



(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)



1-0029109

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/60; C22C 38/16 (13) B

(21) 1-2015-04626

(22) 07/05/2014

(86) PCT/JP2014/002428 07/05/2014

(87) WO2014/181537 A1 13/11/2014

(30) 2013-100507 10/05/2013 JP

(45) 25/08/2021 401

(43) 25/02/2016 335A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

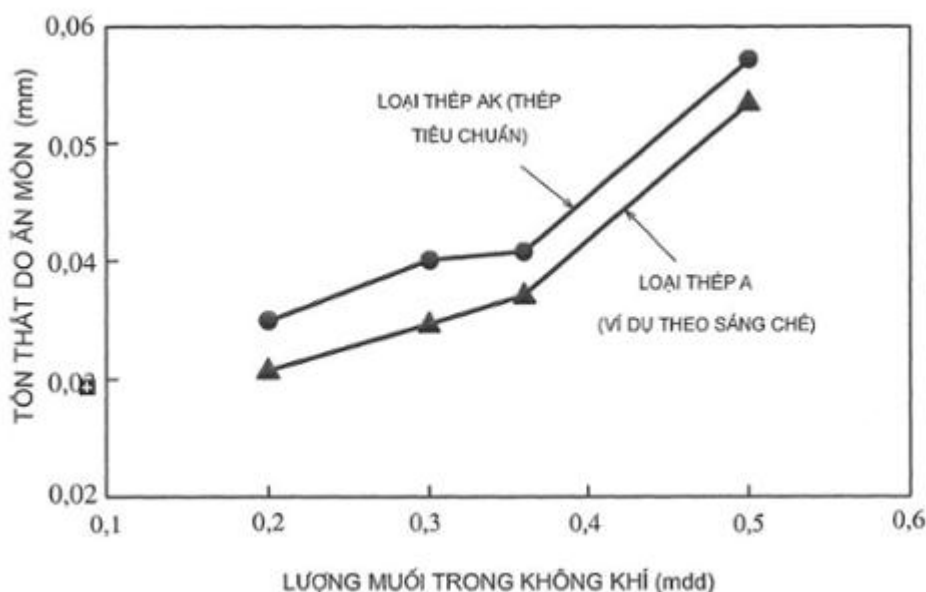
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) KAGE, Isamu (JP); MIURA, Shinichi (JP); KOMORI, Tsutomu (JP); HOSHINO, Toshiyuki (JP).

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

(54) VẬT LIỆU THÉP DÙNG CHO KẾT CẤU HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển mà thích hợp được sử dụng làm kết cấu thép để sử dụng ngoài trời như cây cầu, cụ thể là, bộ phận cần có khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có độ mặn trong không khí cao, ví dụ, ở vùng lân cận bờ biển, vật liệu thép có hợp phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, $0,02\% \leq C < 0,14\%$, $0,05\% \leq Si \leq 2,0\%$, $0,2\% \leq Mn \leq 2,0\%$, $0,005\% \leq P \leq 0,03\%$, $0,0001\% \leq S \leq 0,02\%$, $0,001\% \leq Al \leq 0,1\%$, $0,1\% \leq Cu \leq 1,0\%$, $0,1\% \leq Ni \leq 1,0\%$, hợp phần hóa học còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ: $0,004\% \leq Nb \leq 0,2\%$; và $0,001\% \leq Sn \leq 0,2\%$, và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó Cu, Ni, và Sn được chứa theo các lượng thỏa mãn mối quan hệ được xác định trước.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển mà thích hợp được sử dụng chủ yếu làm kết cấu thép có mục đích để sử dụng ngoài trời như cây cầu, cụ thể, bộ phận cần có khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có độ mặn trong không khí cao, ví dụ, ở vùng lân cận bờ biển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thép chịu phong hóa thường được sử dụng cho kết cấu thép, như cây cầu, mà mục đích dành cho các ứng dụng ngoài trời. Trong thép chịu phong hóa, nguyên tố hợp kim như đồng (Cu), photpho (P), crom (Cr), và niken (Ni) được tập trung trong môi trường tiếp xúc khí quyển (môi trường khí quyển) để tạo thành lớp gỉ bảo vệ cao bọc thép, do đó làm giảm đáng kể tốc độ ăn mòn.

