



(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)



1-0024351

(51)⁷ **B23K 9/23; B23K 35/38; B23K 9/16; (13) B**
B23K 9/173; B32B 15/01; C22C 38/14;
C22C 18/04; C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/12;
B23K 35/00; C22C 18/00

(21) 1-2014-04200

(22) 22/05/2013

(86) PCT/JP2013/064196 22/05/2013

(87) WO2013/187197A1 19/12/2013

(30) 2012-134657 14/06/2012 JP

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/03/2015 324A

(73) NISSHIN STEEL CO., LTD. (JP)

4-1, Marunouchi 3-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8366, Japan

(72) Kazuaki HOSOMI (JP); Tomokazu NOBUTOKI (JP); Hiroshi ASADA (JP).

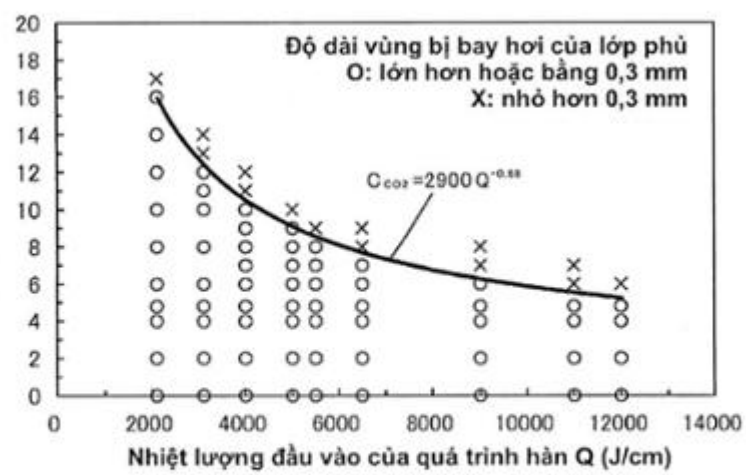
(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO BỘ PHẬN KẾT CẤU HÀN HỒ QUANG

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp chế tạo bộ phận kết cấu hàn hồ quang để tạo ra độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng đặc biệt tốt cho bộ phận kết cấu hàn hồ quang sử dụng chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg mà không có giới hạn về loại thép dùng làm thép nền để phủ và không làm tăng nhiều chi phí. Phương pháp theo sáng chế bao gồm bước liên kết các chi tiết thép bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ để tạo ra bộ phận kết cấu hàn, ít nhất một trong số các chi tiết được liên kết là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, và khí bảo vệ là khí trên cơ sở khí Ar, khí He hoặc khí hỗn hợp Ar-He và có lượng CO₂: C_{CO2} (% tính theo thể tích) thỏa mãn công thức (2) liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm):

$$0 \leq C_{CO2} \leq 2900Q^{-0,68} \quad (2)$$

Nồng độ CO₂ của khí bảo vệ: CO₂ (% tính theo thể tích)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp chế tạo bộ phận kết cấu hàn hồ quang có độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng đặc biệt tốt. Bộ phận kết cấu này được chế tạo bởi chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng khi một hoặc hai chi tiết cần được hàn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép kiểu phủ kẽm nhúng nóng được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau kể cả ngành chế tạo chi tiết xây dựng và chi tiết thân xe ô tô do có độ bền chống ăn mòn tốt. Đối với tấm thép kiểu phủ kẽm nhúng nóng, tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng duy trì độ bền chống ăn mòn đặc biệt tốt của nó trong một khoảng thời gian kéo dài, và vì thế có nhu cầu gia tăng làm vật liệu thay thế cho tấm thép phủ kẽm nhúng nóng thông thường.

Như được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 và 2, lớp phủ của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có cấu trúc kim loại chứa hệ eutectic có ba thành phần Zn/Al/ Zn_2Mg ở dạng nền có phân tán trong đó pha Al chính, hoặc pha Al và pha Zn chính, và độ bền chống ăn mòn được cải thiện nhờ nguyên tố Al và Mg. Vì sản phẩm ăn mòn chứa Mg dày và ổn định được tạo ra một cách đồng đều trên bề mặt của lớp phủ, nên độ bền chống ăn mòn của lớp phủ được cải thiện đáng kể so với tấm thép phủ kẽm nhúng nóng thông thường.

Khi chế tạo chi tiết xây dựng, chi tiết thân xe ô tô hoặc kết cấu tương tự bằng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, phương pháp hàn hồ quang có khí bảo vệ thường được áp dụng. Tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có vấn đề là khi hàn hồ quang, trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng dễ xảy ra hơn so với tấm thép

phủ kẽm. Cần lưu ý rằng vấn đề này xảy ra do sự suy giảm nhiệt độ pha lỏng của lớp phủ gây ra bởi sự có mặt của Mg trong vật liệu (các tài liệu sáng chế 3 và 4).

Khi hàn hồ quang một tấm thép phủ, kim loại của lớp phủ được nung chảy trên bề mặt của thép nền (tấm thép cần được phủ) quanh phần mà hồ quang đi qua. Hợp kim của lớp phủ của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có nhiệt độ pha lỏng thấp hơn so với điểm nóng chảy của Zn (xấp xỉ 420°C) và duy trì trạng thái nóng chảy trong khoảng thời gian tương đối dài. Ví dụ, trong một hợp kim của Zn chứa Al với lượng bằng 6% trọng lượng và Mg với lượng bằng 3% trọng lượng, nhiệt độ hoá rắn là xấp xỉ 335°C . Trong kim loại được tạo ra từ lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nóng chảy trên bề mặt của thép nền, nồng độ Al bị suy giảm theo sự tiêu thụ thành phần Al bởi phản ứng trong giai đoạn đầu với Fe có ở bên dưới để tạo ra lớp hợp kim Fe-Al, và vì thế kim loại nóng chảy sau cùng có thành phần gần như là hệ hai thành phần Zn-Mg, nhưng hợp kim của Zn chứa Mg với lượng bằng 3% trọng lượng vẫn có nhiệt độ hoá rắn là 360°C , và nhiệt độ này thấp hơn so với điểm nóng chảy của Zn bằng 420°C . Do đó, tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg có khoảng thời gian mà trong đó kim loại nóng chảy của lớp phủ nóng chảy khi hàn hồ quang có mặt trên bề mặt của thép nền trong khi duy trì trạng thái lỏng dài hơn so với tấm thép phủ kẽm thông thường.

Khi đưa bề mặt của thép nền vào tiếp xúc trong một khoảng thời gian kéo dài, bề mặt này đang chịu ứng suất kéo do làm nguội ngay sau khi hàn hồ quang, với kim loại phủ nóng chảy, kim loại nóng chảy thấm vào các biên hạt tinh thể của thép nền và trở thành nhân tố gây ra trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng. Trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng xảy ra như vậy có tác dụng làm điểm bắt đầu ăn mòn và vì thế làm giảm độ bền chống ăn mòn. Trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng cũng có thể gây ra các vấn đề liên quan tới sự suy giảm các đặc tính độ bền và độ mỏi.

Để ngăn chặn trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng khi hàn hồ quang, đã biết giải pháp trong đó lớp phủ được loại bỏ bằng cách mài trước khi hàn hồ quang. Tài liệu sáng chế 4 đề xuất phương pháp chế tạo độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng bằng cách sử dụng làm thép nền để phủ một tấm thép có các biên hạt tinh thể ferit đã được tăng bền bằng cách bổ sung nguyên tố bo. Tài liệu sáng chế 5 đề xuất phương pháp ngăn chặn trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng theo cách sao cho Zn, Al và Mg bị oxy hóa khi hàn hồ quang bằng cách nạp một chất trợ dung hàn chứa TiO_2 và FeO ở vỏ bọc của dây hàn.

Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số JP 2001 096368 A bộc lộ phương pháp hàn hồ quang điện cho thép cường lực cao, trong đó phương pháp này bao gồm bước sử dụng khí CO_2 hoặc khí hỗn hợp Ar và CO_2 làm khí bảo vệ, trong đó bước hàn MAG được tiến hành ở dòng điện không đổi trong khoảng nhiệt độ hàn giới hạn.

Hơn nữa, công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số JP 2011 208264 A bộc lộ chi tiết khung gầm xe có khả năng chống ăn mòn đặc biệt tốt và phương pháp sản xuất khung gầm xe bằng cách cung cấp chi tiết khung gầm xe có mối nối hàn hồ quang điện bằng thép được phủ hợp kim Zn-Al-Mg nóng chảy và có các chi tiết tấm có bề mặt của chúng được trượt khi hàn bằng lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Thêm nữa, lớp hợp kim Al-Mg nằm giữa lớp hợp kim Zn-Al-Mg và nền thép. Lớp nêu trên chứa lượng Al trung bình nằm trong khoảng từ 0,2 đến 22,0% trọng lượng, lượng Mg trung bình nằm trong khoảng từ 1,0 đến 10,0% trọng lượng; và lớp hợp kim Fe-Al khác có lượng Fe trung bình tối đa là 70,0% trọng lượng.

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: patent Nhật Bản số: 3149129;

Tài liệu sáng chế 2: patent Nhật Bản số: 3179401;

Tài liệu sáng chế 3: patent Nhật Bản số: 4475787;

Tài liệu sáng chế 4: patent Nhật Bản số: 3715220; và

Tài liệu sáng chế 5: JP-A-2005-230912.

Phương pháp loại bỏ lớp phủ bằng cách mài và phương pháp sử dụng dây hàn đặc biệt đều làm tăng nhiều chi phí. Phương pháp sử dụng thép có bổ sung bo làm thép nền để phủ sẽ thu hẹp mức độ tự do khi chọn loại thép. Hơn nữa, mặc dù các phương pháp này được áp dụng, vẫn xảy ra trường hợp trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng không được ngăn chặn đầy đủ phụ thuộc vào hình dạng của chi tiết và điều kiện hàn, và vì thế các phương pháp này vẫn không thể được dùng làm phương pháp cơ bản để ngăn chặn trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng của kết cấu hàn hồ quang đối với tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg.

