm được chuẩn bị từ tấm thép cán nguội được mô tả trên đây. Phôi này được tạo hình bằng phương pháp dập nóng thành thép định hình cạnh đều với nền có kích thước xấp xỉ bằng 70 mm. Độ võng d (mm) của phôi được đo bằng phương pháp được mô tả trong Fig.2.

Các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng là nhiệt độ bằng 900°C và các thời gian duy trì là 1 phút và 10 phút.

Ngoài ra, phôi 32 có kích thước 210 mm × 300 mm được chuẩn bị từ tấm thép cán nguội được mô tả trên đây. Sử dụng khuôn phía trên 31a và khuôn phía dưới 31b của khuôn dập tấm được thể hiện trong Fig.3, phôi 32 này được dập nóng dưới cùng các điều kiện tạo hình (ngoại trừ hình dạng) như các điều kiện của thép định hình 12 để thu được vật liệu để đo độ bền kéo. Từ vật liệu này, hai mẫu thử nghiệm kéo căng JIS 5 được thu gom. Để thu gom các mẫu thử nghiệm, bước gia công xung điện được tiến hành. Thử nghiệm kéo căng được tiến hành trên các mẫu thử nghiệm thu được để thu được độ bền kéo σ_B (giá trị trung bình của hai mẫu thử nghiệm).

Trong bảng 3, các ký hiệu mẫu thép, các điều kiện tôi, thay đổi d/dt ($\Delta T/\Delta t$) về tốc độ tăng của nhiệt độ tấm thép từ 300°C tới nhiệt độ cao nhất S (°C), giá trị trung bình và độ lệch tiêu chuẩn về kích thước của sắt cacbua, σ_B (giá trị trung bình của hai mẫu), và độ võng d được chỉ ra.

Trong các tấm thép (các số 1 đến 8, 10, 11, 13, và 15 đến 25) thu được bằng cách tôi dưới các điều kiện tôi i, iii, iv, vi, viii, và ix mà thỏa mãn các điều kiện của sáng chế, độ bền kéo xấp xỉ từ 1200 MPa đến 1500 MPa được thu, và độ võng nhỏ có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 5mm được quan sát. Mặt khác, trong

các tấm thép (số 9, 12, 14, 26, và 27) thu được bằng cách tôi dưới các điều kiện tôi mà không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế, độ võng có kích thước lớn hơn 5 mm được thu.

Như được thể hiện trong Fig.4 (các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng bằng 900°C và thời gian duy trì trong 1 phút) và Fig.5 (các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng bằng 900°C và thời gian duy trì bằng 10 phút), hiển nhiên rằng các kết quả trên đây phụ thuộc nhiều vào độ lệch tiêu chuẩn của các kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép trước khi dập nóng; và khi độ lệch tiêu chuẩn của các kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép trước khi dập nóng là nhỏ hơn hoặc bằng 8 μm (số 1 đến 8, 10, 11, 13, và 15 đến 25; được thể hiện bởi các vòng tròn rỗng), chi tiết dập nóng dài có độ võng nhỏ hơn có thể được thu.

Mặt khác, hiển nhiên rằng, khi độ lệch tiêu chuẩn là lớn hơn 8 μm (các số 9, 12, 14, 26, và 27; được thể hiện bởi các vòng tròn đặc hoặc tam giác đặc), độ võng d là lớn hơn 8 μm mà là không phù hợp.

Ngoài ra, hiển nhiên rằng, để thu được tấm thép mà độ lệch tiêu chuẩn về kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép trước khi dập nóng là nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 μm , quá trình ủ kết tinh lại tốt hơn là được tiến hành dưới các điều kiện mà thay đổi d/dt ($\Delta T/\Delta t$) về tốc độ tăng của nhiệt độ tấm thép từ 300°C tới nhiệt độ cao nhất S (°C) thỏa mãn biểu thức $-0,2 \leq d/dt$ ($\Delta T/\Delta t$) < 0 ; và nhiệt độ cao nhất S là nằm trong khoảng từ 720°C đến 820°C, như được thể hiện bởi vòng tròn rỗng trong Fig.6. Khi d/dt ($\Delta T/\Delta t$) là nhỏ hơn -0,2, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0; hoặc khi S thấp hơn 720°C hoặc cao hơn 820°C, như được thể hiện bởi vòng tròn đặc và tam giác đặc trong cùng hình vẽ, độ lệch tiêu chuẩn của các kích thước của sắt cacbua là lớn hơn 0,8 μm .

Bảng 1

Ký hiệu thép	Các thành phần hóa học (% khối lượng)								
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Thành phần khác	
a	0,25	0,3	1,3	0,02	0,002	0,03	0,004	Ti: 0,03, B: 0,003	
b	0,22	0,3	1,2	0,02	0,002	0,03	0,003		
c	0,21	0,3	1,4	0,02	0,002	0,03	0,002	B: 0,004	
d	0,20	0,2	1,2	0,02	0,002	0,03	0,004	Cr: 0,2, Ti: 0,02, B: 0,002	
e	0,18	0,2	1,3	0,02	0,002	0,03	0,003	Cr: 1,4, Ti: 0,02, B: 0,002	
f	0,15	0,3	1,1	0,02	0,002	0,03	0,003	Cr: 0,1, B: 0,004	
g	0,12	0,2	1,3	0,02	0,002	0,03	0,003	Ti: 0,03, Nb: 0,01, B: 0,003	
h	0,10	0,1	1,0	0,02	0,002	0,03	0,003	Cr: 0,2, Ti: 0,02, B: 0,003	
i	0,23	0,1	0,6	0,02	0,002	0,03	0,003	Cr: 0,2, Ti: 0,02, B: 0,002	
j	0,26	0,1	0,3	0,02	0,002	0,03	0,003	Cr: 0,2, Ti: 0,02, B: 0,002	

Bảng 2

Điều kiện số	$d/dt (\Delta T/\Delta t)$ (°C/giây ²)	Nhiệt độ S (°C)	Các điều kiện làm mát	
i	-0,05	800	Không duy trì. Làm mát tới 670°C ở tốc độ làm mát trung bình bằng 6 °C/giây, được duy trì ở 670°C trong 10 giây, làm mát bằng không khí tới nhiệt độ phòng	Ví dụ
ii	-0,05	<u>710</u>	Tương tự như trên	Ví dụ so sánh
iii	-0,05	720	Tương tự như trên	Ví dụ
iv	-0,1	820	Tương tự như trên	Ví dụ
v	-0,1	<u>830</u>	Tương tự như trên	Ví dụ so sánh
vi	-0,2	800	Tương tự như trên	Ví dụ
vii	<u>-0,21</u>	800	Tương tự như trên	Ví dụ so sánh
viii	-0,005	800	Tương tự như trên	Ví dụ
ix	-0,02	800	Duy trì ở 800°C trong 10 giây, làm mát bằng không khí tới nhiệt độ phòng	Ví dụ
x	<u>0</u>	800	Tương tự như trên	Ví dụ so sánh
xi	<u>0,1</u>	725	Duy trì ở 725°C trong 10 giây, làm mát bằng không khí tới nhiệt độ phòng	Ví dụ so sánh

Các dữ liệu gạch chân là nằm ngoài khoảng của sáng chế

Trong số điều kiện x, tốc độ gia nhiệt từ 300°C đến 600°C là không đổi ở 10°C/giây, và tốc độ gia nhiệt từ 600°C đến 800°C là không đổi ở 2 °C/giây.

