



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0051384

(51)^{2021.01} **B23K 26/242**; B23K 35/30; C22C 38/00; (13) **B**
C22C 38/58; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/14; B23K 35/02; C22C 38/02

(21) 1-2022-06353

(22) 07/12/2021

(86) PCT/KR2021/018413 07/12/2021

(87) WO 2022/131652 23/06/2022

(30) 10-2020-0178320 18/12/2020 KR

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/09/2023 426A

(73) POSCO (KR)

(Goedong-dong) 6261, Donghaean-ro, Nam-gu, Pohang-si, Gyeongsangbuk-do
37859, Republic of Korea

(72) BAE, Gyu-Yeol (KR); LEE, Sang-Min (KR).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

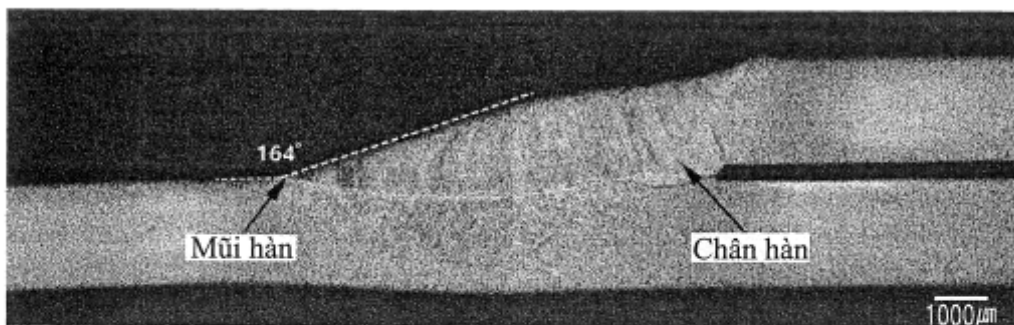
(54) CẤU KIỆN HÀN CÓ ĐỘ BỀN MỎI RẤT TỐT Ở PHẦN HÀN VÀ PHƯƠNG
PHÁP SẢN XUẤT CẤU KIỆN HÀN NÀY

(21) 1-2022-06353

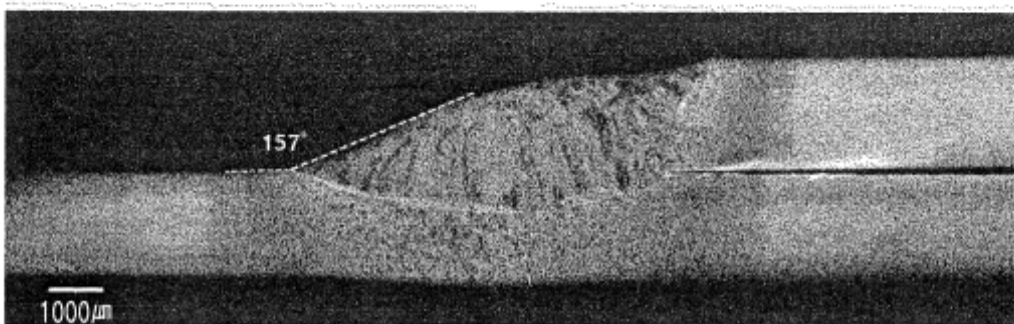
(57) Sáng chế đề cập đến cấu kiện hàn đạt được bằng cách phủ chồng các phần của hai tấm kim loại nền và thực hiện hàn nổi tại đó sử dụng vật liệu hàn, và tạo ra cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn, và phương pháp sản xuất cấu kiện này, cấu kiện hàn bao gồm kim loại nền, đường hàn và kim loại hàn tăng cường ở chân, trong đó kim loại nền có độ bền kéo là 780 MPa, đường hàn có góc mũi là 160 độ hoặc lớn hơn và đường hàn và kim loại hàn tăng cường ở chân có độ cứng Vicker là 280-320 Hv và độ bền mỏi là 350 MPa hoặc cao hơn.

Fig. 1

(a)



(b)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn và phương pháp sản xuất cấu kiện hàn này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực xe ô tô, việc nghiên cứu về công nghệ nhẹ dùng cho các chi tiết và thân xe đang nổi lên như một vấn đề lớn do các chính sách điều chỉnh hiệu suất, phù hợp với sự bảo vệ môi trường đối với các vấn đề như sự nóng lên toàn cầu. Các chi tiết khung gầm, quan trọng đối với hiệu suất lái của ô tô, cũng yêu cầu ứng dụng vật liệu thép có độ bền cao để giảm trọng lượng, theo nguyên lý này. Để đạt được sự giảm trọng lượng của các chi tiết này, điều cần thiết là tăng độ bền của vật liệu, và nó là thông số quan trọng để bảo đảm độ bền của các chi tiết được làm bằng các vật liệu thép có độ bền cao trong môi trường trong đó các tải trọng mỏi lặp lại được áp dụng. Trong trường hợp hàn hồ quang, được sử dụng chủ yếu để đảm bảo độ bền khi lắp ráp các chi tiết khung gầm của ô tô, vì mỗi hàn chồng được thực hiện giữa các chi tiết bằng cách hàn bằng que hàn, nên chắc chắn tạo ra phần môi hàn có dạng hình học. Tuy nhiên, vì điều này hoạt động như phần tập trung ứng suất mỗi lắp lại (hiệu ứng rãnh khía) và trở thành điểm khởi đầu vết nứt, dẫn đến sự giảm đặc tính độ bền của các chi tiết, nên có hạn chế trong đó ưu điểm của việc áp dụng các vật liệu thép có độ bền cao bị mất. Như được mô tả ở trên, đối với đặc tính mỏi của phần hàn, điều quan trọng nhất là giảm góc (góc mũi) của phần đầu của đường hàn, chủ yếu là phần tập trung ứng suất, và đã được báo cáo rằng không có sự tương quan trực tiếp với việc hóa mềm vùng ảnh hưởng nhiệt độ (HAZ) do nhiệt đưa vào từ quá trình hàn.

Trong khi đó, với kỹ thuật tiêu biểu để giải quyết vấn đề này, tài liệu sáng chế 1 được đề xuất. Trong tài liệu sáng chế 1, khái niệm về việc kiểm soát vật liệu cho từng đoạn nhiệt độ của phần mũi của đường hàn, tức là, vùng ảnh hưởng nhiệt độ (HAZ), để cải thiện đặc tính mỏi của phần hàn hồ quang của vật liệu thép có độ dày bản thép là 5 mm hoặc nhỏ hơn và độ bền kéo là 780 MPa hoặc lớn hơn (ví dụ, vị trí có độ cứng nhỏ nhất ở độ sâu là 0,1 mm trên mặt phẳng phải cách đường nóng chảy ít nhất là 0,3 mm),

nhưng các chi tiết của phương pháp hàn cụ thể có thể cải thiện đặc tính mỗi bằng cách giảm góc mũi đường hàn là không đủ.

Đối với kỹ thuật khác, các tài liệu sáng chế 2 và 3 được đề xuất. Tài liệu sáng chế 2 đề xuất rằng đặc tính mỗi có thể được cải thiện bằng cách áp dụng ứng suất nén nhờ va đập liên tục phần đầu của đường hàn bằng máy đục (chốt đập) để tạo thành vùng biến dạng dẻo, và tài liệu sáng chế 3 đề xuất phương pháp xử lý nấu chảy lại phần đầu của đường hàn thông qua nguồn nhiệt plasma sau khi hàn để giảm góc mũi của đường hàn hồ quang giữa khung phụ và giá đỡ, là các chi tiết khung gầm dùng cho ô tô. Tuy nhiên, các phương pháp được đề xuất ở trên có hạn chế không thể tránh khỏi là chi phí của quy trình có thể tăng lên khi sản xuất các chi tiết vì quy trình sau hàn được thêm vào.

Đối với kỹ thuật khác, tài liệu sáng chế 4 được đề xuất. Tài liệu sáng chế 4 đề xuất cấu kiện hàn có thể bảo đảm độ bền mỏi rất tốt mà không cần việc xử lý sau xử lý đặc biệt như nấu chảy lại bằng laze sau khi hàn, nhưng có nhược điểm là mức độ bền mỏi chỉ ở mức lên đến 285 MPa.

Danh mục các tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2013-220431

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2014-014831

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2014-004609

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Hàn Quốc số 10-2019-0103244

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn và phương pháp sản xuất cấu kiện hàn này.