Trong những năm gần đây, tấm thép có độ bền chịu kéo cao với độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 590 MPa đã được sử dụng làm thép nền để phủ nhằm giảm bớt trọng lượng của xe ô tô. Tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có sử dụng tấm thép có độ bền chịu kéo cao phải chịu ứng suất kéo gia tăng trong vùng chịu ảnh hưởng nhiệt và vì thế có khả năng phải chịu trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng, điều này có thể làm giới hạn hình dạng của các bộ phận và mục đích sử dụng chúng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trên cơ sở các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là tạo ra độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng đặc biệt tốt cho bộ phận kết cấu hàn hồ quang bằng cách sử dụng chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg mà không có giới hạn về loại thép dùng làm thép nền để phủ và không làm tăng nhiều chi phí.

Theo các nghiên cứu của các tác giả sáng chế, đã khẳng định được hiện tượng sau: lớp phủ sẽ biến mất bởi trạng thái bay hơi ở vùng lân cận của mối hàn khi hàn hồ quang có khí bảo vệ, nhưng sau khi hồ quang đi qua, kim loại của lớp phủ ở trạng thái nóng chảy tại vị trí cách xa mối hàn một chút sẽ trải

rộng ngay bằng cách tráng ướt tới phần mà tại đó lớp phủ đã biến mất. Một điều cần xem xét là bằng cách ngăn chặn sự trải rộng do tráng ướt cho đến khi hoàn thành việc làm nguội trong khi duy trì trạng thái mà trong đó lớp phủ biến mất bởi trạng thái bay hơi, trạng thái thấm của thành phần lớp phủ vào thép nền ở vùng lân cận của mối hàn có thể được ngăn chặn, và vì thế trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng có thể được ngăn chặn một cách hữu hiệu. Nhờ các nghiên cứu chi tiết của các tác giả sáng chế, đã thấy rằng sự trải rộng do tráng ướt trong chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg có thể được ngăn chặn đáng kể bằng cách làm giảm lượng của CO₂, khí này thường được trộn trong khí bảo vệ với lượng xấp xỉ 20% tính theo thể tích. Giới hạn trên cho phép của nồng độ CO₂ có thể được kiểm soát phụ thuộc vào nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn. Ngoài ra, đã thấy rằng phạm vi cho phép đối với giới hạn trên của nồng độ CO₂ có thể được gia tăng trong trường hợp chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg có độ dày nhỏ. Sáng chế được đề xuất trên cơ sở các nghiên cứu nêu trên.

Cụ thể hơn, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp chế tạo bộ phận kết cấu hàn hồ quang bao gồm bước liên kết các chi tiết thép bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ để tạo ra bộ phận kết cấu hàn, ít nhất một trong số các chi tiết được liên kết là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, và khí bảo vệ là khí trên cơ sở khí Ar, khí He hoặc khí hỗn hợp Ar-He và có lượng CO₂ thỏa mãn công thức (2) liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) được thể hiện bằng công thức (1):

$$Q = (I \times V) / v \quad (1)$$

$$0 \leq C_{CO_2} \leq 2900Q^{-0,68} \quad (2)$$

trong đó I biểu thị dòng điện hàn (A), V biểu thị điện áp hồ quang (V), v biểu thị tốc độ hàn (cm/giây), và C_{CO_2} biểu thị lượng CO₂ trong khí bảo vệ (% tính theo thể tích).

Chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo sáng chế là một chi tiết làm bằng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng hoặc chi tiết thu được bằng cách tạo hình tấm thép được phủ hợp kim này làm nguyên liệu. Ví dụ, nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q có thể nằm trong khoảng từ 2000 tới 12000 J/cm.

Trong trường hợp chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được làm bằng thép nền để phủ có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 2,6 mm (ví dụ, từ 1,0 tới 2,6 mm), công thức (3) có thể được áp dụng để thay thế cho công thức (2):

$$0 \leq C_{CO_2} \leq 205Q^{-0,32} \quad (3)$$

Trong trường hợp độ dày của tấm nhỏ như trong trường hợp này, nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2000 tới 4500 J/cm.

Tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng tốt hơn là có lớp phủ chứa: Al với lượng từ 1,0 tới 22,0% trọng lượng; Mg với lượng từ 0,05 tới 10,0% trọng lượng; Ti với lượng từ 0 tới 0,10% trọng lượng; B với lượng từ 0 tới 0,05% trọng lượng; Si với lượng từ 0 tới 2,0% trọng lượng; Fe với lượng từ 0 tới 2,5% trọng lượng; lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được. Trọng lượng lớp phủ của tấm thép tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 tới 250 g/m² cho mỗi bề mặt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích, ưu điểm và khía cạnh khác nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện mỏ hàn và thép nền trong quá trình hàn hồ quang có khí bảo vệ;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện phần đã hàn của mối nối chồng;

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện vùng lân cận của phần đã hàn của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng khi hàn hồ quang, trong đó phần đã hàn ở nhiệt độ cao ngay sau khi hồ quang đi qua;

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng thông thường, trong đó phần đã hàn được làm nguội từ trạng thái được thể hiện trên Fig.3;

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo sáng chế, trong đó phần đã hàn được làm nguội từ trạng thái được thể hiện trên Fig.3;

Fig.6 là đồ thị thể hiện ảnh hưởng của nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn và nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ đối với độ dài của phần bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg trong đó lớp phủ được làm bay hơi;

Fig.7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương pháp thử nghiệm hàn để đánh giá độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng; và

Fig.8 là đồ thị thể hiện ảnh hưởng của nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn và nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ đối với độ dài của phần bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg trong đó lớp phủ được làm bay hơi (với tấm thép có độ dày nhỏ).

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện mỏ hàn và thép nền trong quá trình hàn hồ quang có khí bảo vệ. Mỏ hàn 31 di chuyển theo hướng được biểu thị bằng mũi tên trong khi tạo ra hồ quang 35 trên bề mặt của thép nền 1. Khí bảo vệ 34 được thổi từ chu vi của điện cực 33 và dây hàn 32 được định vị ở tâm của mỏ hàn 31, và bảo vệ hồ quang 35 và bề mặt của thép nền 1 tiếp xúc với nhiệt độ cao khỏi không khí. Một phần của thép nền 1 đã được nung

chảy nhờ nhiệt lượng vào từ hồ quang 35 được hóa rắn nhanh chóng sau khi mỏ hàn 31 đi qua để tạo ra mối hàn 2 làm bằng một kim loại hàn. Khí bảo vệ 34 cần phải là một khí không oxy hóa. Nói chung, khí hỗn hợp Ar-CO₂ chứa một khí trơ, chẳng hạn Ar, có bổ sung CO₂ với lượng xấp xỉ 20% tính theo thể tích được sử dụng. Một điều cần xem xét là CO₂ trong khí bảo vệ 34 được phân ly một phần thành CO và O₂ bởi hồ quang 35 ở trạng thái plasma, và CO có chức năng khử, nhờ đó mối hàn và vùng lân cận của nó được ngăn không cho bị oxy hóa. Vì vậy, sự suy giảm độ bền chống ăn mòn ở phần đã hàn có thể được ngăn chặn.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện một phần đã hàn của một mối nối chồng. Kiểu mối hàn này bằng cách hàn hồ quang thường được sử dụng ở khung của xe ô tô và kết cấu tương tự. Thép nền 1 và một thép nền 1' khác, là các chi tiết dạng tấm bằng thép, được bố trí chồng lên nhau, và thép nền 1 và 1' được liên kết bằng cách tạo ra mối hàn 2 trên bề mặt của thép nền 1 và mặt đầu mút của thép nền 1'. Các đường nét đứt trên hình vẽ thể hiện vị trí của bề mặt của thép nền 1 và vị trí của mặt đầu mút của thép nền 1' trước khi hàn. Giao điểm của bề mặt của thép nền và mối hàn được gọi là mép đường hàn. Trên hình vẽ, mép đường hàn của thép nền 1 được biểu thị bằng số chỉ dẫn 3.

Các hình vẽ từ Fig.3 tới Fig.5 là các hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ được phóng to thể hiện kết cấu của phần tương ứng với vùng lân cận của mép đường hàn 3 được thể hiện trên Fig.2.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện vùng lân cận của phần đã hàn của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ, trong đó phần đã hàn ở nhiệt độ cao ngay sau khi hồ quang đi qua. Bề mặt của thép nền 1 đã được phủ lớp phủ đồng đều 7 trên lớp hợp kim trên cơ sở Fe-Al 6 trước khi hàn, nhưng kim loại của lớp phủ này biến mất bởi trạng thái bay hơi trong vùng gần mép đường hàn 3 (nghĩa là, vùng bị bay hơi của lớp phủ 9) sau khi hồ quang đi qua. Trong vùng có

khoảng cách từ mép đường hàn 3 lớn hơn so với vùng bị bay hơi của lớp phủ 9, lớp phủ ban đầu 7 được nung chảy để tạo ra kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg 8 nhưng không đạt đến hiện tượng biến mất bởi trạng thái bay hơi. Trong vùng có khoảng cách lớn hơn nữa tính từ mép đường hàn 3, lớp phủ ban đầu 7 vẫn không bị nóng chảy. Trên Fig.3, độ dày của kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg 8 và lớp phủ 7 được phóng to cho dễ nhìn.