Bảng 3

Số	Ký hiệu thép	Các điều kiện tôi	d/dt ($\Delta T/\Delta t$) ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}^2$)	Giá trị trung bình (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Độ lệch tiêu chuẩn (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng			
						Duy trì ở 900°C trong 1 phút		Duy trì ở 900°C trong 10 phút	
						σ_B (MPa)	d (mm)	σ_B (MPa)	d (mm)
1	a	i	-0,05	1,3	0,51	1506	2,4	1508	2,2
2	b	i	-0,05	1,2	0,44	1500	2,0	1505	2,0
3	c	i	-0,05	1,2	0,63	1493	2,7	1497	2,8
4	d	i	-0,05	1,2	0,57	1491	2,6	1493	2,5
5	e	i	-0,05	1,4	0,50	1502	2,7	1505	2,2
6	f	i	-0,05	1,1	0,49	1419	2,3	1425	2,0
7	g	i	-0,05	1,0	0,46	1306	1,6	1310	1,8
8	h	i	-0,05	1,5	0,79	1200	3,8	1203	3,4
9	a	ii	-0,05	1,9	0,92	1476	9,1	1502	9,9
10	a	iii	-0,05	1,3	0,52	1505	2,8	1505	2,6
11	a	iv	-0,1	1,2	0,53	1496	3,6	1499	3,8
12	a	v	-0,1	1,8	1,01	1501	13,1	1504	12,0

13	a		vi	-0,2	1,4	0,40	1504	3,8	1508	4,0	Ví dụ
14	a		vii	<u>-0,21</u>	1,7	<u>0,89</u>	1499	9,0	1504	8,8	Ví dụ so sánh
15	a		viii	-0,005	1,6	0,60	1502	3,3	1510	3,2	Ví dụ
16	a		ix	-0,02	1,6	0,58	1509	2,6	1516	2,6	Ví dụ
17	b		ix	-0,02	1,5	0,60	1508	4,5	1512	4,4	Ví dụ
18	c		ix	-0,02	1,2	0,39	1502	3,0	1509	3,6	Ví dụ
19	d		ix	-0,02	1,3	0,33	1504	3,9	1506	3,6	Ví dụ
20	e		ix	-0,02	1,2	0,29	1499	3,3	1500	3,0	Ví dụ
21	f		ix	-0,02	1,7	0,52	1491	4,1	1496	4,2	Ví dụ
22	g		ix	-0,02	1,6	0,42	1290	1,7	1292	1,2	Ví dụ
23	h		ix	-0,02	1,5	0,37	1209	1,4	1209	1,0	Ví dụ
24	i		i	-0,05	1,3	0,41	1500	3,0	1501	3,1	Ví dụ
25	j		i	-0,05	1,3	0,39	1508	2,7	1511	2,9	Ví dụ
26	a		x	<u>0</u>	1,4	<u>0,85</u>	1489	9,8	1503	9,0	Ví dụ so sánh
27	a		xi	<u>0,1</u>	2,0	<u>0,90</u>	1490	10,8	1496	10,2	Ví dụ so sánh

Các dữ liệu gạch chân là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Ví dụ 2

Các mẫu thép thử nghiệm (mẫu thép) có các thành phần hóa học như được thể hiện trong bảng 4 được thu thông qua quá trình luyện thép và đúc. Các mẫu thép này được xử lý dưới cùng điều kiện như điều kiện của ví dụ 1 để thu được các tấm thép cán nóng có độ dày bằng 3,0 mm. Các tấm thép cán nóng này được tẩy và được cán nguội. Kết quả là, các tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,2 mm được thu.

Các tấm thép cán nguội được tôi để kết tinh lại dưới các điều kiện i, vii, và ix được thể hiện trong bảng 2 để thu được các tấm thép để dập nóng.

Kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt của tấm thép cán nguội thu được tới vị trí mà cách bề mặt của tấm thép khoảng 0,3 mm theo chiều dày (vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép) được đo, và độ lệch tiêu chuẩn của kích thước của sắt cacbua được thu. Ngoài ra, các tấm thép cán nguội được mô tả trên đây được dập nóng dưới cả hai điều kiện gia nhiệt được duy trì ở 900°C trong 1 phút và trong 5 phút để thu được các thép định hình. Ngoài ra, bằng cách đo độ vống d của mỗi tấm thép định hình bằng phương pháp như nêu trong ví dụ 1, các mẫu thử nghiệm kéo căng được thu gom từ thép định hình để thu được độ bền kéo σ_B .

Các kết quả của chúng được thể hiện trong bảng 5.

Trong các tấm thép để dập nóng thu được bằng cách ủ kết tinh lại dưới các điều kiện tôi i và ix mà thỏa mãn các điều kiện của sáng chế, ngay cả khi tấm thép chứa các thành phần hóa học như Mo, W, V, Cu, và Ni, độ lệch tiêu chuẩn của các kích thước của sắt cacbua từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép là nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 μm . Ngoài ra, trong trường hợp này, hiển nhiên rằng độ vống của chi tiết dài (thép định hình) là nhỏ hơn hoặc bằng 5 mm bất kể các điều kiện gia nhiệt (thời gian duy trì ở 900°C) trước khi dập nóng; và chi tiết dập nóng có chất lượng xuất sắc được thu.

Mặt khác, trong các tấm thép thu được bằng cách ủ kết tinh lại dưới các

điều kiện tối vii mà không thỏa mãn các điều kiện của sáng chế, độ lệch tiêu chuẩn của các kích thước của sắt cacbua từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép là lớn hơn 0,8 μm . Trong trường hợp này, hiển nhiên rằng độ võng của chi tiết dập nóng là lớn hơn 5 mm bất kể các điều kiện gia nhiệt (thời gian duy trì ở 900°C) trước khi dập nóng; và tấm thép này có khả năng tạo hình dập nóng thấp.