Giải pháp cho vấn đề

Theo một khía cạnh của sáng chế, cấu kiện hàn đạt được bằng cách phủ chồng

một phần của hai vật liệu nền và thực hiện hàn nổi sử dụng vật liệu hàn, cấu kiện hàn có độ bền mỗi rất tốt ở phần hàn của nó, cấu kiện hàn này bao gồm: vật liệu nền, đường hàn và kim loại hàn tăng cường của phần chân, trong đó vật liệu nền có độ bền kéo là 780 MPa hoặc lớn hơn, đường hàn có góc mũi là 160° hoặc lớn hơn, và đường hàn và kim loại hàn tăng cường trong phần chân có độ cứng Vickers trung bình từ 280 đến 320 Hv và độ bền mỗi trung bình là 350 MPa hoặc lớn hơn.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp sản xuất cấu kiện hàn đạt được bằng cách phủ chồng một phần của hai vật liệu nền và thực hiện hàn nổi sử dụng vật liệu hàn, cấu kiện hàn có độ bền mỗi rất tốt ở phần hàn của nó, trong phương pháp này, trong đó vật liệu nền có độ bền kéo là 780 MPa hoặc lớn hơn, trong suốt quá trình hàn, khí bảo vệ chứa, theo % thể tích, 5 đến 10% CO_2 và phần còn lại là Ar được sử dụng, trong suốt quá trình hàn, nhiệt cấp vào hàn (Q) được xác định bởi phương trình 1 sau đây thỏa mãn $1,15t \leq Q \leq 1,6t$ (trong đó, t là độ dày của vật liệu nền (mm), và đơn vị của Q là kJ/cm), vật liệu hàn có điện trở suất (R) được xác định bởi phương trình 2 sau đây thỏa mãn $0,5 \leq R \leq 1,1$, và X được xác định bởi phương trình 3 sau đây thỏa mãn $0,6 \leq X \leq 3,4$,

$$\text{Phương trình 1: } Q = (I \times E) \times 0,048 / v$$

$$\text{Phương trình 2: } R = [\text{Si}] + 0,25 \times ([\text{Mn}] + [\text{Cr}])$$

$$\text{Phương trình 3: } X = 28 \times [\text{Si}] / [\text{Mn}]^2 - [\text{Cr}] / 3 + 4 \times [\text{Mo}]$$

(Tuy nhiên, trong phương trình 1, I, E, và v lần lượt biểu diễn dòng điện hàn [A], điện áp hàn [V], và tốc độ hàn (cm/phút), và trong phương trình 2 và phương trình 3, và [Si], [Mn], [Cr] và [Mo] biểu diễn từng hàm lượng nguyên tố (% khối lượng)).

Hiệu quả của sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất cấu kiện hàn có độ bền mỗi rất tốt ở phần hàn và phương pháp sản xuất cấu kiện hàn này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ảnh được chụp bằng kính hiển vi quang học sau khi khắc mòn kết cấu mặt cắt ngang của cấu kiện hàn theo một phương án của sáng chế bằng dung dịch nital, Fig.1(a) là ảnh của ví dụ sáng chế 1, và Fig.1(b) là ảnh của ví dụ so sánh 5.

Fig.2 minh họa sự phân bố độ cứng của cấu kiện hàn theo một phương án của sáng chế, Fig.2(a) minh họa sự phân bố độ cứng của ví dụ sáng chế 1, và Fig.2(b) minh họa sự phân bố độ cứng của ví dụ so sánh 5.

Fig.3 là ảnh chụp chất lượng hình ảnh (Image Quality, IQ) và ảnh chụp hình ngược cực (Inverse Pole Figure, IPF) của ví dụ sáng chế 1 theo một phương án của sáng chế được quan sát với EBSD.

Fig.4 là ảnh chụp chất lượng hình ảnh (IQ) và ảnh chụp hình ngược cực (IPF) của ví dụ so sánh 5 theo một phương án của sáng chế được quan sát với EBSD.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Cấu kiện hàn theo sáng chế có thể đạt được bằng cách phủ chồng một phần của hai vật liệu nền và thực hiện hàn nối sử dụng vật liệu hàn. Trong trường hợp này, cấu kiện hàn có thể bao gồm vật liệu nền, đường hàn, và kim loại hàn tăng cường của phần chân. Kim loại hàn tăng cường trong phần chân đề cập đến kim loại hàn bổ sung được tạo ra theo đặc tính thâm nhập trong đó kim loại nóng chảy thâm nhập nhẹ nhàng giữa bản thép trên và bản thép dưới của phần môi hàn phủ chồng trong quá trình hàn hồ quang chân khí. Kim loại hàn tăng cường của phần chân có mặt giữa phần đầu sau của đường hàn và phần phủ chồng của vật liệu nền. Nhờ tạo thành kim loại hàn tăng cường ở phần chân trong vùng này, có thể ngăn chặn hiệu quả sự giảm độ bền mỏi do sự tập trung ứng suất ở phần chân hàn trong môi trường môi thông thường.

Tốt hơn nếu vật liệu nền có độ bền kéo là 780 MPa hoặc lớn hơn. Như được mô tả ở trên, bằng cách sử dụng vật liệu nền có độ bền cao, có thể đạt được việc giảm trọng lượng khi được áp dụng cho các phần của thân xe ô tô được sử dụng trong lĩnh vực xe ô tô. Trong khi đó, theo sáng chế, miễn là nó là loại thép có độ bền cao bằng 780 MPa hoặc lớn hơn như được mô tả ở trên, thì loại vật liệu không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, tốt hơn nếu nó có thể có thành phần hợp kim tương tự với thành phần hợp kim của vật liệu hàn được áp dụng cho sáng chế. Ví dụ, vật liệu nền có thể bao gồm, theo % khối lượng, 0,02 đến 0,08% C; 0,01 đến 0,5% Si; 0,8 đến 1,8% Mn; 0,01 đến 0,1% Al; 0,001 đến 0,02% P; 0,001 đến 0,01% S; 0,001 đến 0,01% N; 0,01 đến 0,12% Ti; 0,01 đến 0,05% Nb, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Ngoài ra, vật liệu nền có

thể còn bao gồm ít nhất một trong số Mo, Cr, V, Ni, và B sao cho tổng lượng của chúng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu nền có thể có độ dày từ 1,0 đến 2,0 mm. Khi độ dày của vật liệu nền nhỏ hơn 1,0 mm, có thể có nhược điểm là khó thể hiện đủ lực hồ quang để tạo thành kim loại hàn tăng cường của phần chân cũng như nhạy cảm với sự nóng chảy trong quá trình hàn hồ quang chấn khí thông thường. Mặt khác, khi độ dày của nó vượt quá 2,0 mm, mức độ dày của phần mối hàn chồng lặp trở nên quá mức, do đó có thể khó bảo đảm góc mũi đường hàn để bảo đảm độ bền mối rất tốt.

Khoảng cách của phần phủ chồng giữa hai vật liệu nền (khoảng cách giữa bản thép trên và bản thép dưới được hàn) có thể là 0,5 mm hoặc nhỏ hơn (bao gồm 0 mm). Khi khoảng cách của phần phủ chồng giữa hai vật liệu nền vượt quá 0,5 mm, có thể khó bảo đảm góc mũi đường hàn để đạt được độ bền mối rất tốt trong khoảng độ dày vật liệu nền thích hợp. Khoảng cách của phần phủ chồng giữa hai vật liệu nền đề cập đến khoảng cách giữa bản thép trên và bản thép dưới được hàn.

Tốt hơn nếu, góc mũi đường hàn là 160° hoặc lớn hơn. Góc mũi đường hàn đề cập đến góc giữa đường hàn và vật liệu nền được định vị ở phần dưới của hai vật liệu nền tại phần đầu của đường hàn. Lý do để điều khiển góc mũi đường hàn là để giảm bớt sự tập trung ứng suất của chi tiết hàn trong môi trường môi thông thường. Tức là, bằng cách điều khiển góc mũi đường hàn ở mức cao, hiệu quả cải thiện đáng kể độ bền mối so với phần hàn thông thường có thể đạt được, và nếu góc mũi đường hàn nhỏ hơn 160° , thì có thể khó đạt đủ hiệu quả này.