Hiện nay, các cây cầu và các kết cấu khác cần có khả năng kéo dài độ bền dài hạn cho đến 100 năm. Đã được biết rằng thép chịu phong hóa rất ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển mà cho phép thép chịu đựng thời gian phục vụ dài hạn mà không cần lớp phủ trong một số môi trường, ngược lại lớp gỉ bảo vệ cao nêu trên ít có khả năng tạo ra trong môi trường như ở vùng lân cận bờ biển nơi mà lượng muối trong không khí lớn, làm cho nó khó khăn để thu được khả năng chống ăn mòn do khí quyển có thể áp dụng được cho việc sử dụng thực tiễn.

Theo "Specifications For Highway Bridges (Part I Common, Part II Steel Bridges), and Commentary therefor (Japan Road Association, 2002)" (Tài liệu khác 1), các thép chịu phong hóa thông thường (JIS G 3114: thép chống ăn mòn do khí quyển cán nóng cho kết cấu hàn) có thể được sử dụng mà không có lớp phủ ở các vùng mà lượng muối trong

không khí bằng hoặc nhỏ hơn $0,05 \text{ mg} \cdot \text{NaCl}/\text{dm}^2/\text{ngày}$ (sau đây, đơn vị ' $\text{mg} \cdot \text{NaCl}/\text{dm}^2/\text{ngày}$ ' có thể được viết tắt là mdd). Do đó, trong hoàn cảnh hiện tại, các vật liệu thép tiêu chuẩn (JIS G 3106: Thép cán cho kết cấu hàn) được đưa vào xử lý chống ăn mòn như lớp phủ để sử dụng cho các ứng dụng trong môi trường khí quyển như ở vùng lân cận bờ biển nơi mà lượng muối trong không khí lớn.

Tuy nhiên, lớp phủ này yêu cầu phải sửa chữa định kỳ vì màng lớp phủ hư hại theo thời gian, mà còn làm tăng thêm các vấn đề như sự gia tăng về chi phí nhân công và khó khăn trong việc sơn phủ lại. Vì các lý do này, đã có nhu cầu về sự phát triển vật liệu thép sử dụng được mà không cần lớp phủ ngay cả trong môi trường khí quyển như ở vùng lân cận bờ biển nơi mà lượng muối trong không khí lớn.

Để đáp ứng nhu cầu này, những năm gần đây đã chứng kiến sự phát triển các vật liệu thép chứa các nguyên tố hợp kim khác nhau, cụ thể là, lượng lớn Ni, như các vật liệu thép sử dụng được mà không cần lớp phủ ngay cả trong môi trường có độ mặn trong không khí cao như ở vùng lân cận bờ biển.

Ví dụ, JP 3785271 B (Tài liệu sáng chế 1) bộc lộ vật liệu thép chịu phong hóa cao có hợp phần hóa học chứa, các nguyên tố cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển, như Ni với lượng là 1% hoặc lớn hơn và Cu.

Hơn nữa, JP 3846218 B (Tài liệu sáng chế 2) bộc lộ vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt, vật liệu thép có hợp phần hóa học chứa Ni với lượng là 1% hoặc lớn hơn và Mo.

Ngoài ra, JP 3568760 B (Tài liệu sáng chế 3) bộc lộ vật liệu thép ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển, vật liệu thép có hợp phần hóa học chứa Cu và Ti ngoài Ni.

JP 2009-179882 A (Tài liệu sáng chế 4) còn bộc lộ vật liệu thép

biểu lộ khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt, vật liệu thép có hợp phần hóa học chứa Ni theo hàm lượng được giảm là 0,5% hoặc nhỏ hơn trong khi được bổ sung Sn và/hoặc Sb.