Bảng 4

Ký hiệu thép	Các thành phần hóa học (% khối lượng)							
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Thành phần khác
2a	0,35	0,4	1,0	0,02	0,004	0,03	0,004	Cr: 0,2, Ti: 0,01, B: 0,002, Cu: 0,1, Ni: 0,1
2b	0,31	0,5	1,3	0,02	0,004	0,03	0,004	Cr: 0,5, Ti: 0,02, B: 0,004, Nb: 0,02, Mo: 0,2
2c	0,28	0,9	1,7	0,02	0,004	0,03	0,004	W: 0,2, Ni: 2,0
2d	0,25	0,8	1,8	0,02	0,004	0,03	0,004	Ti: 0,03, B: 0,003, Mo: 0,2, Ni: 1,0
2e	0,22	0,6	1,6	0,02	0,004	0,03	0,003	Mo: 0,1, W: 0,5, V: 0,5
2f	0,21	0,4	1,4	0,02	0,004	0,03	0,002	B: 0,005, Mo: 0,1, V: 0,5
2g	0,20	0,3	1,3	0,02	0,004	0,03	0,004	Cr: 0,2, Tr: 0,02, Mo: 0,2, W: 0,4
2h	0,18	0,3	1,3	0,02	0,004	0,03	0,003	Cr: 1,4, Ti: 0,02, B: 0,0022, Mo: 0,1, V: 0,2

Bảng 5

Số	Ký hiệu thép	Các điều kiện tôi	Giá trị trung bình (μm) của các kích thước của thớ của sắt cacbua	Độ lệch tiêu chuẩn (μm) của các kích thước của thớ của sắt cacbua	Các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng				
					Duy trì ở 900°C trong 1 phút		Duy trì ở 900°C trong 5 phút		
					σ_B (MPa)	d (mm)	σ_B (MPa)	d (mm)	
28	2a	i	1,8	0,38	1794	3,4	1795	3,3	Ví dụ
29	2a	vii	2,2	0,84	1785	9,9	1792	9,6	Ví dụ so sánh
30	2a	ix	1,9	0,49	1794	2,8	1800	2,9	Ví dụ
31	2b	i	1,7	0,26	1698	4,8	1703	4,8	Ví dụ
32	2b	vii	2,4	1,07	1691	9,3	1697	9,0	Ví dụ so sánh
33	2b	ix	1,7	0,27	1708	3,5	1710	3,4	Ví dụ
34	2c	i	1,9	0,45	1596	4,5	1598	4,7	Ví dụ
35	2c	vii	2,5	1,03	1580	10,3	1592	10,1	Ví dụ so sánh
36	2c	ix	2,0	0,62	1590	4,2	1590	4,1	Ví dụ
37	2d	i	1,6	0,29	1490	2,1	1493	1,8	Ví dụ
38	2d	vii	2,4	1,26	1492	9,6	1504	9,7	Ví dụ so sánh
39	2d	ix	1,9	0,50	1496	4,5	1497	4,4	Ví dụ
40	2e	i	2,2	0,79	1492	3,6	1492	3,5	Ví dụ
41	2e	vii	2,3	0,93	1491	12,2	1502	12,0	Ví dụ so sánh

42	2e	ix	1,8	0,30	1510	4,3	1516	4,6	Ví dụ
43	2f	i	1,8	0,22	1503	3,3	1507	3,2	Ví dụ
44	2f	vii	2,6	<u>1,16</u>	1506	9,5	1515	9,5	Ví dụ so sánh
45	2f	ix	2,2	0,19	1520	4,4	1521	4,6	Ví dụ
46	2g	i	1,8	0,74	1490	4,2	1496	4,6	Ví dụ
47	2g	vii	2,4	<u>1,03</u>	1493	14,2	1508	14,0	Ví dụ so sánh
48	2g	ix	1,7	0,53	1528	4,1	1528	4,1	Ví dụ
49	2h	i	1,6	0,44	1503	2,9	1508	3,0	Ví dụ
50	2h	vii	2,0	<u>0,83</u>	1513	7,2	1514	7,4	Ví dụ so sánh
51	2h	ix	1,8	0,65	1520	4,2	1524	4,2	Ví dụ

Các dữ liệu gạch chân là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Ví dụ 3

Các mẫu thép thử nghiệm (mẫu thép) có các thành phần hóa học như được thể hiện trong bảng 6 được thu thông qua quá trình luyện thép và đúc. Các mẫu thép này được xử lý dưới cùng điều kiện như điều kiện của ví dụ 1 để thu được các tấm thép cán nóng có độ dày bằng 2,5 mm. Các tấm thép cán nóng này được tẩy và được cán nguội. Kết quả là, các tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,2 mm được thu.

Các tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 800°C theo lịch sử nhiệt độ được thể hiện trong Fig.7, được làm mát ngay lập tức ở tốc độ làm mát trung bình bằng $6,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được nhúng trong bể Al nóng chảy (chứa 10% Si và các tạp chất không tránh khỏi) ở 670°C . Sau đó, tấm thép cán nguội được lấy ra khỏi bể Al nóng chảy sau 5 giây. Lượng lắng đọng của lớp mạ được điều chỉnh sử dụng thiết bị gạt thổi khí, sau đó là bước làm mát bằng không khí tới nhiệt độ phòng.

Khi nhiệt độ tấm thép và thời gian sau khi bắt đầu tôi (thời gian trôi qua sau khi bắt đầu gia nhiệt) lần lượt được thể hiện bởi $T (^{\circ}\text{C})$ và t (giây), dữ liệu liên quan đến T và t có thể được đọc từ lịch sử nhiệt độ trong Fig.7 như được thể hiện dưới đây trong bảng 7. Từ dữ liệu đọc được này, đồ thị được tạo ra sử dụng phần mềm bảng tính Excel (được sản xuất bởi Microsoft Corporation), và đồ thị này được làm gần đúng bằng đa thức bậc hai. Kết quả là, biểu thức gần đúng được thể hiện trong Fig.7 ($T = -0,0374 \times t^2 + 10,302 \times t + 79,949$) được thu. Bằng cách làm tròn mỗi hệ số của biểu thức gần đúng này, mối quan hệ giữa T và t có thể được xác định dưới dạng $T = -0,037t^2 + 10,3t + 80$. Do đó, $d/dt (\Delta T/\Delta t)$ bằng $-0,074$.

Ngoài ra, như được thể hiện trong Fig.7, hệ số xác định R^2 của biểu thức gần đúng thu được là 0,999. Giống ví dụ này, $d/dt (\Delta T/\Delta t)$ được sử dụng trong sáng chế có thể là giá trị bằng hai lần hệ số của t^2 (hệ số của biến bậc hai) khi nhiệt độ được đọc ở khoảng thời gian (trong đó lớn hơn 0 giây) ngắn hơn hoặc bằng 10 giây hoặc ngắn hơn hoặc bằng 5 giây từ lịch sử nhiệt độ trong quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại và sau đó đường cong gần đúng (đường cong gần đúng đa thức bậc hai) được xác định sao cho hệ số xác định R^2 là lớn hơn

hoặc bằng 0,99.