Đường hàn có thể bao gồm vi kết cấu của ít nhất một trong số ferit hình kim và bainit, và ferit hình kim và bainit có thể có kích thước hạt có hiệu quả trung bình là 5 μm hoặc nhỏ hơn. Ferit hình kim và bainit là các vi kết cấu có lợi để đảm bảo độ bền và độ dai của kim loại hàn, tức là, đường hàn. Ngoài ra, theo sáng chế, có thể đạt được hiệu quả bảo đảm đồng thời đủ độ bền và độ dai của đường hàn và kim loại hàn tăng cường trong phần chân bằng cách tinh luyện các hạt tinh thể của ferit hình kim và bainit. Nếu kích thước hạt có hiệu quả trung bình của ferit hình kim và bainit vượt quá 5 μm , thì khó để bảo đảm đồng thời đủ độ bền và độ dai của kim loại hàn như được mô tả ở trên. Trong khi đó, kích thước hạt có hiệu quả trung bình nêu trên đề cập đến kích thước trung bình của các hạt được chuyển hóa từ số lượng hạt trên đơn vị diện tích.

Trong khi đó, vật liệu hàn được sử dụng trong suốt quá trình hàn, có thể bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,06 đến 0,1%, Si: 0,04 đến 0,2%, Mn: 1,6 đến 1,9%, Cr: 0,5 đến 1,6%, Mo: 0,1 đến 0,6%, phần còn lại là Fe, và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

Cacbon (C): 0,06 đến 0,1%

Cacbon (C) là nguyên tố có lợi cho hoạt động làm ổn định hồ quang để tán nhỏ thể tích. Khi hàm lượng C nhỏ hơn 0,06%, thể tích trở nên thô và hồ quang trở nên không bền, và lượng sinh ra giọt tóe tăng lên, và có thể khó bảo đảm đủ độ bền của kim loại hàn, mà là nhược điểm. Mặt khác, khi hàm lượng C vượt quá 0,1%, có thể có nhược điểm là độ nhót của kim loại nóng chảy bị hạ thấp, dẫn đến hình dạng đường hàn xấu, cũng như sự tôi cứng quá mức của kim loại hàn, do đó làm giảm độ dai. Giới hạn dưới của hàm lượng C tốt hơn nữa là 0,062%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,065%, và tốt nhất là 0,07%. Giới hạn trên của hàm lượng C tốt hơn nữa là 0,095%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,09%, và tốt nhất là 0,085%.

Silic (Si): 0,04 đến 0,2%

Silic (Si) là nguyên tố (nguyên tố khử oxy) xúc tiến sự khử oxy của kim loại nóng chảy trong quá trình hàn hồ quang, và có hiệu quả trong việc ngăn chặn sự xuất hiện các rỗ. Khi hàm lượng Si nhỏ hơn 0,04%, có thể có nhược điểm là sự khử oxy trở nên thiếu và các rỗ được tạo ra dễ dàng, và khi hàm lượng Si vượt quá 0,2%, có thể có nhược điểm là xỉ không dẫn được tạo ra một cách đáng kể, gây ra các khuyết tật của sơn trong phần hàn và khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy bị hạ thấp do thiếu sự hoạt hóa bề mặt của phần hàn do sự khử oxy quá mức. Giới hạn dưới của hàm lượng Si tốt hơn nữa là 0,045%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,05%, và tốt nhất là 0,06%. Giới hạn trên của hàm lượng Si tốt hơn nữa là 0,15%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,1%, và tốt nhất là 0,08%.

Mangan (Mn): 1,6 đến 1,9%

Mangan (Mn) là nguyên tố khử oxy và là nguyên tố để xúc tiến sự khử oxy của kim loại nóng chảy trong quá trình hàn hồ quang và ức chế sự tạo thành các rỗ. Khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 1,6%, có thể có nhược điểm là sự khử oxy trở nên thiếu trong khoảng thích hợp của hàm lượng Si nêu trên, và các rỗ có khả năng được tạo ra. Khi hàm lượng Mn vượt quá 1,9%, có thể có nhược điểm là độ nhót của kim loại nóng chảy trở nên quá cao, và tốc độ hàn là cao, kim loại nóng chảy không thể chảy đúng vào vị trí hàn, dẫn đến đường hàn có dốc gù, có khả năng tạo ra hình dạng đường hàn xấu. Giới hạn dưới

của hàm lượng Mn tốt hơn nữa là 1,65%, thậm chí tốt hơn nữa là 1,7%, và tốt nhất là 1,75%. Giới hạn trên của hàm lượng Mn tốt hơn nữa là 1,87%, thậm chí tốt hơn nữa là 1,85%, và tốt nhất là 1,8%.

Crom (Cr): 0,5 đến 1,6%

Crom (Cr) là nguyên tố làm ổn định ferit, và là nguyên tố có lợi để đảm bảo độ thấm tôi cải thiện độ bền của kim loại hàn. Khi hàm lượng Cr nhỏ hơn 0,5%, có thể có nhược điểm là khó để bảo đảm đủ độ bền của kim loại hàn, và khi hàm lượng Cr vượt quá 1,6%, có thể có nhược điểm là độ giòn của kim loại hàn tăng lên không cần thiết trong một số trường hợp, làm cho nó khó đạt đủ độ dai. Giới hạn dưới của hàm lượng Cr tốt hơn nữa là 0,6%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,7%, và tốt nhất là 0,8%. Giới hạn trên của hàm lượng Cr tốt hơn nữa là 1,55%, thậm chí tốt hơn nữa là 1,5%, và tốt nhất là 1,45%.

Molypden (Mo): 0,1 đến 0,6%

Molypden (Mo) là nguyên tố làm ổn định ferit, và là nguyên tố có lợi để đảm bảo độ thấm tôi cải thiện độ bền của kim loại hàn. Khi hàm lượng Mo nhỏ hơn 0,1%, có thể có nhược điểm là khó để bảo đảm đủ độ bền của kim loại hàn trong khoảng thành phần thích hợp nêu trên, và khi hàm lượng Mo vượt quá 0,6%, có thể có nhược điểm là độ dai của kim loại hàn bị hạ thấp trong một số trường hợp. Giới hạn dưới của hàm lượng Mo tốt hơn nữa là 0,15%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,2%, và tốt nhất là 0,25%. Giới hạn trên của hàm lượng Mo tốt hơn nữa là 0,55%, thậm chí tốt hơn nữa là 0,52%, và tốt nhất là 0,5%.

Ngoài ra, vật liệu hàn có thể còn bao gồm 0,015% hoặc nhỏ hơn P, 0,005% hoặc nhỏ hơn S, 0,10% hoặc nhỏ hơn Ni, 0,25% hoặc nhỏ hơn Cu, và 0,10% hoặc nhỏ hơn Al.

Phospho (P): 0,015% hoặc nhỏ hơn

Phospho (P) là nguyên tố thường được chứa dưới dạng tạp chất không thể tránh khỏi trong thép, và cũng là nguyên tố được bao gồm dưới dạng tạp chất thông thường trong dây đặc để hàn hồ quang. Khi hàm lượng P vượt quá 0,015%, có thể có nhược

điểm là quá trình crackinh kim loại hàn ở nhiệt độ cao trở nên quá mức. Hàm lượng P tốt hơn nữa là 0,014% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 0,012% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Lưu huỳnh (S): 0,015% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh (S) cũng được chứa dưới dạng tạp chất không thể tránh khỏi trong thép, và là nguyên tố thường được bao gồm dưới dạng tạp chất thông thường trong dây đặc để hàn hồ quang. Khi hàm lượng S vượt quá 0,01%, có thể có nhược điểm là độ dai của kim loại hàn bị giảm trong một số trường hợp, và sức căng bề mặt của kim loại nóng chảy không đủ trong quá trình hàn, do đó phần nóng chảy chảy xuống quá mức do trọng lực trong quá trình hàn tốc độ cao, dẫn đến hình dạng xấu của đường hàn. Hàm lượng S tốt hơn nữa là 0,008% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 0,006% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Niken (Ni): 0,40% hoặc nhỏ hơn

Niken (Ni) là nguyên tố có khả năng cải thiện độ bền và độ dai của kim loại hàn. Tuy nhiên, khi hàm lượng Ni vượt quá 0,40%, có thể có nhược điểm là nó trở nên nhạy cảm với các crackinh trong khoảng thành phần thích hợp nêu trên. Hàm lượng Ni tốt hơn nữa là 0,30% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 0,20% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,10% hoặc nhỏ hơn.