JP 2012-067377 A (Tài liệu sáng chế 5) bộc lộ vật liệu thép ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển, vật liệu thép có hợp phần hóa học chứa Ni theo hàm lượng được giảm là nhỏ hơn 0,65% trong khi được bổ sung W.

Danh sách tài liệu đối chứng

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 3785271 B

Tài liệu sáng chế 2: JP 3846218 B

Tài liệu sáng chế 3: JP 3568760 B

Tài liệu sáng chế 4: JP 2009-179882 A

Tài liệu sáng chế 5: JP 2012-067377 A

Tài liệu khác

Tài liệu khác 1: Specifications For Highway Bridges (Part I Common, Part II Steel Bridges), and the Commentary therefor (Japan Road Association, 2002)

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, theo các kỹ thuật trong Tài liệu sáng chế 1 và Tài liệu sáng chế 2, hàm lượng Ni được tăng lên để cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển, tuy nhiên cần lượng lớn Ni đắt tiền, dẫn đến vấn đề gia tăng về chi phí sản xuất.

Theo Tài liệu sáng chế 3, ví dụ theo sáng chế cũng được bộc lộ mà hàm lượng Ni được giảm xuống thấp trong khi được bổ sung thêm Ti, do đó cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển. Tuy nhiên, vẫn có vấn đề tồn tại đó là thép bị suy giảm về độ dẻo dai.

Ngoài ra, theo Tài liệu sáng chế 4, khả năng chống ăn mòn do khí

quyển được cải thiện bằng cách làm giảm hàm lượng Ni xuống thấp trong khi bổ sung thêm Sn và/hoặc Sb. Tuy nhiên, kỹ thuật trong Tài liệu sáng chế 4 bao gồm vấn đề về khả năng sản xuất kém có thể quy cho, ví dụ, sự tạo ra các vết nứt bề mặt hoặc các yếu tố tương tự mà xuất hiện khi phôi thép được nung cho đến khi cán.

Theo Tài liệu sáng chế 5, khả năng chống ăn mòn do khí quyển được cải thiện bằng cách làm giảm hàm lượng Ni xuống thấp trong khi bổ sung thêm W. Tuy nhiên, W dù sao cũng đắt tiền mặc dù hàm lượng của nó là số lượng rất nhỏ. Ngoài ra, W là nguyên tố thuộc nguồn tài nguyên khan hiếm và do đó cần phải dựa vào nguồn cấp nguyên liệu thô từ khắp nơi, mà đặt ra một vấn đề quan ngại.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được phát triển theo quan điểm về các trường hợp nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển sử dụng được mà không cần lớp phủ trong môi trường có độ mặn trong không khí cao như ở vùng lân cận bờ biển.

Giải pháp cho vấn đề

Để đạt được mục đích nêu trên, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu về hợp phần hóa học của thép theo quan điểm về cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có độ mặn trong không khí cao. Ở đây, "môi trường có độ mặn trong không khí cao" dùng để chỉ môi trường mà lượng muối trong không khí bằng hoặc lớn hơn $0,01 \text{ mg} \cdot \text{NaCl}/\text{dm}^2/\text{ngày}$.

Kết quả là, các tác giả sáng chế đã đạt được các phát hiện sau đây. Đó là, thép có thể được cải thiện về khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có độ mặn trong không khí cao trong khi đảm

bảo khả năng sản xuất của nó, ngay cả khi không chứa lượng lớn Ni cũng không chứa các nguyên tố hiếm hoặc đắt tiền như W, miễn là Cu, Ni, và Sn và/hoặc Nb được chứa theo sự kết hợp, cụ thể là, Cu, Ni, và Sn được chứa theo các lượng mà thỏa mãn mối quan hệ được xác định trước.

Sáng chế đã được thực hiện dựa trên các phát hiện nêu trên.