Trong tấm thép thu được, các kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ biên giữa lớp bên trong (lớp phản ứng của Al và Fe) của lớp mạ Al và tấm thép tới vị trí cách lớp biên 0,3 mm theo chiều dày được đo, và độ lệch tiêu chuẩn của kích thước của sắt cacbua được thu. Trong khi đánh giá sắt cacbua, độ dày (tổng độ dày của hai lớp) của lớp mạ Al được đo. Ngoài ra, bằng phương pháp như nêu trong ví dụ 1, tấm thép được dập nóng thành thép định hình và tấm để đo độ võng d và độ bền kéo σ_B . Trong trường hợp này, các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng được duy trì ở 900°C trong 1 phút.

Các kết quả của chúng được thể hiện trong bảng 8.

Trong tất cả các ví dụ (các số từ 52 đến 71), chi tiết dập nóng có kích thước võng nhỏ hơn hoặc bằng 5 mm được thu. Tuy nhiên, trong các ví dụ số 56, 61, 66, và 71 trong đó độ dày của lớp mạ Al là lớn hơn 50 μm , sự mài mòn được quan sát thấy thường xuyên trong vùng của thép định hình từ phần góc tới phần đầu. Trong các ví dụ trong đó độ dày của lớp mạ Al là nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm , sự mài mòn là không quan sát thấy. Theo đó, khi lớp mạ Al được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, giới hạn trên của độ dày của lớp mạ Al tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm từ quan điểm về chất lượng lớp mạ. Trong bảng 8, đối với chất lượng của lớp mạ Al, các ví dụ trong đó sự mài mòn không quan sát thấy trong lớp mạ Al được đánh giá là “A”; và các ví dụ mà sự mài mòn được quan sát thấy trong lớp mạ Al được đánh giá là “B”.

Bảng 6

Ký hiệu thép	Các thành phần hóa học (% khối lượng)							
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Các thành phần khác
3a	0,34	0,09	1,8	0,02	0,004	0,04	0,002	Cr: 0,2, Mo: 0,2, Cu: 0,1, Ni: 0,05
3b	0,26	0,18	1,4	0,02	0,004	0,04	0,002	Cr: 0,002, Ti: 0,02, B: 0,003, Mo: 0,2, W: 0,1, V: 0,1
3c	0,23	0,12	1,3	0,01	0,008	0,03	0,003	Cr: 0,13, Ti: 0,03, Nb: 0,02, B: 0,002
3d	0,13	0,33	1,0	0,01	0,008	0,03	0,003	B: 0,0005

Bảng 7

t (giây)	T (°C)
0,32	42,99
4,68	98,13
8,76	138,17
12,11	174,93
15,46	208,73
18,16	236,3
21,19	266,82
24,58	297,67
28,94	340,66
32,32	371,18
35,68	402,03
40,04	429,6
44,43	463,41
49,15	500,16
53,87	530,69
58,56	558,25
63,64	589,1
69,01	616,67
74,74	644,24
79,46	662,62
86,52	690,19
92,9	711,85
100,32	730,23
106,05	742,37
111,42	757,79
116,14	769,94
121,55	782,41
127,6	797,51

Bảng 8

Số	Ký hiệu thép	Giá trị trung bình (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Độ lệch tiêu chuẩn (μm) của các kích thước của sắt cacbua	σ_B (MPa)	d (mm)	Độ dày của lớp mạ Al (μm)	Chất lượng của lớp mạ Al	
52	3a	2,0	0,51	1784	3,3	16,1	A	Ví dụ
53	3a	2,0	0,48	1789	3,5	32,2	A	Ví dụ
54	3a	2,0	0,42	1801	3,2	33,9	A	Ví dụ
55	3a	2,1	0,66	1792	4,0	48,8	A	Ví dụ
56	3a	2,0	0,52	1790	3,8	51,0	B	Ví dụ
57	3b	2,0	0,47	1516	3,5	15,0	A	Ví dụ
58	3b	1,9	0,39	1520	2,9	19,7	A	Ví dụ
59	3b	2,0	0,63	1524	4,1	34,9	A	Ví dụ
60	3b	2,1	0,68	1522	4,1	49,5	A	Ví dụ
61	3b	2,0	0,42	1534	3,4	54,8	B	Ví dụ
62	3c	1,8	0,35	1502	2,9	14,9	A	Ví dụ
63	3c	1,8	0,32	1509	3,7	20,2	A	Ví dụ
64	3c	1,9	0,74	1513	4,8	34,5	A	Ví dụ
65	3c	1,9	0,76	1519	4,9	49,0	A	Ví dụ
66	3c	1,9	0,69	1524	4,4	55,9	B	Ví dụ
67	3d	1,7	0,55	1318	4,1	17,0	A	Ví dụ
68	3d	1,8	0,67	1326	4,2	20,2	A	Ví dụ
69	3d	1,7	0,52	1320	4,0	30,2	A	Ví dụ
70	3d	1,7	0,50	1314	3,9	42,2	A	Ví dụ
71	3d	1,7	0,44	1310	3,7	53,1	B	Ví dụ

Ví dụ 4

Các mẫu thép thử nghiệm (mẫu thép) có các thành phần hóa học như được thể hiện trong bảng 6 được thu thông qua quá trình luyện thép và đúc. Các mẫu thép này được xử lý dưới cùng điều kiện như điều kiện của ví dụ 1 để thu được các tấm thép cán nóng có độ dày bằng 2,5 mm. Các tấm thép cán nóng này được tẩy và được cán nguội. Kết quả là, các tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,2 mm được thu.

Các tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 800°C theo cùng lịch sử nhiệt độ như trong ví dụ 3, được làm mát ngay lập tức ở tốc độ làm mát trung bình bằng 6,5 °C/giây, và được nhúng trong bể Zn nóng chảy (chứa 0,15% Al và các tạp chất không tránh khỏi) ở 460°C. Sau đó, các tấm thép cán nguội được lấy ra từ bể mạ Zn nóng chảy sau 3 giây. Lượng lắng đọng của lớp mạ được điều chỉnh sử dụng thiết bị gạt thổi khí, sau đó bằng cách làm mát bằng không khí tới nhiệt độ phòng.