Đồng (Cu): 0,50% hoặc nhỏ hơn

Đồng (Cu) thường được chứa trong khoảng 0,02% dưới dạng tạp chất trong thép tạo thành dây, và trong dây đặc để hàn hồ quang, hàm lượng Cu có thể được xác định chủ yếu do sự mạ đồng được thực hiện trên bề mặt của dây. Cu là nguyên tố có khả năng làm ổn định độ cấp điện và độ dẫn điện của dây. Tuy nhiên, khi hàm lượng Cu vượt quá 0,50%, có thể có nhược điểm là độ nhạy crackinh của kim loại hàn tăng lên. Hàm lượng Cu tốt hơn nữa là 0,45% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 0,40% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,30% hoặc nhỏ hơn.

Nhôm (Al): 0,20% hoặc nhỏ hơn

Nhôm (Al) là nguyên tố khử oxy và là nguyên tố để xúc tiến sự khử oxy của kim

loại nóng chảy trong quá trình hàn hồ quang và cải thiện độ bền của kim loại hàn. Khi hàm lượng Al vượt quá 0,20%, sự tạo ra các oxit gốc Al tăng, do đó có thể có nhược điểm là độ bền và độ dai của kim loại hàn bị giảm trong khoảng thành phần thích hợp nêu trên trong một số trường hợp, và các khuyết tật của sơn kết tủa bằng điện của phần hàn trở nên nhạy cảm do các oxit không dẫn. Hàm lượng Al tốt hơn nữa là 0,15% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 0,12% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,10% hoặc nhỏ hơn.

Trong khi đó, theo sáng chế, loại vật liệu hàn không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn nếu dây đặc hoặc dây có lõi kim loại có thể được sử dụng. Tốt hơn nữa, dây đặc được sử dụng, và dây đặc có lợi hơn để đảm bảo độ cứng của dây, do đó có thể đạt được hiệu quả cải thiện khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy thông qua việc đảm bảo độ cấp điện và độ thẳng rất tốt của dây trong quá trình hàn.

Trong cấu kiện hàn theo sáng chế được đề xuất như được mô tả ở trên, đường hàn và kim loại hàn tăng cường trong phần chân có thể có độ cứng Vickers trung bình từ 280 đến 320 Hv và độ bền mỗi trung bình là 350 MPa hoặc lớn hơn, do đó có thể bảo đảm độ bền mỗi rất tốt trong phần hàn.

Sau đây, phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có độ bền mỗi rất tốt ở phần hàn theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Theo sáng chế, phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có thể được thực hiện bằng cách phủ chồng một phần của hai vật liệu nền và thực hiện hàn nổi sử dụng vật liệu hàn. Tốt hơn là sử dụng hàn hồ quang chân khí trong quá trình hàn nổi.

Trong trường hợp này, tốt hơn là sử dụng khí bảo vệ chứa, theo % thể tích, 5 đến 10% CO₂ và cân bằng Ar trong suốt quá trình hàn. CO₂ là khí có lợi để đảm bảo khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy do lực thất hồ quang và sự hoạt hóa bề mặt bằng cách tạo ra sự co ngót hồ quang bằng phản ứng phân ly trong quá trình hàn hồ quang. Khi tỷ lệ của CO₂ nhỏ hơn 5%, có nhược điểm là sự chuyển thể tích của dây là không bền trong quá trình hàn hồ quang và khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy có thể kém, và khi tỷ lệ của CO₂ vượt quá 10%, có nhược điểm là sự co ngót hồ quang tăng và khả năng thâm nhập tăng, nhưng khó để bảo đảm góc mũi đủ để đảm bảo đặc tính mỗi

rất tốt của phần hàn.

Ngoài ra, tốt hơn là nhiệt cấp vào hàn (Q) được xác định bởi phương trình 1 sau đây trong suốt quá trình hàn thỏa mãn $1,15t \leq Q \leq 1,6t$ (trong đó, t là độ dày của vật liệu nền (mm), và đơn vị của Q là kJ/cm). Nếu nhiệt cấp vào hàn (Q) nhỏ hơn $1,15t$, có lo ngại rằng độ bền và độ dai của kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt độ tạo hạt thô có thể không đủ, và nếu nhiệt cấp vào hàn (Q) vượt quá $1,6t$, có vấn đề là không chỉ độ bền của kim loại hàn không đủ và sự giảm độ bền của vùng ảnh hưởng nhiệt độ hàn trở nên quá mức, mà còn xảy ra các đường hàn ngược và sự nóng chảy dễ dàng xảy ra trong phần hàn, dẫn đến khuyết tật.

$$\text{Phương trình 1: } Q = (I \times E) \times 0,048 / v \quad 56$$

(Tuy nhiên, trong phương trình 1, I , E , và v lần lượt biểu diễn dòng điện hàn [A], điện áp hàn [V], và tốc độ hàn (cm/phút)).

Cấu kiện hàn theo sáng chế là cấu kiện hàn có phần hàn đạt được bằng cách hàn hai hoặc nhiều vật liệu nền sử dụng vật liệu hàn, trong cấu kiện hàn, có thể cải thiện khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy bằng cách tăng lực thất hồ quang nhờ hoạt hóa bề mặt của phần hàn bằng cách điều khiển sự khử oxy theo thành phần hóa học và giảm điện trở suất của que hàn. Cụ thể, có thể ngăn chặn sự khử oxy quá mức trong quá trình hàn hồ quang bằng cách điều khiển hàm lượng Si, là nguyên tố khử oxy chính trong số các thành phần tạo hợp kim của vật liệu hàn. Trong khi đó, vì hàn hồ quang chắn khí thông thường được điều khiển bởi phương pháp điện áp không đổi, khi điện trở suất của que hàn, đóng vai trò điện cực dương của dòng của dòng điện hồ quang, giảm, dòng điện hàn có khả năng tăng khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy, tức là, lực thất hồ quang, tăng. Theo đó, tốt hơn là vật liệu hàn được sử dụng trong quá trình hàn có điện trở suất (R) được xác định bởi phương trình 2 sau đây thỏa mãn $0,5 \leq R \leq 1,1$. Trong khi đó, khi điện trở suất (R) nhỏ hơn $0,5$, không chỉ sự khử oxy của kim loại nóng chảy trong quá trình hàn không đủ, mà còn điện trở suất của que hàn quá thấp, do đó có nhược điểm là khó đạt được đường hàn đẹp do sự chuyển thể tích kém ở một đầu của dây, và khi điện trở suất (R) vượt quá $1,1$, có nhược điểm là lực thất hồ quang đủ không được gây ra theo nguyên lý nêu trên, và do đó khả năng thâm nhập của kim loại nóng

chảy là không đủ.

$$\text{Phương trình 2: } R = [\text{Si}] + 0,25 \times ([\text{Mn}] + [\text{Cr}])$$

(Tuy nhiên, trong phương trình 2, [Si], [Mn] và [Cr] biểu diễn từng hàm lượng nguyên tố (% khối lượng)).

Ngoài ra, tốt hơn là X được xác định bởi phương trình 3 sau đây thỏa mãn $0,6 \leq X \leq 3,4$. Trong quá trình hàn hồ quang của bản thép mỏng được định hướng theo sáng chế, kết cấu chuyển pha theo sự làm lạnh liên tục của phần kim loại hàn thay đổi nhanh chóng theo giá trị X nêu trên, và trong trường hợp này, có thể bảo đảm đủ độ bền và độ dai của phần kim loại hàn bằng cách bảo đảm các vi kết cấu ferit hình kim và bainit, là các pha chuyển hóa nhiệt độ thấp điển hình được tạo ra theo sự chuyển hóa gây ra bởi sự biến dạng mạng mà không có sự khuếch tán. Theo đó, có thể đạt được độ bền mối rất tốt trong phần hàn bằng cách bảo đảm vi kết cấu đặc của chi tiết kim loại hàn cùng với phần mũi hàn và kim loại hàn tăng cường của phần chân được tạo thành nhẹ nhàng như được mô tả ở trên. Trong trường hợp này, sự tạo mầm của sự chuyển hóa ferit hình kim bắt đầu từ các oxit phức tạp được tạo ra từ các nguyên tố kim loại vi lượng trong vật liệu nền hàn và vật liệu hàn, và để hoạt hóa sự chuyển hóa của pha ferit hình kim, có hiệu quả hơn khi tỷ lệ CO_2 của khí chắn hàn là 5-10 % thể tích. Khi lượng oxy được tạo ra theo phản ứng phân ly của CO_2 trong quá trình hàn hồ quang quá mức so với khoảng thích hợp nêu trên, số lượng oxit tăng lên, nhưng không thể đạt được kích thước oxit tối hạn đối với sự tạo mầm, vì vậy không dễ để tạo ra sự chuyển hóa pha ferit hình kim. Mặt khác, sự chuyển hóa của ferit qua biên hạt, là bất lợi để bảo đảm độ dai, tăng lên. Ngược lại, khi lượng oxy không đủ so với khoảng thích hợp, độ thấm tôi tăng do sự khử oxy hóa của các nguyên tố tôi cứng được chứa trong vật liệu thép, là vật liệu nền hàn, và que hàn, do đó sự chuyển hóa nhiệt độ thấp như bainit và martensit xảy ra chủ yếu hơn so với sự chuyển hóa ferit hình kim. Để đạt được tất cả các hiệu quả tăng góc mũi đường hàn và tăng tỷ lệ pha của ferit hình kim, tốt hơn nếu tỷ lệ CO_2 gần tới 5% theo thể tích. Ngoài ra, như được mô tả ở trên, bằng cách điều khiển một cách thích hợp hàm lượng Si, là nguyên tố khử oxy mạnh, trong số các thành phần hóa học của vật liệu hàn, có thể hữu ích để tạo thành oxit composit. Ngoài ra, khi độ cứng Vickers (H_v , tải