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg thông thường, trong đó phần đã hàn được làm nguội từ trạng thái được thể hiện trên Fig.3. Trong trường hợp này, kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg (được biểu thị bằng số chỉ dẫn 8 trên Fig.3) trải rộng do tráng ướt trên vùng bị bay hơi của lớp phủ (được biểu thị bằng số chỉ dẫn 9 trên Fig.3) được chế tạo bởi hiện tượng biến mất của lớp phủ khi hàn, và toàn bộ bề mặt của thép nền 1 được phủ lên tới mép đường hàn 3 nhờ lớp hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg 5. Phần của lớp hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg 5 được tạo ra nhờ trạng thái hóa rắn của kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg (được biểu thị bằng số chỉ dẫn 8 trên Fig.3) được gọi là vùng hóa rắn kim loại nóng chảy 10, và phần của lớp hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg 5 được tạo ra với lớp phủ ban đầu 7 được gọi là vùng lớp phủ không bị nóng chảy 11. Trong bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg thông thường, phần ngay liền kề mép đường hàn 3 nói chung là vùng hóa rắn kim loại nóng chảy 10 như được thể hiện trên hình vẽ. Trong trường hợp này, kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg 8 có nhiệt độ pha lỏng thấp như nêu trên, và vì thế phần bề mặt của thép nền 1 là vùng hóa rắn kim loại nóng chảy 10 sau khi làm nguội ở trạng thái tiếp xúc với hợp kim trên cơ sở kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg trong khoảng thời gian tương đối dài trong bước làm nguội sau khi hàn. Phần của thép nền 1 ở kề sát mép đường hàn phải chịu ứng suất kéo do làm nguội sau khi hàn, và vì thế thành phần của kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg có khả năng thấm qua các biên hạt tinh thể của nó. Thành phần thấm qua các biên hạt như vậy có thể là một nhân tố gây ra

trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ thể hiện bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg theo sáng chế, trong đó phần đã hàn được làm nguội từ trạng thái được thể hiện trên Fig.3. Theo sáng chế, khí bảo vệ được sử dụng là khí có lượng CO_2 giảm hoặc khí có lượng CO_2 không tăng. Do đó, một điều cần xem xét là bề mặt của thép nền 1 ở vùng bị bay hơi của lớp phủ (được biểu thị bằng số chỉ dẫn 9 trên Fig.3) tại đó lớp phủ đã biến mất khi hàn bị oxy hóa do chức năng khử yếu của khí bảo vệ, và vì thế nhanh chóng bị phủ bởi một màng oxit mỏng. Như vậy, có thể dự kiến rằng màng oxit ngăn chặn trạng thái trắng ướt của hợp kim trên cơ sở kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg (được biểu thị bằng số chỉ dẫn 8 trên Fig.3), và vì thế hợp kim trên cơ sở kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg được ngăn không cho trải rộng do trắng ướt. Kết quả là, vùng bị bay hơi của lớp phủ 9 duy trì sau khi làm nguội. Như vậy, bước làm nguội được hoàn tất mà không có tiếp xúc giữa bề mặt của thép nền 1 ở vùng lân cận của mép đường hàn 3 và hợp kim trên cơ sở kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg, và nhờ đó thành phần kim loại nóng chảy được ngăn không cho thấm vào thép nền 1 ở vùng này. Vì vậy, độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng đặc biệt tốt có thể được tạo ra bất kể loại thép của thép nền 1. Thậm chí đối với vị trí hàn sao cho độ cao của kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg (được biểu thị bằng số chỉ dẫn 8 trên Fig.3) ở bên trên mép đường hàn 3, hợp kim trên cơ sở kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg được ngăn một cách hữu hiệu không cho trải rộng do trắng ướt do hiệu ứng ngăn ngừa trắng ướt nêu trên.

Theo sáng chế, khí có lượng CO_2 giảm hoặc khí có lượng CO_2 không tăng được sử dụng làm khí bảo vệ, và vì thế mối hàn và vùng lân cận của nó ở trong môi trường có tính oxy hoá nhiều hơn so với khí bảo vệ thông thường. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng làm chi tiết sẽ được liên kết, độ bền chống ăn mòn được cải thiện không những trên bề mặt của lớp phủ mà cả ở vùng lân cận của phần đã

hàn tại đó thép nền được làm lộ ra. Do đó, độ bền chống ăn mòn trong một khoảng thời gian kéo dài được cải thiện nhờ chức năng bảo vệ chống ăn mòn đặc biệt tốt nhờ sản phẩm ăn mòn được tạo ra từ kim loại phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg, bổ sung vào chức năng bảo vệ chống ăn mòn của Zn, và vì thế sự suy giảm của độ bền chống ăn mòn do sử dụng khí có lượng CO₂ giảm hoặc khí có lượng CO₂ không tăng không thể xảy ra khi sử dụng bình thường.

Khoảng cách giữa vùng bị bay hơi của lớp phủ 9 duy trì sau khi làm nguội và mép đường hàn 3 được gọi là độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ trong bản mô tả sáng chế được biểu thị bằng ký hiệu L trên Fig.5. Đã khẳng định được rằng trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng, là vấn đề xuất hiện trong bộ phận kết cấu hàn hồ quang dạng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg, hầu như xảy ra ở vùng lân cận kề sát của mép đường hàn 3, đặc biệt là vùng nhỏ hơn 0,3 mm tính từ mép đường hàn. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng có thể được cải thiện đáng kể khi độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,4 mm. Trong trường hợp độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ là quá lớn, có thể có vấn đề về sự suy giảm của độ bền chống ăn mòn do sự vắng mặt của lớp phủ, và theo các nghiên cứu của các tác giả sáng chế, đã thấy rằng khi độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mm, tác dụng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh đầy đủ có thể thu được nhờ lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg xung quanh, và vì thế không thể có vấn đề về sự suy giảm của độ bền chống ăn mòn ở vùng này. Độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ có thể được kiểm soát sao cho nằm trong khoảng từ 0,3 tới 2,0 mm bằng cách kiểm soát thành phần của khí bảo vệ như sẽ được mô tả sau.

Điều kiện hàn hồ quang có khí bảo vệ

Trong quá trình hàn hồ quang theo sáng chế, cần phải hạn chế nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ tương ứng với nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn. CO₂ có trong khí bảo vệ được phân ly một phần thành CO và O₂ khi tiếp xúc

với hồ quang plasma như nêu trên, và bề mặt của thép nền ở vùng lân cận của mối hàn được làm hoạt hóa nhờ chức năng khử của CO. Trong quá trình hàn hồ quang có khí bảo vệ thông thường, khí bảo vệ chứa CO₂ với lượng xấp xỉ 20% tính theo thể tích nói chung được sử dụng cho các mục đích như vậy làm phương tiện ngăn chặn sự oxy hóa của mối hàn và vùng lân cận của nó. Theo sáng chế, tuy nhiên, chức năng khử bị ngăn chặn hoặc hoàn toàn không được sử dụng, nhờ đó ngăn không cho bề mặt của thép nền ở vùng lân cận của phần đã hàn, mà từ đó lớp phủ đã biến mất bởi trạng thái bay hơi, được làm hoạt hóa quá mức, và vì thế kim loại nóng chảy hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg có trên bề mặt xung quanh của thép nền được ngăn không cho trải rộng do tráng ướt tới mép đường hàn. Nhờ các nghiên cứu chi tiết, trong trường hợp nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ được hạn chế sao cho thỏa mãn công thức (2), tác dụng ngăn chặn sự lan rộng do tráng ướt có thể được tạo ra, và độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ có thể được kiểm soát sao cho nằm trong khoảng từ 0,3 tới 2,0 mm.

Theo sáng chế, đã biết phương pháp kiểm soát nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ, trong đó khi tạo ra bộ phận kết cấu hàn nhờ liên kết các chi tiết thép bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ với khí bảo vệ được dựa trên khí Ar, khí He hoặc khí hỗn hợp Ar-He, ít nhất một trong số các chi tiết được liên kết là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nóng, và nồng độ CO₂ của khí bảo vệ được kiểm soát sao cho thỏa mãn công thức (2) liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) được thể hiện bằng công thức (1):

$$Q = (I \times V) / v \quad (1)$$

$$0 \leq C_{CO_2} \leq 2900Q^{-0,68} \quad (2)$$

trong đó I biểu thị dòng điện hàn (A), V biểu thị điện áp hồ quang (V), v biểu thị tốc độ hàn (cm/giây), và C_{CO₂} biểu thị lượng CO₂ trong khí bảo vệ (% tính theo thể tích).

Trong trường hợp chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên

cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 2,6 mm được áp dụng cho ít nhất một trong số các chi tiết sẽ được liên kết, độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ có thể được kiểm soát sao cho nằm trong khoảng từ 0,3 tới 2,0 mm thậm chí bằng cách áp dụng công thức (3) với giới hạn trên cho phép rộng hơn để thay thế cho công thức (2).

Trong trường hợp này, đã biết phương pháp kiểm soát nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ, trong đó khi tạo ra bộ phận kết cấu hàn nhờ liên kết các chi tiết thép bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ với khí bảo vệ được dựa trên khí Ar, khí He hoặc khí hỗn hợp Ar-He, ít nhất một trong số các chi tiết được liên kết là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 2,6 mm, và nồng độ CO₂ của khí bảo vệ được kiểm soát sao cho thỏa mãn công thức (3) liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) được thể hiện bằng công thức (1):

$$0 \leq C_{CO_2} \leq 205Q^{-0,32} \quad (3)$$

trong đó C_{CO₂} biểu thị lượng CO₂ trong khí bảo vệ (% tính theo thể tích).

Nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ có thể được kiểm soát trong khoảng thỏa mãn công thức (2) hoặc, phụ thuộc vào điều kiện độ dày, công thức (3), và cách thức hữu hiệu hơn là đảm bảo nồng độ CO₂ lớn hơn hoặc bằng 5% tính theo thể tích xét trên quan điểm ổn định hóa hồ quang. Sự ổn định của hồ quang là có lợi khi gia tăng độ sâu nóng chảy. Cụ thể là, công thức (2)' sau đây có thể được áp dụng để thay thế cho công thức (2), và công thức (3)' sau đây có thể được áp dụng để thay thế cho công thức (3):

$$5,0 \leq C_{CO_2} \leq 2900Q^{-0,68} \quad (2)'$$

$$5,0 \leq C_{CO_2} \leq 205Q^{-0,32} \quad (3)'$$

Cụ thể là, trong trường hợp chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày nhỏ

hơn hoặc bằng 2,6 mm được áp dụng cho ít nhất một trong số các chi tiết sẽ được liên kết, phương pháp kiểm soát nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ, trong đó nồng độ CO₂ của khí bảo vệ được kiểm soát sao cho thỏa mãn công thức (4) liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) được thể hiện bằng công thức (1), có thể được áp dụng, và nhờ đó kim loại nóng chảy Zn-Al-Mg có thể được ngăn không cho trải rộng do tráng ướt tới mép đường hàn trong khi làm tăng tối đa chức năng ổn định hóa hồ quang của CO₂.

$$2900Q^{-0,68} \leq C_{CO_2} \leq 205Q^{-0,32} \quad (4)$$

Khí gốc của khí bảo vệ có thể là khí Ar như trong khí bảo vệ thông thường. Khí He hoặc khí hỗn hợp Ar-He cũng có thể được sử dụng. Độ tinh khiết của khí gốc có thể là tương đương với một khí bảo vệ thông thường.

Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn có thể được xác định ở giá trị thích hợp phụ thuộc vào độ dày và yếu tố tương tự. Khi nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn là quá nhỏ, có thể xảy ra trường hợp mỗi hàn trở thành không liên tục do trạng thái nóng chảy không đầy đủ. Mặt khác, khi nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn là quá lớn, hiện tượng bắn tóe có khả năng xảy ra. Nói chung, giá trị thích hợp của nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn có thể được xác định nằm trong khoảng từ 2000 tới 12000 J/cm. Tuy nhiên, trong trường hợp chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 2,6 mm làm ít nhất một trong số các chi tiết cần liên kết được áp dụng, tốt hơn là, nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn nằm trong khoảng từ 2000 tới 4500 J/cm. Đối với các điều kiện hàn khác, ví dụ, lưu lượng khí bảo vệ có thể được kiểm soát ở mức nằm trong khoảng từ 10 tới 30 L/phút. Một thiết bị hàn thông thường có thể được sử dụng.

Một ví dụ về thử nghiệm kiểm tra mối tương quan giữa nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn và nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ và độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ sẽ được mô tả dưới đây.

Ví dụ thử nghiệm 1

Một tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng như được thể hiện trên Bảng 1 được bố trí nằm ngang, và mỗi hàn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép (mỗi hàn trên tấm) với hồ quang được tạo ra từ mỏ hàn di chuyển nằm ngang. Các điều kiện hàn được thể hiện trên Bảng 1. Tiết diện thẳng đứng của thép nền có mỗi hàn và vùng lân cận của nó vuông góc với hướng của mỗi hàn được đưa vào xử lý đánh bóng như gương và khắc mòn bằng dung dịch Nital có nồng độ axit nitric bằng 0,2% tính theo thể tích, và tiếp đó được quan sát bằng một kính hiển vi điện tử quét. Vùng lân cận của mép đường hàn được quan sát, và nhờ đó độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ được biểu thị bằng ký hiệu L trên Fig.5 được đo.

Bảng 1

Tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng	Thành phần của lớp phủ	Al: 6,1% trọng lượng; Mg: 3,1% trọng lượng; Zn: phần còn lại
	Loại thép nền để phủ	Thép lạng Al cacbon thấp
	Kích thước	Độ dày: 3,2, độ rộng: 100, độ dài: 150 (mm)
	Trọng lượng lớp phủ	90 g/m ² cho mỗi bề mặt
Dây hàn		YGW12, đường kính: 1,2 mm
Thành phần của khí bảo vệ		Ar, CO ₂ , Ar-CO ₂ : 2-17% tính theo thể tích
Lưu lượng của khí bảo vệ		20 L/phút
Dòng điện hàn		75 tới 300 A
Điện áp hồ quang		12 tới 30 V
Tốc độ hàn		0,4 m/phút
Độ dài mỗi hàn		100 mm

Các kết quả được thể hiện trên Fig.6. Trên Fig.6, trường hợp trong đó độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm được biểu diễn là “O”, và trường hợp trong đó độ dài này nhỏ hơn 0,3 mm được biểu diễn là “X”. Đồ thị đường cong trong đó nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) và nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ C_{CO_2} (% tính theo thể tích) có mối tương quan $C_{CO_2} = 2900Q^{-0,68}$ xác định rõ ràng độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ có lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm hay không. Trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng, là vấn đề xuất hiện trong bộ phận kết cấu hàn hồ quang sử

dụng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg, hầu như xảy ra ở vùng nhỏ hơn 0,3 mm tính từ mép đường hàn như nêu trên, và vì thế độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng có thể được cải thiện đáng kể bằng cách kiểm soát nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ không vượt quá đồ thị đường cong liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn. Tốt hơn nữa là, nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ lớn hơn hoặc bằng 5,0% tính theo thể tích khi xét trên quan điểm ổn định hóa hồ quang như nêu trên, và thậm chí trong trường hợp này, nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q có thể được xác định trong phạm vi rộng, ví dụ, nằm trong khoảng từ 2000 tới 11500 J/cm, có thể được áp dụng cho khoảng độ dày rộng.

Ví dụ thử nghiệm 2

Tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng (độ dày của thép nền để phủ: 2,6 mm) được thể hiện trên Bảng 1-2 được bố trí nằm ngang, và mỗi hàn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép (mỗi hàn trên tấm) với hồ quang được tạo ra từ mỏ hàn di chuyển nằm ngang. Các điều kiện hàn được thể hiện trên Bảng 1-2. Theo cách giống như trong Ví dụ thử nghiệm 1, vùng lân cận của mép đường hàn được quan sát, và nhờ đó độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ được biểu thị bằng ký hiệu L trên Fig.5 được đo.

Bảng 1-2

Tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng	Thành phần của lớp phủ	Al: 6,1% trọng lượng; Mg: 3,1% trọng lượng; Zn: phần còn lại
	Loại thép nền để phủ	Thép lạng Al cacbon thấp
	Kích thước	Độ dày: 2,6, độ rộng: 100, độ dài: 150 (mm)
	Trọng lượng lớp phủ	90 g/m ² cho mỗi bề mặt
Dây hàn		YGW12, đường kính: 1,2 mm
Thành phần của khí bảo vệ		Ar, CO ₂ , Ar-CO ₂ : 2-17% tính theo thể tích
Lưu lượng của khí bảo vệ		20 L/phút
Dòng điện hàn		75 tới 300 A
Điện áp hồ quang		12 tới 30 V
Tốc độ hàn		0,4 m/phút
Độ dài mỗi hàn		100 mm

Các kết quả được thể hiện trên Fig.8. Trên Fig.8, trường hợp trong đó độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm được biểu diễn

là “O”, và trường hợp trong đó độ dài này nhỏ hơn 0,3 mm được biểu diễn là “X”. Đồ thị đường cong trong đó nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) và nồng độ CO_2 trong khí bảo vệ C_{CO_2} (% tính theo thể tích) có mối tương quan $C_{\text{CO}_2} = 205Q^{-0,32}$ xác định rõ ràng độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ có lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm hay không. Như vậy, trong trường hợp tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg sử dụng thép nền để phủ có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 2,6 mm được áp dụng, giới hạn trên cho phép của nồng độ CO_2 trong khí bảo vệ được mở rộng đáng kể so với trường hợp trên Fig.6 là đồ thị thể hiện ví dụ trong đó độ dày là 3,2 mm. Một điều cần xem xét là với độ dày nhỏ hơn, tốc độ làm nguội sau khi hàn được gia tăng để tạo điều kiện thuận lợi cho trạng thái hóa rắn của kim loại của lớp phủ, đã ở trạng thái nóng chảy sau khi hồ quang đi qua, trước khi lan rộng bằng cách tráng ướt tới vùng bị bay hơi của lớp phủ, và giới hạn trên cho phép của nồng độ CO_2 dựa trên độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ bằng 0,3 mm có thể thay đổi đáng kể ở vị trí mà độ dày của thép nền để phủ (tương ứng với thép nền 1 trên Fig.5) bằng khoảng 3 mm.

Chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng

Theo sáng chế, ít nhất một trong số các chi tiết được liên kết bằng cách hàn hồ quang là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng.

Thép nền để phủ của chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có thể là các loại thép khác nhau phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Tấm thép có độ bền chịu kéo cao có thể được sử dụng làm thép nền. Trong trường hợp công thức (2) được áp dụng, độ dày của thép nền để phủ có thể nằm trong khoảng từ 1,0 tới 6,0 mm, và có thể được kiểm soát nằm trong khoảng từ 2,0 tới 5,0 mm. Khi độ dày của thép nền để phủ nhỏ hơn hoặc bằng 2,6 mm (ví dụ, từ 1,0 tới 2,6 mm), công thức (3) có thể được áp dụng để thay thế cho công thức (2).

Các ví dụ cụ thể về thành phần của lớp phủ của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng chứa Al với lượng từ 1,0 tới 22,0% trọng lượng; Mg với lượng từ 0,05 tới 10,0% trọng lượng; Ti với lượng từ 0 tới 0,10% trọng lượng; B với lượng từ 0 tới 0,05% trọng lượng; Si với lượng từ 0 tới 2,0% trọng lượng; Fe với lượng từ 0 tới 2,5% trọng lượng; lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được. Thành phần của lớp phủ cơ bản phản ánh thành phần của dung dịch phủ nhúng nóng. Phương pháp để phủ nhúng nóng không bị giới hạn cụ thể, và nói chung, việc sử dụng thiết bị phủ nhúng nóng ở trên dây chuyền là có lợi về chi phí. Các nguyên tố thành phần của lớp phủ sẽ được mô tả dưới đây. Tỷ lệ phần trăm đối với nguyên tố thành phần của lớp phủ nghĩa là tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng trừ khi được xác định khác đi.

Al là hữu hiệu để cải thiện độ bền chống ăn mòn của tấm thép được phủ, và ngăn chặn sự hình thành của xỉ oxit dựa trên Mg trong dung dịch phủ nhúng nóng. Để đạt được các chức năng này một cách đầy đủ, tốt hơn là, hàm lượng Al lớn hơn hoặc bằng 1,0% trọng lượng được đảm bảo, và tốt hơn nữa là, hàm lượng Al lớn hơn hoặc bằng 4,0% trọng lượng được đảm bảo. Mặt khác, khi hàm lượng Al là quá lớn, lớp hợp kim Fe-Al giòn có khả năng phát triển ở dạng lớp bên dưới của lớp phủ, và sự phát triển quá mức của lớp hợp kim Fe-Al có thể là một nhân tố gây ra suy giảm sự bám dính của lớp phủ. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, hàm lượng Al tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% trọng lượng, và tốt hơn nữa là được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 15,0% trọng lượng, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% trọng lượng.