Trong tấm thép thu được, kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ lớp biên giữa lớp bên trong (lớp phản ứng của Al và Fe) của lớp mạ Zn và tấm thép tới vị trí cách lớp biên khoảng 0,3 mm theo chiều dày được đo, và độ lệch tiêu chuẩn của kích thước của sắt cacbua được thu. Trong khi đánh giá sắt cacbua, độ dày (tổng độ dày của hai lớp) của lớp mạ Zn được đo. Ngoài ra, bằng phương pháp như nêu trong ví dụ 1, tấm thép được dập nóng thành thép định hình và tấm để đo độ võng d và độ bền kéo σ_B . Trong trường hợp này, các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng là hai điều kiện <1> gia nhiệt tấm thép tới 880°C và duy trì nhiệt độ này trong 5 giây, sau đó làm mát bằng không khí tới 700°C; và <2> giữ nhiệt độ ở 900°C trong 1 phút.

Các kết quả của chúng được thể hiện trong bảng 9.

Trong tất cả các ví dụ (các số từ 72 đến 91), chi tiết dập nóng có kích thước võng nhỏ hơn hoặc bằng 5 mm được thu bất kể các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng. Tuy nhiên, trong các ví dụ số 76, 81, 86, và 91 mà độ dày của

lớp mạ Zn là lớn hơn 30 μm , sự bám dính của Zn được quan sát thấy thường xuyên trên khuôn. Trong các ví dụ mà trong đó độ dày của lớp mạ Zn là nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , sự bám dính là không quan sát được. Theo đó, khi lớp mạ Zn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, giới hạn trên của độ dày của lớp mạ Zn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm từ quan điểm về chất lượng lớp mạ. Trong bảng 9, đối với chất lượng của lớp mạ Zn, các ví dụ mà Zn không bám dính vào khuôn được đánh giá là “A”; và các ví dụ mà Zn bám dính vào khuôn được đánh giá là “B”.

Bảng 9

Số	Ký hiệu thép	Giá trị trung bình (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Độ lệch tiêu chuẩn (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng				Độ dày (μm) của lớp mạ Zn	Chất lượng của lớp mạ Zn	
				<1>		<2>				
				σ_B (MPa)	d (mm)	σ_B (MPa)	d (mm)			
72	3a	2,0	0,62	1784	3,9	1788	3,6	6,0	A	Ví dụ
73	3a	2,0	0,39	1788	2,9	1795	3,1	12,6	A	Ví dụ
74	3a	2,0	0,44	1803	4,1	1809	4,0	23,9	A	Ví dụ
75	3a	2,1	0,51	1795	4,2	1796	4,2	28,7	A	Ví dụ
76	3a	2,0	0,66	1793	4,4	1799	4,1	31,1	B	Ví dụ
77	3b	2,0	0,55	1516	3,3	1520	3,6	11,0	A	Ví dụ
78	3b	1,9	0,39	1523	3,7	1533	3,6	19,6	A	Ví dụ
79	3b	2,0	0,77	1534	2,6	1535	2,9	24,8	A	Ví dụ
80	3b	2,1	0,46	1532	4,3	1536	3,9	29,2	A	Ví dụ
81	3b	2,0	0,37	1548	3,6	1555	3,8	32,7	B	Ví dụ
82	3c	1,8	0,51	1518	3,7	1527	3,5	11,3	A	Ví dụ
83	3c	1,8	0,66	1537	5,0	1540	4,2	17,4	A	Ví dụ
84	3c	1,9	0,58	1524	4,2	1524	4,4	19,8	A	Ví dụ
85	3c	1,9	0,57	1539	4,7	1547	4,3	29,3	A	Ví dụ
86	3c	1,9	0,77	1548	3,9	1549	3,8	32,5	B	Ví dụ
87	3d	1,7	0,46	1336	3,7	1345	3,2	11,0	A	Ví dụ
88	3d	1,8	0,42	1342	4,4	1344	4,1	17,0	A	Ví dụ
89	3d	1,7	0,32	1319	4,9	1322	4,3	20,4	A	Ví dụ
90	3d	1,7	0,69	1320	4,2	1320	4,2	28,9	A	Ví dụ
91	3d	1,7	0,70	1341	3,5	1349	3,4	33,0	B	Ví dụ

<1> Gia nhiệt tấm thép tới 880°C và duy trì nhiệt độ trong 5 giây, sau đó làm mát bằng không khí tới 700°C.

<2> Duy trì nhiệt độ ở 900°C trong 1 phút.

Ví dụ 5

Các mẫu thép thử nghiệm (mẫu thép) có các thành phần hóa học như được thể hiện trong bảng 6 được thu thông qua quá trình luyện thép và đúc. Các mẫu thép này được xử lý dưới cùng điều kiện như điều kiện của ví dụ 1 để thu được tấm thép cán nóng có độ dày bằng 2,5 mm. Các tấm thép cán nóng này được tẩy và được cán nguội. Kết quả là, thu được các tấm thép cán nguội có độ dày bằng 1,2 mm.

Các tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 800°C theo cùng lịch sử nhiệt độ như trong ví dụ 3, được làm mát ngay lập tức ở tốc độ làm mát trung bình bằng $6,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được nhúng trong bể Zn nóng chảy (chứa 0,13% Al, 0,03% Fe, và các tạp chất không tránh khỏi) ở 460°C . Sau đó, các tấm thép cán nguội được lấy ra khỏi bể Zn nóng chảy sau 3 giây. Lượng lắng đọng của lớp mạ được điều chỉnh sử dụng thiết bị gạt thổi khí. Sau đó các tấm thép cán nguội được gia nhiệt tới 480° để tạo ra lớp hợp kim Zn-Fe trên đó, sau đó là bước làm mát bằng không khí tới nhiệt độ phòng.

Trong tấm thép thu được, các kích thước của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ lớp biên giữa lớp trong cùng (lớp phản ứng của Zn và Fe) của lớp hợp kim Zn-Fe và tấm thép tới vị trí mà cách lớp biên khoảng 0,3 mm theo chiều dày được đo, và độ lệch tiêu chuẩn của kích thước của sắt cacbua được thu. Trong khi đánh giá sắt cacbua, tổng độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe (bao gồm 4 lớp) là được đo. Ngoài ra, bằng phương pháp như nêu trong ví dụ 1, tấm thép được dập nóng thành thép định hình và tấm để đo độ võng d và độ bền kéo σ_B . Trong trường hợp này, các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng là hai điều kiện <1> gia nhiệt tấm thép tới 880°C và duy trì nhiệt độ này trong 5 giây, sau đó làm mát bằng không khí tới 700°C ; và <2> duy trì nhiệt độ ở 900°C trong 1 phút.

Các kết quả của chúng được thể hiện trong bảng 10.