là 500gf, được đo ở các khoảng cách 0,2 mm) của chi tiết kim loại hàn bao gồm kim loại hàn tăng cường của phần chân trở thành 280 hoặc lớn hơn, có thể cải thiện đáng kể độ bền mỏi trong phần hàn. Trong khi đó, khi giá trị X nhỏ hơn 0,6, có nhược điểm là sự chuyển hóa pha mactensit được hoạt hóa chủ yếu và độ giòn của kim loại hàn tăng lên. Khi giá trị X vượt quá 3,4, có nhược điểm là độ bền của kim loại hàn bị hạ thấp do thiếu độ thấm tôi.

$$\text{Phương trình 3: } X = 28 \times [\text{Si}] / [\text{Mn}]^2 - [\text{Cr}] / 3 + 4 \times [\text{Mo}]$$

(Tuy nhiên, trong phương trình 3, [Si], [Mn], [Cr] và [Mo] biểu diễn từng hàm lượng nguyên tố (% khối lượng)).

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết thông qua các ví dụ. Tuy nhiên, các ví dụ sau đây chỉ là các ví dụ để giải thích sáng chế chi tiết hơn, và không làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ 1

Sau khi hòa tan thời có thành phần hợp kim được minh họa trong bảng 1 dưới đây, que hàn được chuẩn bị bằng cách tôi sau khi được kéo ở nhiệt độ phòng thông qua sự cán nóng. Sau đó, lớp mạ Cu được tạo ra trên bề mặt của dây, và ở thời điểm này, nó được mạ sao cho hàm lượng đồng nằm trong khoảng từ 0,12 đến 0,50%, theo % khối lượng so với tổng dây bao gồm lớp mạ. Sau đó, dây mạ đồng được kéo, và được sản xuất dưới dạng dây đặc để hàn có đường kính từ 0,9 đến 1,2 mm.

Việc sử dụng dây đặc để hàn được sản xuất như được mô tả ở trên, hai tấm thép tẩy gỉ phủ dầu (PO, Pickled & Oiled) có thành phần hợp kim được minh họa trong bảng 2 dưới đây đã được hàn nối (mỗi hàn chồng) sử dụng các điều kiện hàn được minh họa trong bảng 3 dưới đây. Trong trường hợp này, độ bền kéo của tấm thép PO là 780 MPa, độ cứng trung bình của nó là 260 Hv, và độ dày của nó là 2,0 mm. Trong suốt quá trình hàn, khoảng cách giữa các chi tiết phủ chồng giữa hai vật liệu nên được cố định bằng cách kẹp chặt là 0,5 mm hoặc nhỏ hơn, và hàn xung MAG đã được thực hiện dưới các điều kiện của chiều dài lòi ra của dây là 15 mm, tốc độ hàn là 80cm/phút, như phần mỗi hàn phủ chồng.

Đối với cấu kiện hàn được sản xuất thông qua việc hàn được mô tả ở trên, dù kim loại hàn tăng cường trong phần chân có được tạo ra hay không, góc mũi đường hàn, độ cứng Vickers trung bình và độ bền mỗi trung bình của đường hàn và kim loại hàn tăng cường của phần chân, và vi kết cấu và kích thước hạt có hiệu quả trung bình của nó, đã được đo, và sau đó các kết quả này được thể hiện trong bảng 4 dưới đây.

Kim loại hàn tăng cường trong phần chân có được tạo ra hay không được xác định bởi sự có mặt của kim loại hàn bổ sung giữa phần đầu sau của đường hàn và phần phủ chồng của vật liệu nền, tức là, trong khu vực vượt quá đường ranh giới nóng chảy (ranh giới giữa kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt độ).

Góc mũi đường hàn được đo là góc ngoài được tạo ra bởi mặt phẳng quy chiếu bản thép dưới của vật liệu nền hàn, tiếp xúc với pháp tuyến đến mặt cong của phần mũi của đường hàn.

Độ cứng Vickers trung bình của đường hàn và kim loại hàn tăng cường trong phần chân được đo tại khoảng cách là 0,2 mm theo hướng độ rộng sử dụng máy đo độ cứng Vickers dưới điều kiện tải là 500 gf, và sau đó giá trị trung bình của nó được đo.

Độ bền mỗi trung bình của đường hàn và kim loại hàn tăng cường trong phần chân được đo bằng cách lấy mẫu từ phần hàn, và sau đó thực hiện phép thử độ mỏi, sao cho phụ tải tối đa trong đó tuổi thọ mỏi thỏa mãn 2×10^6 chu kỳ như độ bền mỗi. Trong trường hợp này, độ bền mỗi được mô tả là giá trị trung bình cho ba mẫu. Trong phép thử độ mỏi, tuổi thọ mỏi (chu kỳ) của phần hàn được đo sử dụng phép thử độ mỏi khi kéo-chu kỳ kéo cao đối từng tải, và trong trường hợp này, tỷ số giữa tải tối thiểu và tải tối đa là 0,1, tần số tải lặp lại là 15Hz, và ngoài ra, tuổi thọ mỏi tương ứng với độ bền quy đổi Mpa được suy ra bằng cách chia tải kN cho diện tích theo độ rộng và độ dày của từng mẫu.

Vi kết cấu được quan sát với kính hiển vi quang học sau khi vi đánh bóng kết cấu mặt cắt ngang của cấu kiện hàn và khắc mòn bằng dung dịch nital. Ngoài ra, các hình Kikuchi được phân tích thông qua nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử (EBD, electron backscattered diffraction), sao cho các bản đồ chất lượng hình ảnh (IQ) và hình ngược cực (IPF) đạt được trực quan hóa các biên hạt và thông tin định hướng hạt.

Kích thước hạt có hiệu quả trung bình được đo bằng cách phân loại hạt nhờ tham chiếu bản đồ IQ và IPF của EBSD cùng với ảnh chụp vi kết cấu được quan sát bằng kính

hiển vi quang học được mô tả ở trên, và sau đó tính kích thước trung bình của các hạt được chuyển hóa từ số lượng hạt trên đơn vị diện tích.