Cụ thể, các dấu hiệu chính của sáng chế như sau.

1. Vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn, có hợp phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,14%,

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,02% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,1% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn,

Ni: 0,1% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn,

hợp phần hóa học còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ:

Nb: 0,004% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn; và

Sn: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó Cu, Ni, và Sn được chứa theo các lượng thỏa mãn mối quan hệ được xác định bởi Công thức (1) sau đây:

$$([\%Cu]+10[\%Sn])/2[\%Ni]\leq 1 \dots (1),$$

trong đó [%M] là hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

2. Vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn theo khía cạnh 1 nêu trên, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một nguyên

tổ được chọn từ:

Cr: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn;

Ti: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

V: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

Zr: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

B: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Mg: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn;

Co: 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn;

Mo: 0,005% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn;

Sb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn; và

REM: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,1000% hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn ưu việt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển sử dụng được mà không cần lớp phủ ngay cả trong môi trường có độ mặn trong không khí cao.

Tiếp theo, vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn theo sáng chế mà không cần bảo trì lớp phủ định kỳ ngay cả khi được áp dụng cho kết cấu thép như cây cầu được sử dụng trong môi trường có độ mặn trong không khí cao với lượng muối trong không khí vượt quá 0,05mdd hoặc bằng hoặc lớn hơn 0,20mdd, mà cho phép làm giảm đáng kể chi phí bảo trì.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả dưới đây bằng cách tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là biểu đồ thể hiện các tổn thất do ăn mòn của loại thép A là Ví dụ theo sáng chế và của loại thép AK là Thép tiêu chuẩn, mà mỗi loại thép được vẽ đồ thị đối với lượng muối trong không khí.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần sau đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể.

Trước hết, một số nguyên tố được chứa trong vật liệu thép theo sáng chế sẽ được mô tả, tức là, đồng (Cu), niken (Ni), niobi (Nb), và thiếc (Sn), mà đặc biệt cần thiết để cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển.

Cu và Ni góp phần tạo thành lớp gỉ dày đặc trên bề mặt tấm thép và cũng tránh các ion clorua là các yếu tố tăng tốc ăn mòn không thấm qua lớp gỉ để đến nền thép.

Hơn nữa, Nb tập trung gần mặt phân cách giữa lớp gỉ và nền thép ở phần anot, do đó ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot. Tương tự với Nb, Sn cũng tập trung gần mặt phân cách giữa lớp gỉ và nền thép trong phần anot, do đó ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot.

Hiệu quả nêu trên không thể đạt được đầy đủ khi mỗi nguyên tố Cu, Ni, Nb, và/hoặc Sn được chứa riêng lẻ. Tuy nhiên, các nguyên tố có thể được chứa theo sự kết hợp để tạo ra tính hiệp trợ mà cải thiện rất nhiều hiệu quả chống ăn mòn, mà được coi là dẫn đến sự phát triển của khả năng chống ăn mòn do khí quyển đủ cao để chịu đựng việc sử dụng trong môi trường có độ mặn trong không khí cao.

Tiếp theo, phần mô tả sẽ đưa ra những lý do để giới hạn hợp phần hóa học của vật liệu thép đến các khoảng nêu trên theo sáng chế. Đơn vị "%" đề cập đến thành phần hóa học các nguyên tố trong vật liệu thép dùng để chỉ "% khối lượng" trừ khi có quy định khác sau đây.

$$0,02\% \leq C < 0,14\%$$

Cacbon (C) là nguyên tố để cải thiện độ bền của vật liệu thép, và cần được chứa là 0,02% hoặc lớn hơn để đảm bảo độ bền định trước. Mặt khác, hàm lượng C là 0,14% hoặc lớn hơn làm suy giảm tính chịu hàn và độ dẻo dai. Do đó, hàm lượng C được xác định là 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,14%.