Trong tất cả các ví dụ (các số từ 92 đến 111), chi tiết dập nóng có kích thước võng nhỏ hơn hoặc bằng 5 mm được thu bất kể các điều kiện gia nhiệt

trước khi dập nóng. Tuy nhiên, trong các ví dụ số 96, 101, 106, và 111 trong đó độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe là lớn hơn 45 μm , các vết nứt nhỏ tạo ra trên lớp hợp kim sau khi dập nóng. Trong các ví dụ trong đó độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe là nhỏ hơn hoặc bằng 45 μm , không có các vết nứt nhỏ được tạo ra. Theo đó, khi lớp hợp kim Zn-Fe được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, giới hạn trên của độ dày của lớp hợp kim Zn-Fe tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 45 μm từ quan điểm về chất lượng lớp mạ. Trong bảng 10, đối với chất lượng của lớp hợp kim Zn-Fe, các ví dụ mà không có các vết nứt nhỏ được tạo ra trên lớp hợp kim Zn-Fe được đánh giá là “A”; và các ví dụ mà các vết nứt nhỏ được tạo ra trên lớp hợp kim Zn-Fe được đánh giá là “B”.

Bảng 10

Số	Ký hiệu thép	Giá trị trung bình (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Độ lệch tiêu chuẩn (μm) của các kích thước của sắt cacbua	Các điều kiện gia nhiệt trước khi dập nóng				Độ dày (μm) của Zn-Fe lớp mạ	Chất lượng của lớp mạ Zn-Fe	Ví dụ
				<1>		<2>				
				σ_B (MPa)	d (mm)	σ_B (MPa)	d (mm)			
92	3a	2,0	0,42	1773	4,2	1777	4,3	15,0	A	Ví dụ
93	3a	2,0	0,44	1777	4,4	1778	4,6	20,2	A	Ví dụ
94	3a	2,0	0,39	1802	3,2	1815	3,0	31,1	A	Ví dụ
95	3a	2,1	0,73	1786	3,4	1788	3,0	39,9	A	Ví dụ
96	3a	2,0	0,79	1772	2,9	1775	3,5	46,0	B	Ví dụ
97	3b	2,0	0,66	1505	3,9	1506	4,1	15,6	A	Ví dụ
98	3b	1,9	0,41	1519	4,1	1522	4,0	21,7	A	Ví dụ
99	3b	2,0	0,33	1513	3,3	1517	3,6	39,3	A	Ví dụ
100	3b	2,1	0,68	1502	4,8	1502	4,2	44,7	A	Ví dụ
101	3b	2,0	0,47	1518	4,6	1529	4,4	49,8	B	Ví dụ
102	3c	1,8	0,45	1506	3,7	1509	3,9	14,5	A	Ví dụ
103	3c	1,8	0,53	1503	4,2	1513	4,0	20,7	A	Ví dụ
104	3c	1,9	0,55	1500	4,8	1507	4,0	34,7	A	Ví dụ
105	3c	1,9	0,59	1506	5,0	1508	4,2	42,3	A	Ví dụ
106	3c	1,9	0,67	1510	4,3	1522	4,3	45,3	B	Ví dụ
107	3d	1,7	0,60	1307	3,3	1309	3,9	15,1	A	Ví dụ
108	3d	1,8	0,50	1313	3,6	1320	3,8	18,0	A	Ví dụ
109	3d	1,7	0,44	1320	3,8	1329	3,4	30,1	A	Ví dụ
110	3d	1,7	0,70	1314	4,4	1314	4,4	42,8	A	Ví dụ
111	3d	1,7	0,73	1310	4,8	1313	4,7	46,6	B	Ví dụ

<1> Gia nhiệt tấm thép tới 880°C và duy trì nhiệt độ này trong 5 giây, sau đó làm mát bằng không khí tới 700°C

<2> Duy trì nhiệt độ ở 900°C trong 1 phút.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế đề xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng có khả năng làm giảm độ võng mà dễ dàng xuất hiện khi chi tiết dài được sản xuất bằng phương pháp dập nóng; và phương pháp sản xuất nó.

Danh mục ký hiệu chỉ dẫn

11: phôi (tấm thép)

12: thép định hình

21: tấm bề mặt

31a: khuôn phía trên

31b: khuôn phía dưới

32: phôi (tấm thép)

L: độ dài

W: độ rộng

D: độ võng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng, tấm thép này chứa, dưới dạng thành phần hóa học:

C từ 0,10 % khối lượng đến 0,35 % khối lượng;

Si từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng;

Mn từ 0,3 % khối lượng đến 2,3 % khối lượng;

Al từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

P được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,03 % khối lượng;

S được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,02 % khối lượng;

N được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 % khối lượng; và

lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi,

trong đó độ lệch tiêu chuẩn của các đường kính của sắt cacbua mà được chứa trong vùng từ bề mặt tới vị trí 1/4 chiều dày của tấm thép nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 μm .

2. Tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 1,

trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm:

Cr từ 0,01 % khối lượng đến 2,0 % khối lượng;

Ti từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

Nb từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

B từ 0,0005 % khối lượng đến 0,01 % khối lượng;

Mo từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng;

W từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

V từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

Cu từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; và

Ni từ 0,01 % khối lượng đến 5,0 % khối lượng.

3. Tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ Al có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm được tạo ra trên bề mặt.

4. Tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ Zn có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm được tạo ra trên bề mặt.

5. Tấm thép để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp hợp kim Zn-Fe có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 45 μm được tạo ra trên bề mặt.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng, phương pháp này bao gồm các bước:

tiến hành quy trình ủ kết tinh lại trong đó tấm thép cán nguội được gia nhiệt sao cho sự thay đổi d/dt ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}^2$) về tốc độ tăng của nhiệt độ tấm thép từ 300°C tới nhiệt độ cao nhất S thỏa mãn biểu thức 1 dưới đây và sao cho nhiệt độ cao nhất S nằm trong khoảng từ 720°C đến 820°C , trong đó:

T là nhiệt độ tấm thép ($^{\circ}\text{C}$), t là thời gian (giây), và $\Delta T/\Delta t$ là tốc độ tăng ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) của nhiệt độ tấm thép trong thời gian Δt (giây) trong quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại; và

tấm thép cán nguội chứa, dưới dạng thành phần hóa học,

C từ 0,10 % khối lượng đến 0,35 % khối lượng;

Si từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng;

Mn từ 0,3 % khối lượng đến 2,3 % khối lượng;

Al từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

P được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,03 % khối lượng;

S được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,02 % khối lượng;

N được giới hạn tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 % khối lượng; và

lượng còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi,

$$-0,20 \leq d/dt (\Delta T/\Delta t) < 0$$

Biểu thức 1.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 6, trong đó thành phần hóa học ngoài ra còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm:

Cr từ 0,01 % khối lượng đến 2,0 % khối lượng;

Ti từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

Nb từ 0,001 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

B từ 0,0005 % khối lượng đến 0,01 % khối lượng;

Mo từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng;

W từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

V từ 0,01 % khối lượng đến 0,5 % khối lượng;