Bảng 1

Dây số	Thành phần hợp kim (% khối lượng)										
	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Ni	Cu	Al	Fe
1	0,07	0,06	1,70	1,37	0,49	0,004	0,001	0,02	0,12	0,001	Phần còn lại
2	0,09	0,86	1,46	0,04	0,003	0,015	0,01	0,02	0,18	0,001	Phần còn lại

Bảng 2

Thành phần hợp kim (% khối lượng)											
C	Si	Mn	Al	P	S	N	Ti	Nb	Cr	Fe	
0,07	0,3	1,6	0,03	0,009	0,001	0,001	0,1	0,015	0,7		Phần còn lại

Bảng 3

Phân loại	Dây số	Khí bảo vệ (% thể tích)	Nhiệt cấp vào hàn (Q)(kJ/cm)	Vật liệu hàn (R)	Vật liệu hàn (X)
Ví dụ so sánh 1	1	3%CO ₂ +Ar	3,2	0,83	2,08
Ví dụ sáng chế 1	1	5%CO ₂ +Ar	2,5	0,83	2,08
Ví dụ so sánh 2	1	15%CO ₂ +Ar	2,8	0,83	2,08
Ví dụ so sánh 1	1	10%CO ₂ +Ar	2,0	0,83	2,08

sánh 3					
Ví dụ sáng chế 2	1	10%CO ₂ +Ar	3,0	0,83	2,08
Ví dụ so sánh 4	1	8%CO ₂ +Ar	3,4	0,83	2,08
Ví dụ so sánh 5	2	5%CO ₂ +Ar	2,6	1,24	11,3
$R = [Si] + 0,25 \times ([Mn] + [Cr])$ $X = 28 \times [Si] / [Mn]^2 - [Cr] / 3 + 4 \times [Mo]$					

Bảng 4

Phân loại	Kim loại hàn tăng cường của phần chân có được tạo ra hay không	Góc mũi của đường hàn (°)	Vi kết cấu	Kích thước hạt có hiệu quả trung bình (μm)	Đường hàn và kim loại hàn tăng cường của phần chân	
					Độ cứng Vickers trung bình (Hv)	Độ bền mỏi trung bình (MPa)
Ví dụ so sánh 1	Không được tạo ra	162	AF+B	5,0	284	300
Ví dụ sáng chế 1	Được tạo ra	164	AF+B	3,2	292	360
Ví dụ so	Được tạo	155	AF+B+G	3,8	281	280

sánh 2	ra		F			
Ví dụ so sánh 3	Được tạo ra	158	B+GF	3,5	302	290
Ví dụ so sánh chế 2	Được tạo ra	160	AF+B	4,6	287	350
Ví dụ so sánh 4	Được tạo ra	156	AF+GF	6,7	272	260
Ví dụ so sánh 5	Không được tạo ra	157	PF+B	8,1	268	120
AF: Ferit hình kim, B: Bainit, GF: Ferit qua biên hạt, PF: Ferit đa giác						

Như có thể thấy từ các bảng từ 1 đến 4, cấu kiện hàn được sản xuất để thỏa mãn các điều kiện sản xuất được đề xuất theo sáng chế có độ cứng Vickers trung bình và độ bền mỏi trung bình rất tốt, so với vật liệu nền, bằng cách bảo đảm góc mũi đường hàn, vi kết cấu, và kích thước hạt có hiệu quả trung bình đạt được theo sáng chế.

Mặt khác, ví dụ so sánh 1 minh họa một mức, thấp hơn tỷ lệ CO₂ của khí bảo vệ được đề xuất theo sáng chế, để kim loại hàn tăng cường trong phần chân không được tạo ra, vì vậy có thể thấy rằng độ bền mỏi trung bình đang ở mức thấp.

Ví dụ so sánh 2 minh họa một mức, vượt quá tỷ lệ CO₂ của khí bảo vệ được đề xuất theo sáng chế, để góc mũi đường hàn là nhỏ, vì vậy có thể thấy rằng độ bền mỏi trung bình đang ở mức thấp.

Ví dụ so sánh 3 minh họa một mức, thấp hơn nhiệt cấp vào hàn được đề xuất theo sáng chế, do đó có thể thấy rằng độ cứng Vickers trung bình là cao khi độ thấm tôi tăng, nhưng độ bền mỏi trung bình của nó là thấp ở mức thấp khi góc mũi đường hàn giảm.

Ví dụ so sánh 4 minh họa một mức, vượt quá nhiệt cấp vào hàn được đề xuất theo sáng chế, để có thể thấy rằng độ cứng Vickers trung bình là thấp khi độ thấm tôi giảm, nhưng kích thước hạt có hiệu quả trung bình tăng, và góc mũi đường hàn là nhỏ, do đó

có thể thấy rằng độ bền mỗi trung bình đang ở mức thấp.

Trong ví dụ so sánh 5, khi các giá trị R và X của vật liệu hàn được đề xuất theo sáng chế không được thỏa mãn, kim loại hàn tăng cường trong phần chân không được tạo ra cũng như góc mũi đường hàn là nhỏ, do đó có thể thấy rằng độ cứng Vickers trung bình và độ bền mỗi trung bình đang ở mức thấp.

Fig.1 là ảnh được quan sát bằng kính hiển vi quang học sau khi khắc mòn kết cấu mặt cắt ngang của cấu kiện hàn bằng dung dịch nital, Fig.1(a) là ảnh của ví dụ sáng chế 1, và Fig.1(b) là ảnh của ví dụ so sánh 5. Như có thể thấy từ Fig.1, trong trường hợp ví dụ sáng chế 1, góc mũi đường hàn rất nhọn là 164° , và có thể thấy rằng sự tạo thành kim loại hàn tăng cường trong phần chân là đáng kể do sự tăng khả năng thâm nhập của kim loại nóng chảy. Mặt khác, trong trường hợp ví dụ so sánh 5, góc mũi đường hàn là 157° , và bán kính cong tương đối nhỏ, là bất lợi cho độ bền mỗi, và có thể thấy rằng kim loại hàn tăng cường trong phần chân hoàn toàn không được tạo ra.

Fig.2 minh họa sự phân bố độ cứng của cấu kiện hàn, Fig.2(a) minh họa sự phân bố độ cứng của ví dụ sáng chế 1, và Fig.2(b) minh họa sự phân bố độ cứng của ví dụ so sánh 5. Như có thể thấy từ Fig.2, trong trường hợp ví dụ sáng chế 1, độ cứng của phần kim loại hàn bao gồm kim loại hàn tăng cường trong phần chân ở mức từ 280 đến 320 Hv, mà cao hơn 260Hv, là độ cứng trung bình của vật liệu nền, nhưng trong trường hợp ví dụ so sánh 1, có thể thấy rằng nó chỉ ở mức tương tự với độ cứng trung bình của vật liệu nền.

Fig.3 và Fig.4 lần lượt là ảnh chụp chất lượng hình ảnh (IQ) và ảnh chụp hình ngược cực (IPF) của ví dụ sáng chế 1 và ví dụ so sánh 5, được quan sát với EBSD. Như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, có thể thấy rằng ví dụ sáng chế 1 có vi kết cấu tương đối đặc so với ví dụ so sánh 5.

Ví dụ 2

Để đánh giá tuổi thọ mỗi của phần hàn, mẫu dùng cho phép thử độ mỗi được chuẩn bị từ cấu kiện hàn tương ứng với ví dụ sáng chế 1 và ví dụ so sánh 5 được mô tả trong ví dụ 1. Trong trường hợp này, sau khi cắt vật liệu nền thành độ rộng là 150 mm và độ dài là 120 mm, độ rộng của phần phủ chồng là 25 mm, sao cho cả hai phía của phần mỗi hàn được hàn khoảng 100 mm. Sau đó, sau khi lấy mẫu có độ rộng là 50 mm từ phần tâm của cấu kiện hàn, mẫu dùng cho phép thử độ mỗi được chuẩn bị bằng cách

hàn điểm cho cả hai đầu của mẫu với chênh lệch mức của phần phủ chồng, tức là, độ bù bằng độ dày của vật liệu nền, với độ rộng là 50 mm và độ dài là 40 mm, sao cho tải một trục được áp dụng. Sau đó, phép thử độ mỏi khi kéo-chu kỳ kéo cao đối với từng tải được thực hiện để đo tuổi thọ mỏi (chu kỳ) của phần hàn, và các kết quả được thể hiện trong bảng 5 dưới đây. Trong trường hợp này, tỷ số giữa tải tối thiểu và tải tối đa là 0,1, và tần số tải lặp lại là 15 Hz. Ngoài ra, tuổi thọ mỏi tương ứng với độ bền quy đổi (MPa) được suy ra bằng cách chia tải (kN) cho diện tích theo độ rộng và độ dày của từng mẫu, và trong trường hợp này, tải phụ tối đa trong đó tuổi thọ mỏi thỏa mãn 2×10^6 chu kỳ được xác định là độ bền mỏi.