$$0,05\% \leq \text{Si} \leq 2,0\%$$

Silic (Si) là nguyên tố có hiệu quả làm chất khử oxy trong quá trình luyện thép, và cần được chứa là 0,05% hoặc lớn hơn cho mục đích cải thiện độ bền của vật liệu thép để đảm bảo độ bền định trước. Mặt khác, hàm lượng Si vượt quá trên 2,0% làm suy giảm đáng kể độ dẻo dai và tính chịu hàn. Do đó, hàm lượng Si được xác định là 0,05% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn.

$$0,2\% \leq \text{Mn} \leq 2,0\%$$

Mangan (Mn) là nguyên tố để cải thiện độ bền của vật liệu thép, và cần được chứa là 0,2% hoặc lớn hơn để đảm bảo độ bền định trước. Mặt khác, hàm lượng Mn vượt quá trên 2,0% làm suy giảm độ dẻo dai và tính chịu hàn. Do đó, hàm lượng Mn được xác định là 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0 % hoặc nhỏ hơn.

$$0,005\% \leq \text{P} \leq 0,03\%$$

Photpho (P) là nguyên tố để cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để thu được hiệu quả này, P cần được chứa là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng P vượt quá 0,03% làm suy giảm tính chịu hàn. Do đó, hàm lượng P được xác định là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn.

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,02\%$$

Hàm lượng lưu huỳnh (S) vượt quá 0,02% làm suy giảm tính chịu hàn và độ dẻo dai. Mặt khác, hàm lượng S giảm xuống dưới 0,0001% dẫn đến làm tăng chi phí sản xuất. Do đó, hàm lượng S được xác định là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,02% hoặc nhỏ hơn.

$$0,001\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

Nhôm (Al) là nguyên tố cần thiết cho việc khử oxy trong quá trình luyện thép. Để thu được hiệu quả này, Al cần được chứa là 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng Al vượt quá 0,1% ảnh hưởng bất lợi

đến tính chịu hàn. Do đó, hàm lượng Al được xác định là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn.

$$0,1\% \leq \text{Cu} \leq 1,0\%$$

Đồng (Cu) góp phần vào việc tinh luyện các hạt gi để tạo thành lớp gi dày đặc, do đó tạo ra hiệu quả cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Hiệu quả này có thể thu được khi hàm lượng Cu là 0,1% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng Cu vượt quá 1,0% chịu sự gia tăng chi phí liên quan đến việc lượng tiêu thụ tăng lên của Cu. Do đó, hàm lượng Cu được xác định là 0,1% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,2% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn.

$$0,1\% \leq \text{Ni} \leq 1,0\%$$

Niken (Ni) góp phần vào việc tinh luyện các hạt gi để tạo thành lớp gi dày đặc, do đó tạo ra hiệu quả cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Hàm lượng Ni cần là 0,1% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Ni vượt quá 1,0% chịu sự gia tăng chi phí liên quan đến lượng tiêu dùng tăng lên của Ni. Do đó, hàm lượng Ni được xác định là 0,1% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,2% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn.

Ít nhất một nguyên tố được chọn từ: Nb: 0,004% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn; và Sn: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn

Niobi (Nb) tập trung gần mặt phân cách giữa lớp gi và nền thép ở phần anot, do đó ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot. Để thu được đầy đủ các hiệu quả này, Nb cần được chứa là 0,004% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng Nb vượt quá 0,2% dẫn đến việc giảm về độ dẻo dai. Do đó, hàm lượng Nb được xác định là 0,004% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,004% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, Nb có thể được chứa cùng với thiếc (Sn), để tạo ra hiệu quả cải thiện đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu

thép trong môi trường có độ mặn trong không khí cao.

Hơn nữa, Sn tạo thành màng oxit chứa Sn trên mặt phân cách lớp gi vật liệu thép để ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot của vật liệu thép, do đó cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Sn cần được chứa là 0,001% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ các hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Sn vượt quá 0,2% dẫn đến làm suy giảm về tính dễ uốn và độ dẻo dai của thép. Do đó, hàm lượng Sn được xác định là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,05 % hoặc nhỏ hơn.