Mg tạo ra một sản phẩm ăn mòn đồng đều trên bề mặt của lớp phủ và cải thiện đáng kể độ bền chống ăn mòn của tấm thép được phủ. Tốt hơn là, hàm lượng Mg lớn hơn hoặc bằng 0,05% trọng lượng, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1,0% trọng lượng. Mặt khác, khi hàm lượng Mg trong dung dịch phủ là quá lớn, xỉ oxit dựa trên Mg có khả năng được tạo ra, đây có thể là

một nhân tố gây ra sự suy giảm chất lượng của lớp phủ. Tốt hơn là, hàm lượng Mg nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% trọng lượng.

Khi dung dịch phủ nhúng nóng chứa Ti và B, một ưu điểm được tạo ra là mức độ tự do của các điều kiện sản xuất khi phủ nhúng nóng. Do đó, một hoặc cả hai nguyên tố Ti và B có thể được bổ sung phụ thuộc vào yêu cầu. Lượng bổ sung của các nguyên tố này có thể là lớn hơn hoặc bằng 0,0005% trọng lượng đối với Ti và lớn hơn hoặc bằng 0,0001% trọng lượng đối với B. Khi hàm lượng của Ti và B trong lớp phủ là quá lớn, chúng có thể là nhân tố gây ra khuyết tật bên ngoài ở bề mặt của lớp phủ do các sản phẩm lắng phủ được tạo ra. Trong trường hợp các nguyên tố này được bổ sung, hàm lượng của chúng tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,10% trọng lượng đối với Ti và nhỏ hơn hoặc bằng 0,05% trọng lượng đối với B.

Khi dung dịch phủ nhúng nóng chứa Si, một ưu điểm được tạo ra là sự phát triển quá mức của lớp hợp kim Fe-Al được tạo ra ở mặt phân cách giữa bề mặt của thép nền để phủ và lớp phủ có thể được ngăn chặn, điều này là có lợi để cải thiện khả năng dễ gia công của tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng. Do đó, Si có thể được bổ sung phụ thuộc vào yêu cầu. Trong trường hợp này, hàm lượng Si tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,005% trọng lượng. Hàm lượng Si quá lớn có thể là một nhân tố làm tăng lượng xỉ trong dung dịch phủ nhúng nóng, và do vậy hàm lượng Si tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0% trọng lượng.

Dung dịch phủ nhúng nóng có khả năng chứa Fe vì các tấm thép được nhúng và được dịch chuyển trong đó nhiều lần. Hàm lượng Fe trong lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5% trọng lượng.

Khi trọng lượng lớp phủ của chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng là quá nhỏ, sẽ bất lợi cho việc duy trì độ bền chống ăn mòn và tác dụng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh của bề mặt được phủ trong một khoảng thời gian kéo dài. Nhờ các nghiên cứu khác nhau,

trong trường hợp vùng bị bay hơi của lớp phủ tạo ra ở vùng lân cận của mép đường hàn được để lại theo sáng chế, sẽ có hiệu quả khi trọng lượng lớp phủ của Zn-Al-Mg lớn hơn hoặc bằng 20 g/m^2 cho mỗi bề mặt. Khi trọng lượng lớp phủ là quá lớn, mặt khác, các rỗ khí có khả năng xuất hiện khi hàn. Sự hình thành của các rỗ khí này làm giảm độ bền mối hàn. Do đó, trọng lượng lớp phủ tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 250 g/m^2 cho mỗi bề mặt.

Chi tiết đối diện để hàn

Chi tiết đối diện sẽ được liên kết với chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng bằng cách hàn hồ quang có thể là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng tương tự với chi tiết như đã mô tả trên đây và có thể là các loại thép khác.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Một dải thép cán nguội có thành phần như được thể hiện trên Bảng 2 dưới đây và có độ dày bằng 3,2 mm và độ rộng bằng 1000 mm được sử dụng làm thép nền để phủ và được đưa vào dây chuyền phủ nhúng nóng để sản xuất các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có các thành phần lớp phủ khác nhau. Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được đưa vào hàn hồ quang có khí bảo vệ theo phương pháp kiểm tra sẽ mô tả sau, và ảnh hưởng của thành phần của khí bảo vệ đến đặc tính nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng được nghiên cứu. Thành phần của lớp phủ, trọng lượng lớp phủ và thành phần của khí bảo vệ được thể hiện trên Bảng 4. Các khí bảo vệ được áp dụng cho các ví dụ của sáng chế có thành phần chứa CO_2 với lượng từ 0 tới 16% tính theo thể tích và lượng còn lại là ít nhất một khí trong số Ar và He (điều này cũng áp dụng đối với các ví dụ 2 và 3).

Bảng 2

Thép	Thành phần hóa học (% trọng lượng)						Lưu ý
	C	Si	Mn	Al	Ti	Nb	
A	0,22	0,006	0,8	0,04	-	-	Thép có độ bền chịu kéo cao hạng 490 MPa
B	0,11	0,10	1,8	0,04	-	-	Thép có độ bền chịu kéo cao hạng 590 MPa
C	0,11	0,4	2,0	0,4	0,04	0,02	Thép có độ bền chịu kéo cao hạng 980 MPa

Phương pháp thử nghiệm đặc tính nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng

Như được thể hiện trên Fig.7, thanh thép có dạng chi tiết hình trụ (phần hình trụ) 15 có đường kính bằng 20 mm và độ dài bằng 25 mm được bố trí thẳng đứng ở tâm của mẫu thử 14 (chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng) có kích thước: 100 mm × 75 mm, và mẫu thử 14 và chi tiết hình trụ 15 được liên kết bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ ở các điều kiện hàn được thể hiện trên Bảng 3. Cụ thể là, bước hàn được thực hiện từ điểm bắt đầu hàn S theo chiều kim đồng hồ, và sau khi đi quanh chi tiết hình trụ 15, bước hàn được thực hiện tiếp qua điểm bắt đầu hàn S với các mối hàn chồng nhau, lên tới điểm kết thúc hàn E để tạo ra phần chồng lên 17 của mỗi hàn 16. Mẫu thử 14 được gắn chặt vào một tấm phẳng khi hàn. Thử nghiệm này mô phỏng bằng thực nghiệm trường hợp trong đó vết nứt hàn có khả năng xảy ra.

Bảng 3

Dây hàn	YGW12, đường kính: 1,2 mm
Thành phần của khí bảo vệ	Sáng chế: khí gốc: Ar, He, khí hỗn hợp Ar-He, CO ₂ : với lượng từ 0 tới 16% tính theo thể tích Ví dụ so sánh: Ar-CO ₂ với lượng từ 5,5 tới 20,0% tính theo thể tích
Lưu lượng của khí bảo vệ	20 L/phút
Dòng điện hàn	100 tới 250 A
Điện áp hồ quang	14 tới 32 V
Tốc độ hàn	0,4 m/phút
Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn	2100 tới 12000 J/cm

Sau khi hàn, mặt cắt 20 đi qua trục tâm của chi tiết hình trụ 15 và phần chồng lên 17 của mỗi hàn được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét đối

với phần mẫu thử 14 ở vùng lân cận của phần chồng lên 17 của mỗi hàn, nhờ đó đo độ sâu của vết nứt sâu nhất (nghĩa là, độ sâu vết nứt tối đa) quan sát được trên mẫu thử 14. Vết nứt được xác định là trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 4.

Bảng 4 (Độ dày tấm: 3,2 mm)