Cu từ 0,01 % khối lượng đến 1,0 % khối lượng; và

Ni từ 0,01 % khối lượng đến 5,0 % khối lượng.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 6 hoặc 7,

trong đó sự thay đổi $d/dt (\Delta T/\Delta t)$ bằng hai lần hệ số của biến số bậc hai khi nhiệt độ được đọc ở khoảng thời gian ngắn hơn hoặc bằng 10 giây từ lịch sử nhiệt độ trong quá trình gia nhiệt của quy trình ủ kết tinh lại và sau đó đường cong gần đúng đa thức bậc hai được xác định sao cho hệ số xác định R^2 là lớn hơn hoặc bằng 0,99.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 6

hoặc 7, trong đó sau quy trình ủ kết tinh lại, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhúng tấm thép cán nguội trong bể Al để tạo ra lớp mạ Al có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 6 hoặc 7, trong đó sau quy trình ủ kết tinh lại, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhúng tấm thép cán nguội trong bể Zn để tạo ra lớp mạ Zn có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo chi tiết dập nóng theo điểm 6 hoặc 7, trong đó sau quy trình ủ kết tinh lại, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhúng tấm thép cán nguội trong bể Zn để tạo ra lớp mạ Zn trên bề mặt của tấm thép cán nguội; và

gia nhiệt tấm thép cán nguội đến thấp hơn hoặc bằng 600°C để tạo ra lớp hợp kim Zn-Fe có độ dày lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 45 μm trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