Bảng 5

Số	Tải tối đa (MPa)	Tải tối thiểu (MPa)	Tuổi thọ mỏi (Chu kỳ)	
			Ví dụ sáng chế 1	Ví dụ so sánh 5
1	420	42	33.078	Không được đo
2	400	40	45.103	Không được đo
3	360	36	2.000.000	Không được đo
4	340	34	2.000.000	Không được đo
5	320	32	2.000.000	5.937
6	300	30	2.000.000	76.844
7	240	24	2.000.000	112.197
8	220	22	2.000.000	205.860
9	180	18	2.000.000	678.821
10	120	12	2.000.000	2.000.000

Như có thể thấy từ bảng 5 ở trên, ví dụ sáng chế 1 minh họa độ bền mỏi bằng 360 MPa, gấp ba lần độ bền mỏi bằng 120 MPa, là độ bền mỏi trong ví dụ so sánh 5. Trong khi đó, trong trường hợp ví dụ so sánh 5, tuổi thọ mỏi cho thấy giảm mạnh khi tải tối đa là 180 MPa hoặc lớn hơn. Ngoài ra, khi tải tối đa là 320 MPa hoặc lớn hơn, sự đứt gãy do mỏi xảy ra ở phần chân, không phải phần mũi của đường hàn, trong khi phần hàn của ví dụ sáng chế 1 có độ bền mỏi rất tốt mà hoàn toàn không xảy ra sự đứt gãy do mỏi đến phần mũi và phần chân lên đến 360 MPa.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cấu kiện hàn đạt được bằng cách phủ chồng một phần của hai vật liệu nền và thực hiện hàn nổi sử dụng vật liệu hàn, cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn của nó, cấu kiện hàn này bao gồm:

vật liệu nền, đường hàn và kim loại hàn tăng cường của phần chân,

trong đó vật liệu nền có độ bền kéo là 780MPa hoặc lớn hơn,

đường hàn có góc mũi là 160° hoặc lớn hơn, và

đường hàn và kim loại hàn tăng cường trong phần chân có độ cứng Vickers trung bình từ 280 đến 320 Hv và độ bền mối trung bình là 350 MPa hoặc lớn hơn.

2. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 1, trong đó vật liệu nền bao gồm, theo % khối lượng:

0,02 đến 0,08% C, 0,01 đến 0,5% Si, 0,8 đến 1,8% Mn, 0,01 đến 0,1% Al, 0,001 đến 0,02% P, 0,001 đến 0,01% S, 0,001 đến 0,01% N, 0,01 đến 0,12% Ti, 0,01 đến 0,05% Nb, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

3. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 2, trong đó vật liệu nền còn bao gồm:

ít nhất một trong số Mo, Cr, V, Ni, và B sao cho tổng lượng của chúng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

4. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 1, trong đó vật liệu nền có độ dày từ 1,0 đến 2,0 mm.

5. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 1, trong đó khoảng cách của phần phủ chồng giữa hai vật liệu nền là 0,5 mm hoặc nhỏ hơn (bao gồm 0 mm).

6. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 1, trong đó đường hàn bao gồm vi kết cấu của ít nhất một trong số ferit hình kim và bainit, ferit hình kim và bainit này có kích thước hạt có hiệu quả trung bình là 5 μm hoặc nhỏ hơn.

7. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 1, trong đó vật liệu hàn bao

gồm, theo % khối lượng:

0,06 đến 0,1% C, 0,04 đến 0,2% Si, 1,6 đến 1,9% Mn, 0,5 đến 1,6% Cr, 0,1 đến 0,6% Mo, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

8. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 7, trong đó vật liệu hàn còn bao gồm, theo % khối lượng:

0,015% hoặc nhỏ hơn P, 0,01% hoặc nhỏ hơn S, 0,40% hoặc nhỏ hơn Ni, 0,50% hoặc nhỏ hơn Cu, và 0,20% hoặc nhỏ hơn Al.

9. Cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn theo điểm 1, trong đó vật liệu hàn là dây đặc hoặc dây có lõi kim loại.

10. Phương pháp sản xuất cấu kiện hàn đạt được bằng cách phủ chồng một phần của hai vật liệu nền và thực hiện hàn nổi sử dụng vật liệu hàn, cấu kiện hàn có độ bền mối rất tốt ở phần hàn của nó, theo phương pháp này:

trong đó vật liệu nền có độ bền kéo là 780 MPa hoặc lớn hơn,

trong suốt quá trình hàn, khí bảo vệ chứa, theo % thể tích, 5 đến 10% CO₂ và phần còn lại là Ar được sử dụng,

trong suốt quá trình hàn, nhiệt cấp vào hàn (Q) được xác định bởi phương trình 1 sau đây thỏa mãn $1,15t \leq Q \leq 1,6t$

(trong đó, t là độ dày của vật liệu nền (mm), và đơn vị của Q là kJ/cm), và

đối với vật liệu hàn, điện trở suất (R) được xác định bởi phương trình 2 sau đây thỏa mãn $0,5 \leq R \leq 1,1$, và X được xác định bởi phương trình 3 sau đây thỏa mãn $0,6 \leq X \leq 3,4$,

Phương trình 1: $Q = (I \times E) \times 0,048 / v$

Phương trình 2: $R = [Si] + 0,25 \times ([Mn] + [Cr])$

Phương trình 3: $X = 28 \times [Si] / [Mn]^2 - [Cr] / 3 + 4 \times [Mo]$

(Tuy nhiên, trong phương trình 1, I, E, và v lần lượt biểu diễn dòng điện hàn [A], điện áp hàn [V], và tốc độ hàn (cm/phút), và trong phương trình 2 và phương trình 3,

[Si], [Mn], [Cr] và [Mo] biểu diễn từng hàm lượng nguyên tố (theo % khối lượng)).

11. Phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn theo điểm 10, trong đó vật liệu nền bao gồm, theo % khối lượng:

0,02 đến 0,08% C, 0,01 đến 0,5% Si, 0,8 đến 1,8% Mn, 0,01 đến 0,1% Al, 0,001 đến 0,02% P, 0,001 đến 0,01% S, 0,001 đến 0,01% N, 0,01 đến 0,12% Ti, 0,01 đến 0,05% Nb, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

12. Phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn theo điểm 11, trong đó vật liệu nền còn bao gồm:

ít nhất một trong số Mo, Cr, V, Ni, và B sao cho tổng lượng của chúng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

13. Phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn theo điểm 10, trong đó vật liệu hàn bao gồm, theo % khối lượng:

0,06 đến 0,1% C, 0,04 đến 0,2% Si, 1,6 đến 1,9% Mn, 0,5 đến 1,6% Cr, 0,1 đến 0,6% Mo, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

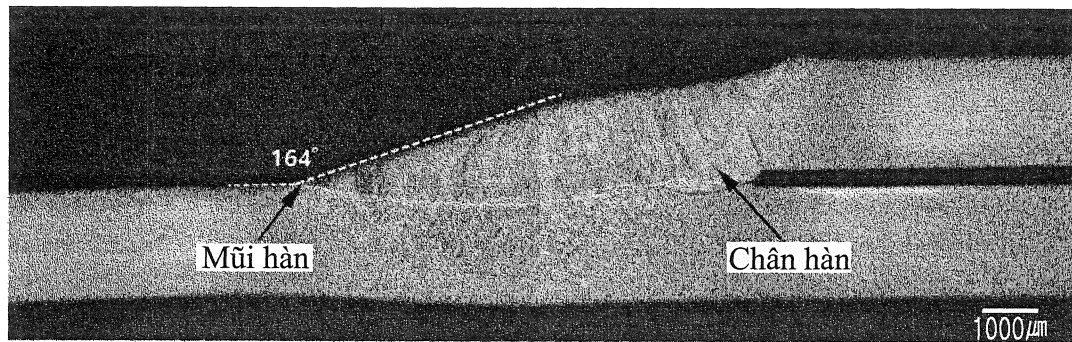
14. Phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn theo điểm 13, trong đó vật liệu hàn còn bao gồm:

0,015% hoặc nhỏ hơn P, 0,01% hoặc nhỏ hơn S, 0,40% hoặc nhỏ hơn Ni, 0,50% hoặc nhỏ hơn Cu, và 0,20% hoặc nhỏ hơn Al.

15. Phương pháp sản xuất cấu kiện hàn có độ bền mỏi rất tốt ở phần hàn theo điểm 10, trong đó vật liệu hàn là dây đặc hoặc dây có lõi kim loại.