Số thứ tự	Thép	Thành phần của lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg (phần còn lại: Zn) (% trọng lượng)						Trọng lượng lớp phủ (g/m ²)	Thành phần của khí bảo vệ (% tính theo thể tích)			Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm)	2900 × Q ^{-0,68}	Độ sâu vết nứt tối đa (mm)	Lưu ý
		Al	Mg	Si	Ti	B	Fe		Ar	He	CO ₂				
1	A	4,1	0,05	-	-	-	-	44	100,0	0,0	0,0	2100	15,97	0	sáng chế
2	B	6,2	2,9	0,5	0,05	0,02	-	92	42,0	50,0	8,0	2100	15,97	0	
3	C	21,2	9,6	0,5	0,03	0,01	0,7	195	0,0	84,0	16,0	2100	15,97	0	
4	A	4,1	0,05	0,3	-	-	0,5	44	0,0	100,0	0,0	3100	12,25	0	
5	B	6,2	2,9	1,5	-	-	0,4	92	47,0	47,0	6,0	3100	12,25	0	
6	C	21,2	9,6	-	-	-	0,5	195	0,0	88,5	11,5	3100	12,25	0	
7	A	4,5	1,1	0,5	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	6000	7,82	0	
8	A	6,1	3,1	-	-	-	-	88	76,5	20,0	3,5	6000	7,82	0	
9	B	14,5	7,7	-	-	-	1,2	129	49,6	45,2	5,2	6000	7,82	0	
10	C	17,8	8,1	0,3	-	-	1,6	165	0,0	93,0	7,0	6000	7,82	0	
11	C	21,6	9,2	0,5	-	-	-	240	94,5	0,0	5,5	6000	7,82	0	
12	A	4,5	1,1	0,5	-	0,04	0,6	35	75,0	25,0	0,0	8000	6,43	0	
13	A	6,1	3,1	0,5	0,04	0,01	-	88	44,5	50,0	5,5	8000	6,43	0	
14	B	10,9	2,9	0,2	-	-	-	91	94,0	0,0	6,0	8000	6,43	0	
15	B	14,5	7,7	1,3	-	-	2,0	129	19,8	75,2	5,0	9000	5,94	0	
16	C	17,8	8,1	1,9	-	-	2,3	165	0,0	94,5	5,5	9000	5,94	0	
17	C	21,6	9,2	0,5	-	-	0,3	240	74,0	26,0	0,0	10000	5,53	0	
18	A	4,4	0,07	0,7	-	-	0,5	41	94,8	0,0	5,2	10000	5,53	0	
19	B	6,0	3,1	0,7	0,09	0,02	-	62	67,0	33,0	0,0	12000	4,88	0	
20	C	15,5	5,0	-	0,05	-	-	115	20,0	78,0	2,0	12000	4,88	0	
21	C	21,3	9,1	-	-	-	-	189	0,0	95,4	4,6	12000	4,88	0	
22	A	4,2	1,6	-	-	-	-	34	80,0	0,0	20,0	2100	15,97	0,5	Ví dụ so sánh
23	B	6,2	2,9	-	-	-	0,5	92	0,0	86,0	14,0	3100	12,25	2,0	
24	C	20,5	9,5	-	-	-	0,4	180	44,0	44,0	12,0	4000	10,30	3,2	
25	A	4,5	1,1	-	-	-	0,5	45	87,0	0,0	13,0	4000	10,30	0,9	
26	B	11,2	2,9	1,3	-	-	-	62	45,0	46,0	9,0	6000	7,82	1,5	
27	C	21,0	9,9	-	0,05	0,01	0,5	240	0,0	80,0	20,0	6000	7,82	3,2	
28	A	4,4	1,2	0,5	-	-	-	60	82,0	10,0	8,0	8000	6,43	0,7	
29	A	6,3	3,0	0,6	0,05	0,01	-	89	50,0	42,0	8,0	8500	6,17	2,0	
30	C	17,5	7,1	-	-	-	-	160	0,0	92,5	7,5	10000	5,53	3,2	
31	A	5,5	0,9	-	-	-	-	76	93,0	0,0	7,0	11000	5,18	1,3	
32	B	10,1	6,9	1,9	-	-	-	155	93,5	0,0	6,5	11500	5,02	3,2	
33	C	21,6	8,3	-	-	-	-	234	0,0	94,5	5,5	12000	4,88	3,2	
34	A	1,1	0,05	-	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	2100	15,97	0	sáng chế
35	A	1,2	0,05	0,3	-	-	0,5	45	75,0	25,0	0,0	3100	12,25	0	
36	B	1,0	1,0	-	-	-	-	64	95,0	0,0	5,0	4000	10,30	0	
37	B	1,1	1,0	0,1	-	0,05	0,4	76	65,0	29,0	6,0	6000	7,82	0	
38	C	1,2	0,5	0,1	0,03	0,05	0,02	95	94,8	0,0	5,2	8000	6,43	0	
39	A	1,2	0,06	-	-	-	-	34	80,0	0,0	20,0	2100	15,97	0,7	Ví dụ so sánh
40	B	1,3	0,5	0,1	-	-	-	47	86,0	0,0	14,0	4000	10,30	1,2	
41	C	1,0	1,2	0,2	0,02	-	0,01	78	50,0	41,0	9,0	10000	5,53	2,8	

Như được thể hiện trên Bảng 4, trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng được quan sát trong các mẫu thử của các ví dụ so sánh trong đó

nồng độ CO_2 trong khí bảo vệ vượt quá phạm vi theo sáng chế. Trong tất cả các mẫu thử này, độ dài vùng bị bay hơi của lớp phủ L (xem Fig.3) trên mẫu thử 14 đều nhỏ hơn 0,3 mm, và hiện tượng nứt giòn sâu nhất của kim loại lỏng được tạo ra ở vị trí trong phạm vi khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng 0,3 mm tính từ mép đường hàn trong hầu hết tất cả các mẫu thử. Mặt khác, trong các mẫu thử của các ví dụ của sáng chế có lượng CO_2 trong khí bảo vệ được giới hạn trong phạm vi thỏa mãn công thức (2), không quan sát thấy trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng. Độ dài vùng bị bay hơi của các lớp phủ L trong các mẫu thử của sáng chế đều lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm.

Ví dụ 2

Một dải thép cán nguội có thành phần như được thể hiện trên Bảng 2 và có độ dày bằng 4,5 mm được sử dụng làm thép nền để phủ và được đưa vào dây chuyền phủ nhúng nóng để sản xuất các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có các thành phần lớp phủ khác nhau. Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được nghiên cứu về ảnh hưởng của thành phần của khí bảo vệ đến đặc tính nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng theo phương pháp đánh giá giống như theo Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 5. Thành phần của lớp phủ, trọng lượng lớp phủ và thành phần của khí bảo vệ được thể hiện trên Bảng 5. Các khí bảo vệ được áp dụng cho các ví dụ của sáng chế có thành phần chứa CO_2 với lượng từ 0 tới 7% tính theo thể tích và lượng còn lại là ít nhất một khí trong số Ar và He.

Bảng 5 (Độ dày tấm: 4,5 mm)

Số thứ tự	Thép	Thành phần của lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg (phần còn lại: Zn) (% trọng lượng)						Trọng lượng lớp phủ (g/m ²)	Thành phần của khí bảo vệ (% tính theo thể tích)			Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm)	2900 × Q ^{-0,68}	Độ sâu vết nứt tối đa (mm)	Lưu ý
		Al	Mg	Si	Ti	B	Fe		Ar	He	CO ₂				
51	A	4,5	1,1	0,5	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	6000	7,82	0	sáng chế
52	A	6,1	3,1	-	-	-	-	88	76,5	20,0	3,5	6000	7,82	0	
53	B	14,5	7,7	-	-	-	1,2	129	49,6	45,2	5,2	6000	7,82	0	
54	C	17,8	8,1	0,3	-	-	1,6	165	0,0	93,0	7,0	6000	7,82	0	
55	C	21,6	9,2	0,5	-	-	-	240	94,5	0,0	5,5	6000	7,82	0	
56	A	4,5	1,1	0,5	-	0,04	0,6	35	75,0	25,0	0,0	8000	6,43	0	
57	A	6,1	3,1	0,5	0,04	0,01	-	88	44,5	50,0	5,5	8000	6,43	0	
58	B	10,9	2,9	0,2	-	-	-	91	94,0	0,0	6,0	8000	6,43	0	
59	B	14,5	7,7	1,3	-	-	2,0	129	19,8	75,2	5,0	9000	5,94	0	
60	C	17,8	8,1	1,9	-	-	2,3	165	0,0	94,5	5,5	9000	5,94	0	
61	C	21,6	9,2	0,5	-	-	0,3	240	74,0	26,0	0,0	10000	5,53	0	
62	A	4,4	0,07	0,7	-	-	0,5	41	94,8	0,0	5,2	10000	5,53	0	
63	B	6,0	3,1	0,7	0,09	0,02	-	62	67,0	33,0	0,0	12000	4,88	0	
64	C	15,5	5,0	-	0,05	-	-	115	20,0	78,0	2,0	12000	4,88	0	
65	C	21,3	9,1	-	-	-	-	189	0,0	95,4	4,6	12000	4,88	0	
66	B	1,1	1,0	0,1	-	0,05	0,4	76	65,0	29,0	6,0	6000	7,82	0	
67	C	1,2	0,5	0,1	0,03	0,05	0,02	95	94,8	0,0	5,2	8000	6,43	0	

Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày bằng 4,5 mm cũng được ngăn không phải chịu trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng bằng cách giới hạn nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ trong phạm vi thỏa mãn công thức (2).

Ví dụ 3

Một dải thép cán nguội có thành phần như được thể hiện trên Bảng 2 và có độ dày bằng 6,0 mm được sử dụng làm thép nền để phủ và được đưa vào dây chuyền phủ nhúng nóng để sản xuất các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có các thành phần lớp phủ khác nhau. Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được nghiên cứu về ảnh hưởng của thành phần của khí bảo vệ đến đặc tính nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng theo phương pháp đánh giá giống như theo Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 6. Thành phần của lớp phủ, trọng lượng lớp phủ và thành phần của khí bảo vệ được thể hiện trên Bảng 6. Các khí bảo vệ được áp dụng cho các ví dụ của sáng chế có thành phần chứa CO₂ với lượng từ 0 tới 6% tính theo thể tích và lượng còn lại là ít nhất một khí trong số Ar và He.

Bảng 6 (Độ dày tấm: 6,0 mm)

Số thứ tự	Thép	Thành phần của lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg (phần còn lại: Zn) (% trọng lượng)						Trọng lượng lớp phủ (g/m^2)	Thành phần của khí bảo vệ (% tính theo thể tích)			Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm)	$2900 \times Q^{-0,68}$	Độ sâu vết nứt tối đa (mm)	Lưu ý
		Al	Mg	Si	Ti	B	Fe		Ar	He	CO ₂				
71	A	4,5	1,1	0,5	-	0,04	0,6	35	75,0	25,0	0,0	8000	6,43	0	sáng chế
72	A	6,1	3,1	0,5	0,04	0,01	-	88	44,5	50,0	5,5	8000	6,43	0	
73	B	10,9	2,9	0,2	-	-	-	91	94,0	0,0	6,0	8000	6,43	0	
74	B	14,5	7,7	1,3	-	-	2,0	129	19,8	75,2	5,0	9000	5,94	0	
75	C	17,8	8,1	1,9	-	-	2,3	165	0,0	94,5	5,5	9000	5,94	0	
76	C	21,6	9,2	0,5	-	-	0,3	240	74,0	26,0	0,0	10000	5,53	0	
77	A	4,4	0,07	0,7	-	-	0,5	41	94,8	0,0	5,2	10000	5,53	0	
78	B	6,0	3,1	0,7	0,09	0,02	-	62	67,0	33,0	0,0	12000	4,88	0	
79	C	15,5	5,0	-	0,05	-	-	115	20,0	78,0	2,0	12000	4,88	0	
80	C	21,3	9,1	-	-	-	-	189	0,0	95,4	4,6	12000	4,88	0	
81	C	1,2	0,5	0,1	0,03	0,05	0,02	95	94,8	0,0	5,2	8000	6,43	0	

Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày bằng 6,0 mm cũng được ngăn không cho phải chịu trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng bằng cách giới hạn nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ trong phạm vi thỏa mãn công thức (2).