FIG. 1A

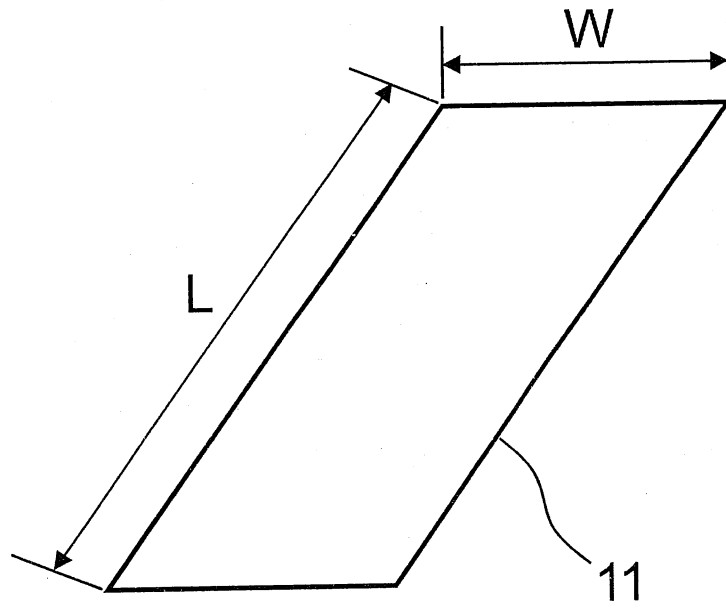


FIG. 1B

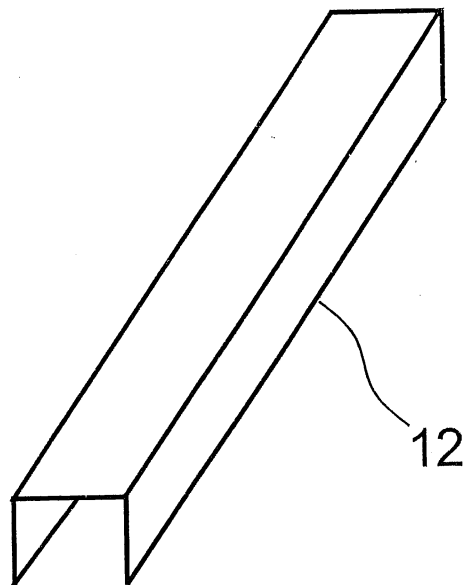


FIG. 2

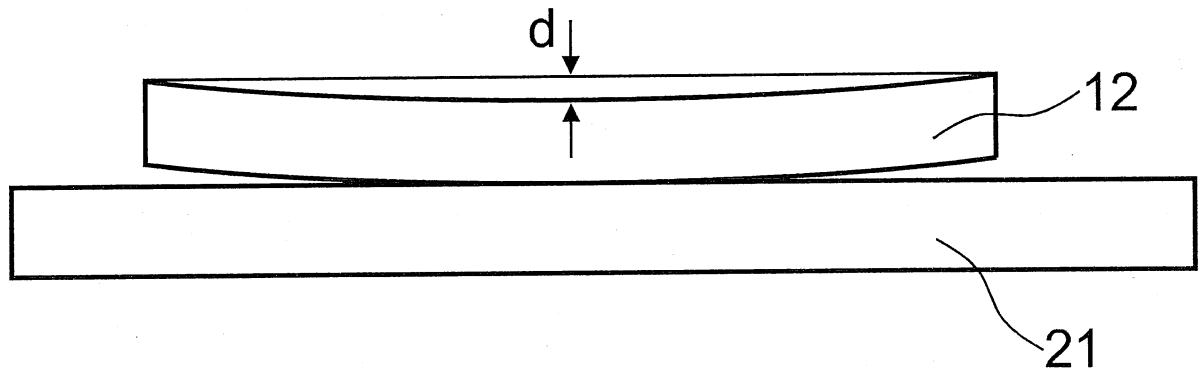


FIG. 3

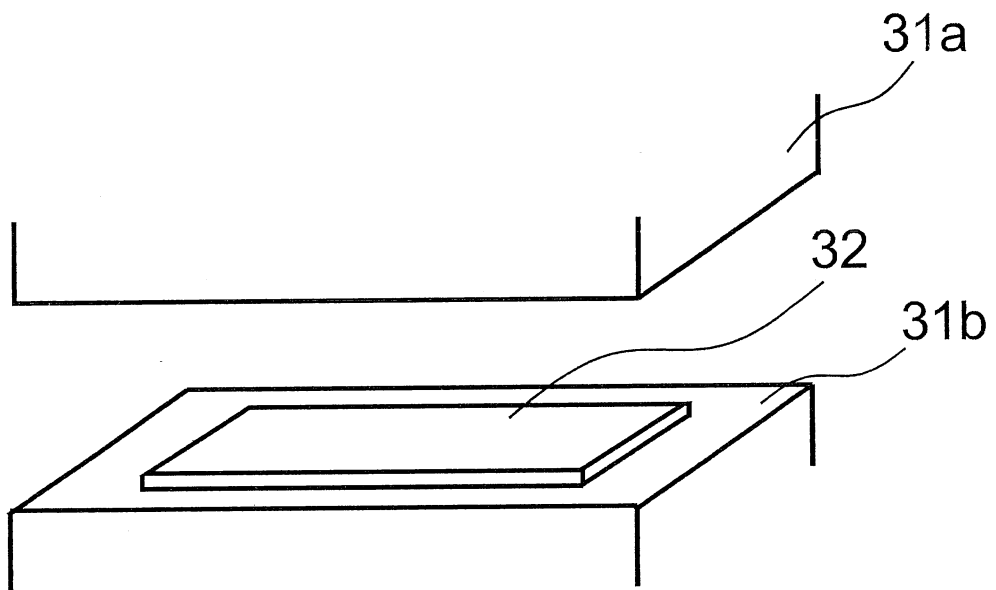


FIG. 4

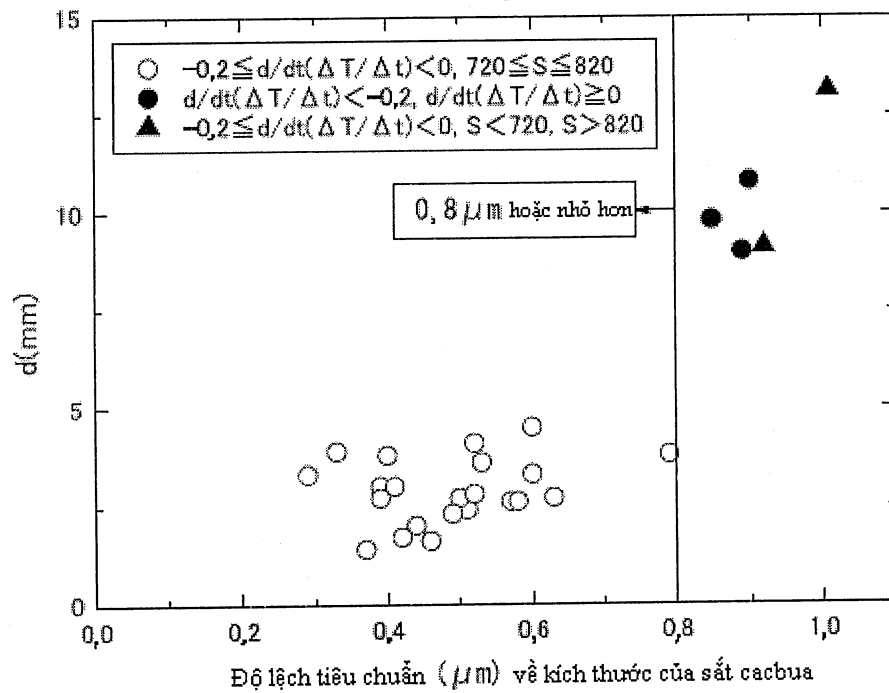


FIG. 5

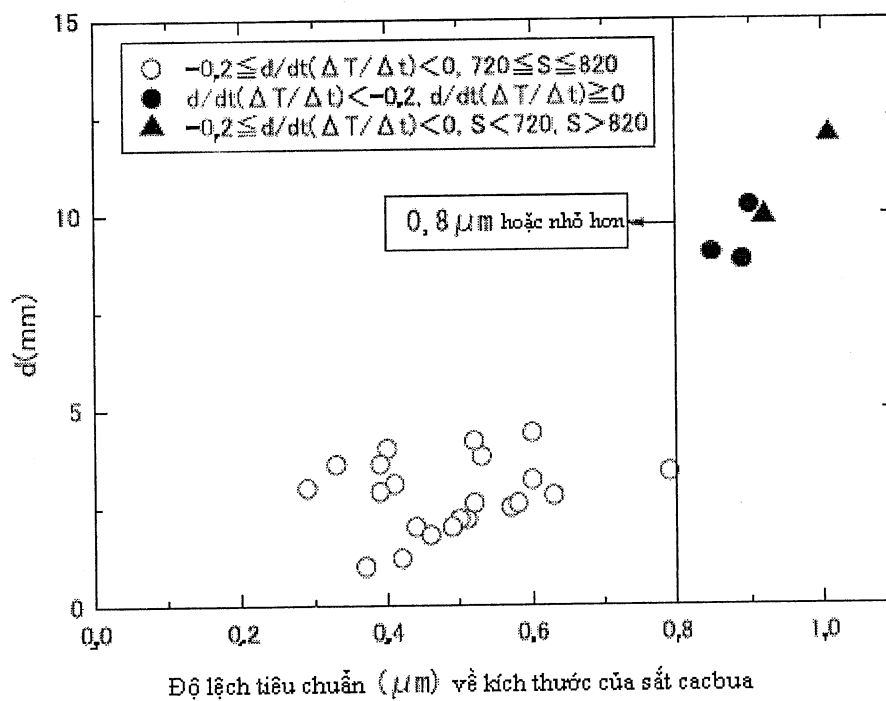


FIG. 6

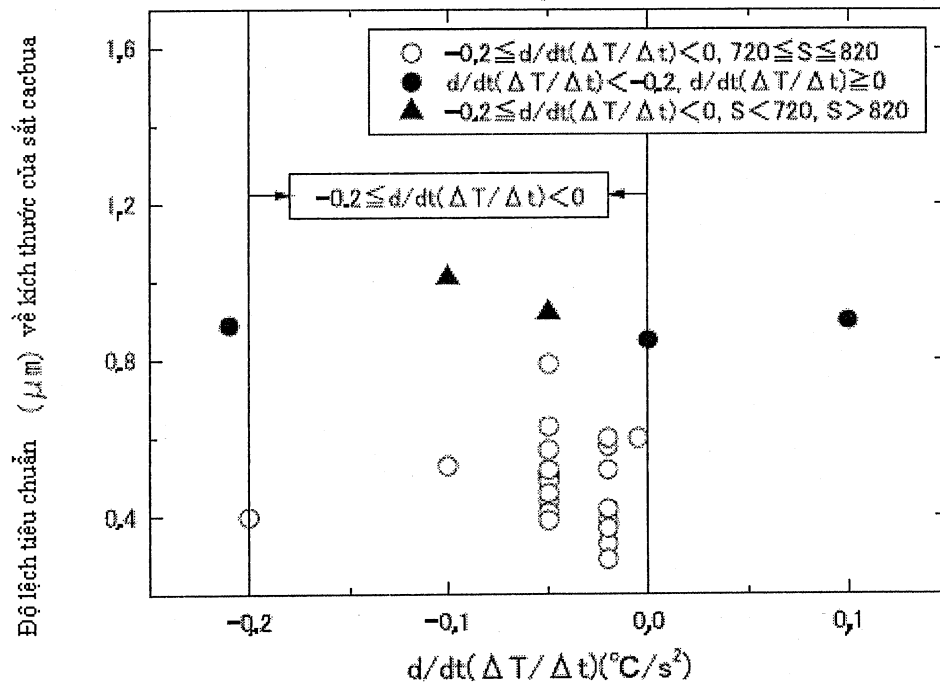


FIG. 7