Fig. 1

(a)



(b)



Fig. 2

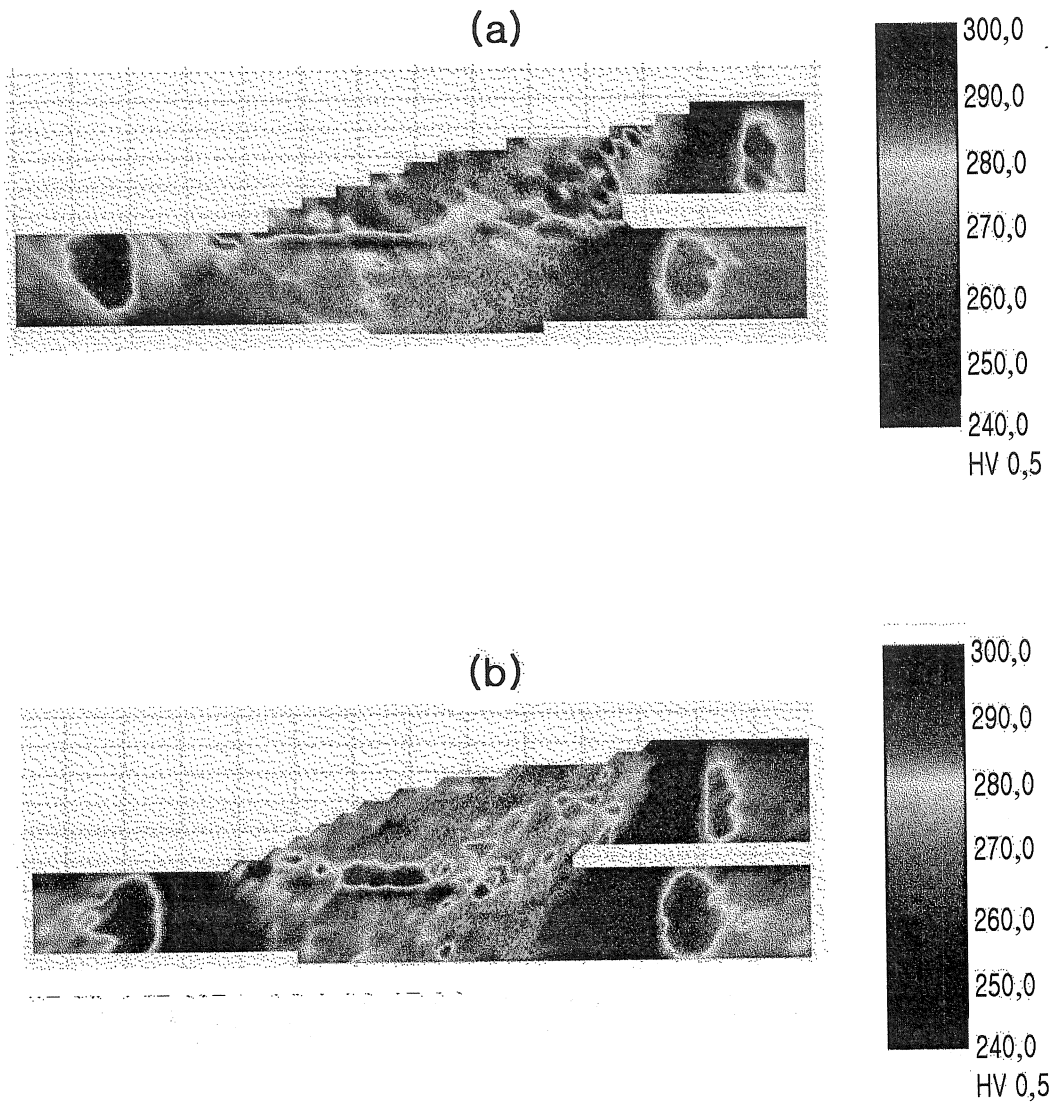


Fig. 3

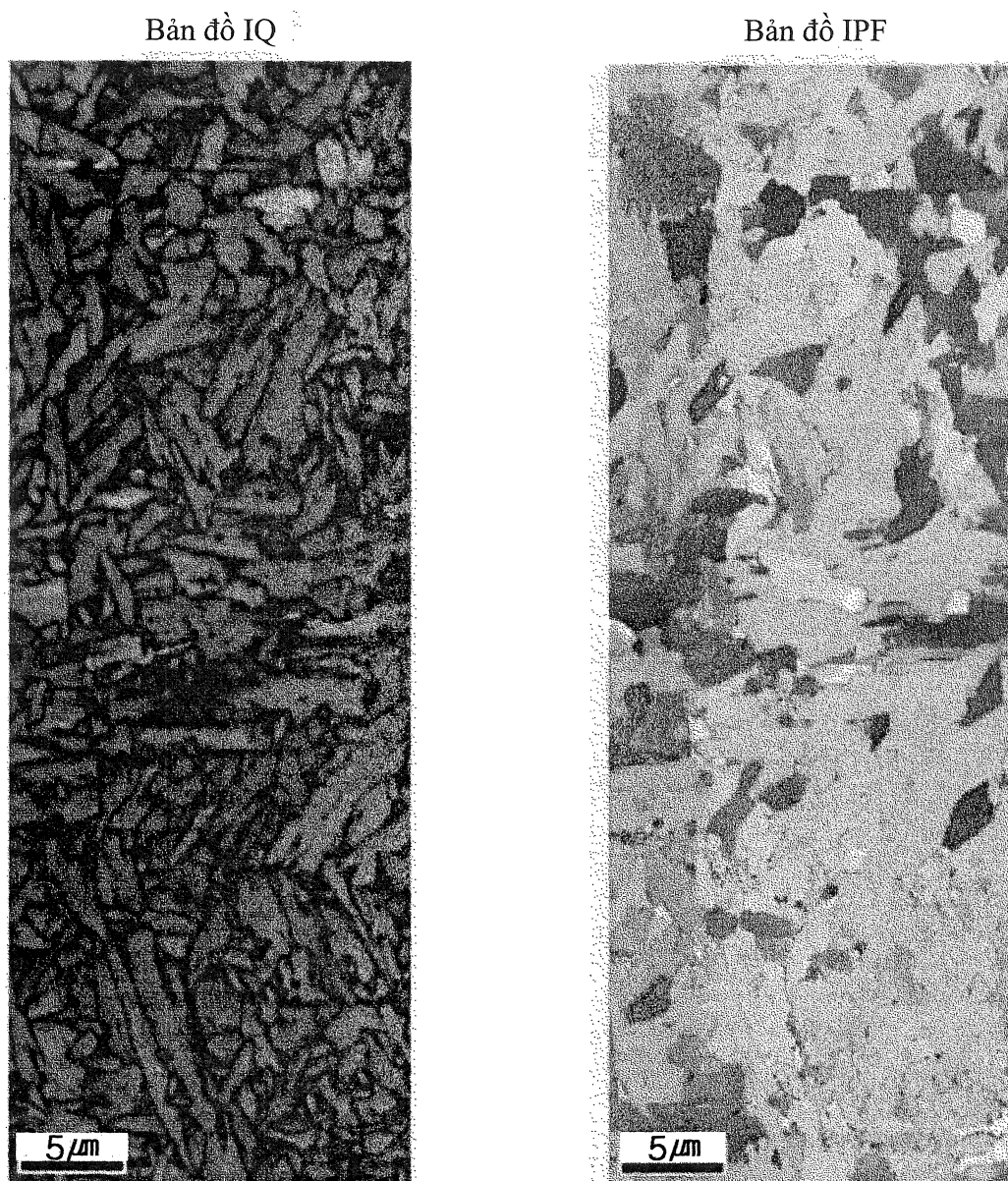
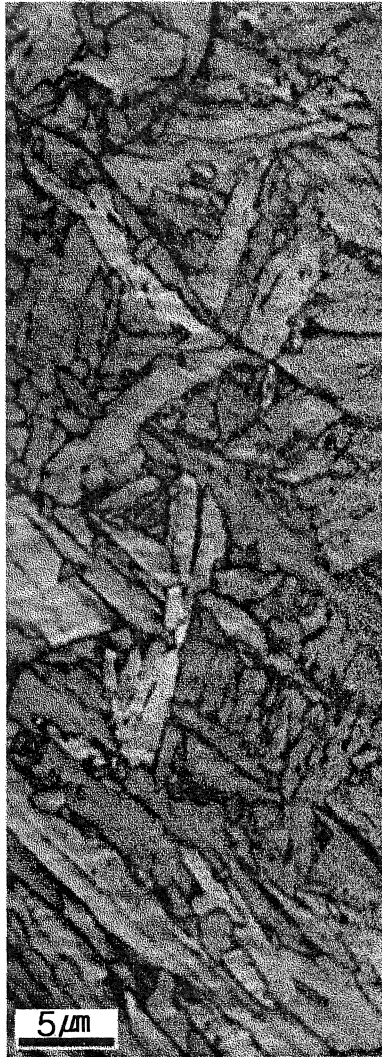


Fig. 4

Bản đồ IQ



Bản đồ IPF