Ví dụ 4

Một dải thép cán nguội có thành phần như được thể hiện trên Bảng 2 và có độ dày bằng 2,6 mm được sử dụng làm thép nền để phủ và được đưa vào dây chuyền phủ nhúng nóng để sản xuất các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có các thành phần lớp phủ khác nhau. Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được nghiên cứu về ảnh hưởng của thành phần của khí bảo vệ đến đặc tính nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng theo phương pháp đánh giá giống như theo Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 7. Thành phần của lớp phủ, trọng lượng lớp phủ và thành phần của khí bảo vệ được thể hiện trên Bảng 7. Các khí bảo vệ được áp dụng cho các ví dụ của sáng chế có thành phần chứa CO₂ với lượng từ 0 tới 17% tính theo thể tích và lượng còn lại là ít nhất một khí trong số Ar và He.

Bảng 7 (Độ dày tấm: 2,6 mm)

Số thứ tự	Thép	Thành phần của lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg (phần còn lại: Zn) (% trọng lượng)						Trọng lượng lớp phủ (g/m^2)	Thành phần của khí bảo vệ (% tính theo thể tích)			Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm)	$205 \times Q^{-0,32}$	Độ sâu vết nứt tối đa (mm)	Lưu ý
		Al	Mg	Si	Ti	B	Fe		Ar	He	CO ₂				
91	A	4,1	0,05	-	-	-	-	44	100,0	0,0	0,0	2100	17,73	0	Sáng chế
92	B	6,2	2,9	0,5	0,05	0,02	-	92	33,0	50,0	17,0	2100	17,73	0	Ví dụ so sánh
93	C	21,2	9,6	0,5	0,03	0,01	0,7	195	0,0	83,0	17,0	2100	17,73	0	Ví dụ so sánh
94	A	4,1	0,05	0,3	-	-	0,5	44	0,0	100,0	0,0	3100	15,65	0	Sáng chế
95	B	6,2	2,9	1,5	-	-	0,4	92	40,0	47,0	13,0	3100	15,65	0	Ví dụ so sánh
96	C	21,2	9,6	-	-	-	0,5	195	0,0	85,0	15,0	3100	15,65	0	Ví dụ so sánh
97	A	4,5	1,1	0,5	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	4500	13,89	0	Sáng chế
98	A	6,1	3,1	-	-	-	-	88	70,0	20,0	10,0	4500	13,89	0	Ví dụ so sánh
99	B	14,5	7,7	-	-	-	1,2	129	44,8	45,2	10,0	4500	13,89	0	Ví dụ so sánh
100	C	17,8	8,1	0,3	-	-	1,6	165	0,0	90,0	10,0	4500	13,89	0	Ví dụ so sánh
101	A	1,1	0,05	-	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	2100	17,73	0	Sáng chế
102	A	1,2	0,05	0,3	-	-	0,5	45	60,0	25,0	15,0	3100	15,65	0	Ví dụ so sánh
103	B	1,0	1,0	-	-	-	-	64	88,0	0,0	12,0	4000	14,42	0	Ví dụ so sánh

Trong trường hợp các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày bằng 2,6 mm được sử dụng, đã xác nhận được rằng trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng được ngăn chặn trong phạm vi giới hạn trên cho phép thỏa mãn công thức (3), phạm vi công thức này rộng hơn so với công thức (2).

Ví dụ 5

Một dải thép cán nguội có thành phần như được thể hiện trên Bảng 2 và có độ dày bằng 1,6 mm được sử dụng làm thép nền để phủ và được đưa vào dây chuyền phủ nhúng nóng để sản xuất các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có các thành phần lớp phủ khác nhau. Các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được nghiên cứu về ảnh hưởng của thành phần của khí bảo vệ đến đặc tính nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng theo phương pháp đánh giá giống như theo Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 8. Thành phần của lớp phủ, trọng lượng lớp phủ và

thành phần của khí bảo vệ được thể hiện trên Bảng 8. Các khí bảo vệ được áp dụng cho các ví dụ của sáng chế có thành phần chứa CO₂ với lượng từ 0 tới 17% tính theo thể tích và lượng còn lại là ít nhất một khí trong số Ar và He.

Bảng 8 (Độ dày tấm: 1,6 mm)

Số thứ tự	Thép	Thành phần của lớp phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg (phần còn lại: Zn) (% trọng lượng)						Trọng lượng lớp phủ (g/m ²)	Thành phần của khí bảo vệ (% tính theo thể tích)			Nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm)	205 × Q ^{-0,32}	Độ sâu vết nứt tối đa (mm)	Lưu ý
		Al	Mg	Si	Ti	B	Fe		Ar	He	CO ₂				
111	A	4,1	0,05	-	-	-	-	44	100,0	0,0	0,0	2100	17,73	0	Sáng chế
112	B	6,2	2,9	0,5	0,05	0,02	-	92	33,0	50,0	17,0	2100	17,73	0	Ví dụ so sánh
113	C	21,2	9,6	0,5	0,03	0,01	0,7	195	0,0	83,0	17,0	2100	17,73	0	Ví dụ so sánh
114	A	4,1	0,05	0,3	-	-	0,5	44	0,0	100,0	0,0	3100	15,65	0	Sáng chế
115	B	6,2	2,9	1,5	-	-	0,4	92	40,0	47,0	13,0	3100	15,65	0	Ví dụ so sánh
116	C	21,2	9,6	-	-	-	0,5	195	0,0	85,0	15,0	3100	15,65	0	Ví dụ so sánh
117	A	4,5	1,1	0,5	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	4500	13,89	0	Sáng chế
118	A	6,1	3,1	-	-	-	-	88	70,0	20,0	10,0	4500	13,89	0	Ví dụ so sánh
119	B	14,5	7,7	-	-	-	1,2	129	44,8	45,2	10,0	4500	13,89	0	Ví dụ so sánh
120	C	17,8	8,1	0,3	-	-	1,6	165	0,0	90,0	10,0	4500	13,89	0	Ví dụ so sánh
121	A	1,1	0,05	-	-	-	-	35	100,0	0,0	0,0	2100	17,73	0	Sáng chế
122	A	1,2	0,05	0,3	-	-	0,5	45	60,0	25,0	15,0	3100	15,65	0	Ví dụ so sánh
123	B	1,0	1,0	-	-	-	-	64	88,0	0,0	12,0	4000	14,42	0	Ví dụ so sánh

Trong trường hợp các tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng sử dụng thép nền để phủ có độ dày bằng 1,6 mm được sử dụng, đã xác nhận được rằng trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng được ngăn chặn trong phạm vi thỏa mãn công thức (3).

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, độ bền chống nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng đặc biệt tốt có thể được tạo ra một cách ổn định cho kết cấu hàn hồ quang sử dụng tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, tấm thép này vốn có khả năng chịu được trạng thái nứt bởi sự hoá giòn do kim loại lỏng, mà không làm tăng đáng kể chi phí. Giới hạn trên cho phép của nồng độ CO₂ trong khí bảo vệ được xác định tương ứng với nhiệt lượng đầu vào của quá

trình hàn, và vì thế các ưu điểm liên quan tới việc sử dụng kết hợp CO₂ (ví dụ, tác dụng ngăn chặn sự oxy hóa ở vùng lân cận của mối hàn bằng cách sử dụng chức năng khử của CO được tạo ra nhờ hồ quang) có thể được tận dụng tối đa. Không có giới hạn cụ thể về loại thép đối với thép nền để phủ, và vì thế không cần phải sử dụng thép có một nguyên tố đặc biệt được bổ sung để ngăn chặn hiện tượng nứt giòn của kim loại nóng chảy. Độ bền chống hiện tượng nứt giòn đặc biệt tốt của kim loại lỏng có thể được tạo ra thậm chí với tấm thép có độ bền chịu kéo cao. Hơn nữa, sáng chế cho phép mức độ tự do cao khi lựa chọn hình dạng của các chi tiết. Do đó, sáng chế có thể góp phần vào việc phổ biến bộ phận kết cấu tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg hàn hồ quang trong nhiều lĩnh vực khác nhau kể cả bộ phận kết cấu hàn hồ quang dùng cho thân xe ô tô sử dụng tấm thép có độ bền chịu kéo cao là sản phẩm dự kiến có nhu cầu tăng cao.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả chi tiết liên quan tới các phương án ưu tiên của nó, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng các thay đổi khác nhau có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo bộ phận kết cấu hàn hồ quang bao gồm bước liên kết các chi tiết thép bằng cách hàn hồ quang có khí bảo vệ để tạo ra bộ phận kết cấu hàn, ít nhất một trong số các chi tiết được liên kết là chi tiết dạng tấm bằng thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, và khí bảo vệ là khí trên cơ sở khí Ar, khí He hoặc khí hỗn hợp Ar-He và khác biệt ở chỗ, khí bảo vệ này chứa lượng CO₂ từ 0 tới 17% tính theo thể tích và thỏa mãn công thức (2) liên quan tới nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q (J/cm) được thể hiện bằng công thức (1):

$$Q = (I \times V) / v \quad (1)$$

$$0 \leq C_{CO_2} \leq 2900Q^{-0,68} \quad (2)$$

trong đó I biểu thị dòng điện hàn (A), V biểu thị điện áp hồ quang (V), v biểu thị tốc độ hàn (cm/giây), và C_{CO₂} biểu thị lượng CO₂ trong khí bảo vệ (% tính theo thể tích).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiệt lượng đầu vào của quá trình hàn Q nằm trong khoảng từ 2000 tới 12000 J/cm.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có lớp phủ chứa: Al với lượng từ 1,0 tới 22,0% trọng lượng; Mg với lượng từ 0,05 tới 10,0% trọng lượng; Ti với lượng từ 0 tới 0,10% trọng lượng; B với lượng từ 0 tới 0,05% trọng lượng; Si với lượng từ 0 tới 2,0% trọng lượng; Fe với lượng từ 0 tới 2,5% trọng lượng; lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó tấm thép được phủ hợp kim trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có trọng lượng lớp phủ nằm trong khoảng từ 20 tới 250 g/m² cho mỗi bề mặt.

FIG.1

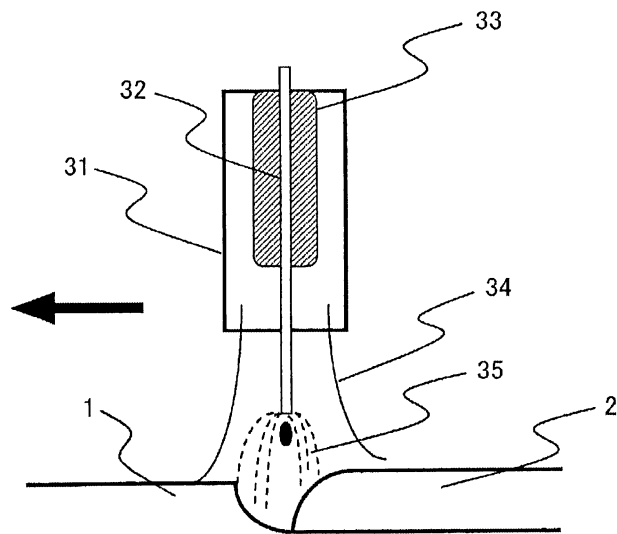


FIG.2

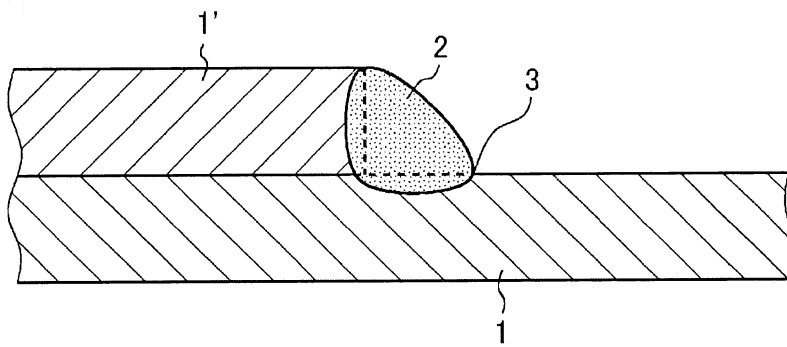


FIG.3

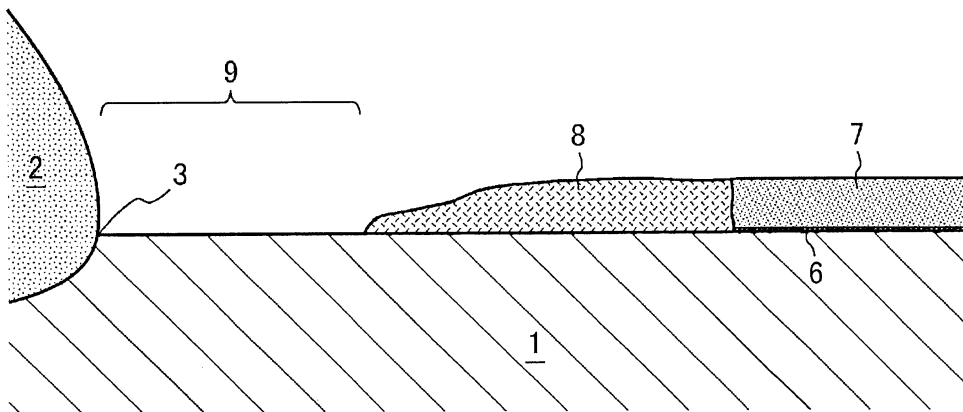


FIG.4

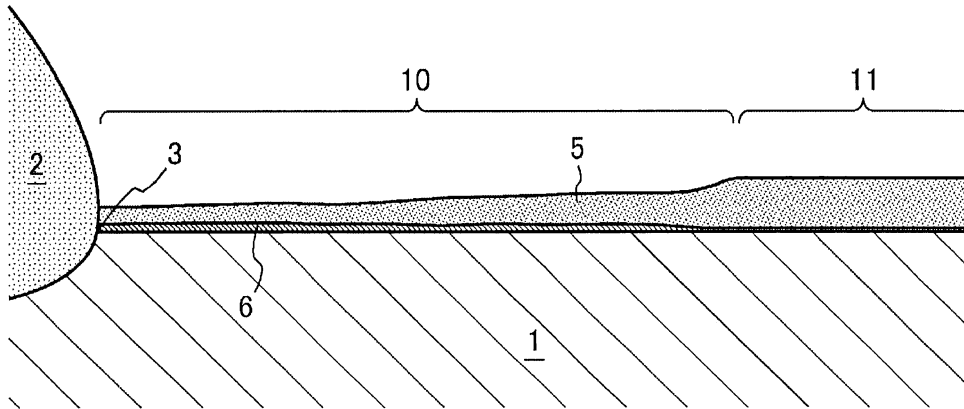


FIG.5

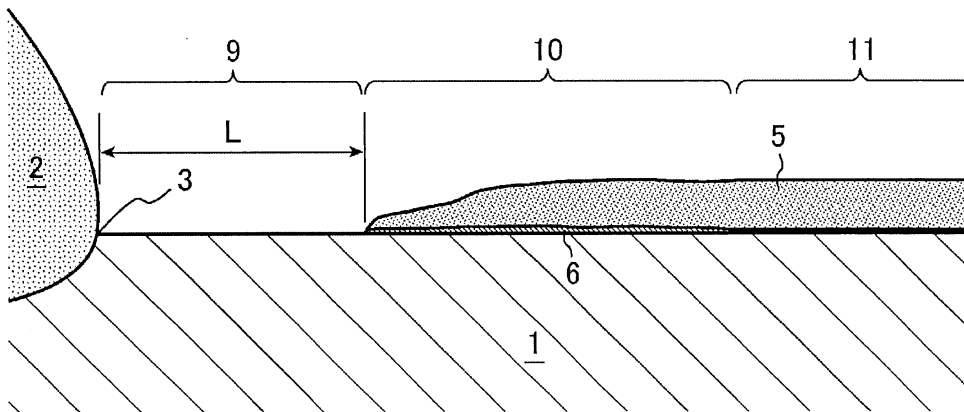


FIG.6

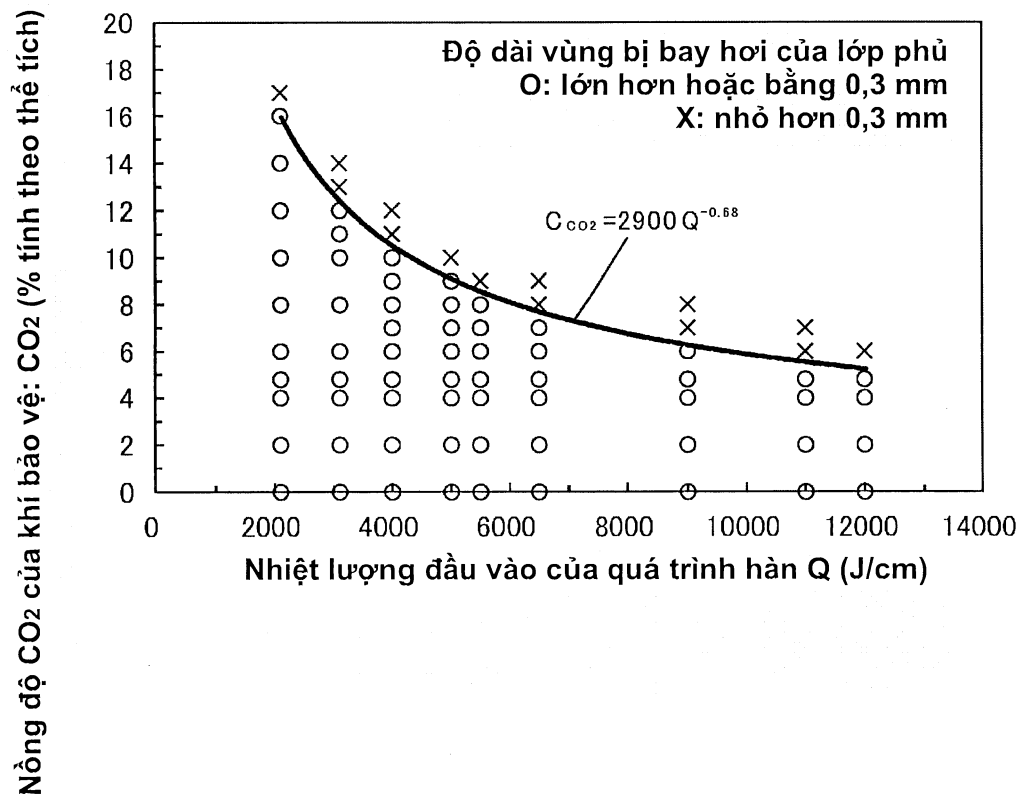


FIG.7

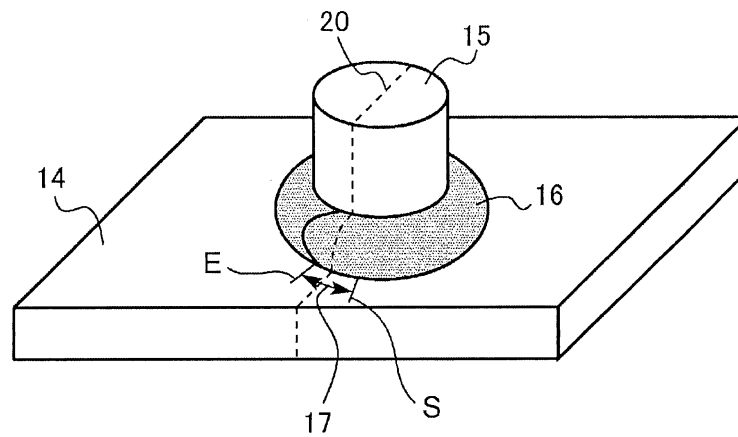


FIG.8