Tiếp theo, như được mô tả ở trên, Sn có thể được chứa cùng với Nb, để tạo ra hiệu quả cải thiện đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép trong môi trường có độ mặn trong không khí cao.

Ở đây, hiệu quả theo sáng chế có thể thu được miễn là ít nhất một trong số Nb và Sn được chứa. Tuy nhiên, cả Nb và Sn có thể được chứa theo sự kết hợp để tạo ra hiệu quả cải thiện đáng kể hơn nữa khả năng chống ăn mòn do khí quyển. Sự kết hợp của Nb và Sn cũng đem lại thuận lợi là mỗi hàm lượng của Nb và Sn có thể được giảm mà không làm suy giảm khả năng chống ăn mòn do khí quyển, trong việc đảm bảo đặc tính cơ học và tính chịu hàn của vật liệu thép. Vì các lý do này, cả Nb và Sn tốt hơn là có thể được chứa cùng nhau.

Ngoài ra, sáng chế yêu cầu không chỉ mỗi thành phần trong hợp phần hóa học thỏa mãn khoảng nêu trên, mà còn hàm lượng Ni, hàm lượng Cu, và hàm lượng Sn thỏa mãn Công thức (1) sau đây khi Sn được chứa:

$$([\%Cu]+10[\%Sn])/2[\%Ni]\leq 1 \dots (1),$$

trong đó [%M] là hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

Khi trị số thu được là $([\%Cu]+10[\%Sn])/2[\%Ni]$ được xác định là 1 hoặc nhỏ hơn, mỗi nguyên tố tạo ra hiệu quả chống ăn mòn đến mức tối đa, mà góp phần vào cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển như được mô tả ở trên, trong khi đảm bảo khả năng sản xuất bằng cách ngăn chặn sự tạo ra vết nứt bề mặt hoặc các dạng tương tự trong vật liệu thép.

Ngoài các thành phần cơ bản được mô tả ở trên, vật liệu thép theo sáng chế có thể còn chứa lượng thích hợp của các nguyên tố sau đây theo sự cần thiết.

$$0,2\% \leq Cr \leq 2,0\%$$

Crom (Cr) là nguyên tố góp phần vào việc tinh luyện các hạt gỉ để tạo thành lớp gỉ dày đặc, do đó tạo ra hiệu quả cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Cr cần được chứa là 0,2% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Cr vượt quá 2,0 % dẫn đến làm suy giảm tính chịu hàn. Do đó, hàm lượng Cr được xác định là 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn.

$$0,005\% \leq Ti \leq 0,200\%$$

Titan (Ti) là nguyên tố tăng cường độ bền của vật liệu thép. Ti cần được chứa là 0,005% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Ti vượt quá 0,200% dẫn đến làm suy giảm về độ dẻo dai. Do đó, hàm lượng Ti được xác định là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn.

$$0,005\% \leq V \leq 0,200\%$$

Vanadi (V) là nguyên tố tăng cường độ bền của vật liệu thép. V cần được chứa là 0,005% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng V vượt quá 0,200% làm bão hòa hiệu quả này. Do đó, hàm lượng V trong thép được xác định là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn.

$$0,005\% \leq Zr \leq 0,200\%$$

Zirconi (Zr) là nguyên tố tăng cường độ bền của vật liệu thép. Zr cần được chứa là 0,005% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Zr vượt quá 0,200% làm bão hòa hiệu quả này. Do đó, hàm lượng Zr được xác định là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn.

$$0,0001\% \leq B \leq 0,0050\%$$

Boron (B) là nguyên tố tăng cường độ bền của vật liệu thép. B cần được chứa là 0,0001% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng B vượt quá 0,0050% dẫn đến làm suy giảm về độ dẻo dai của thép. Do đó, hàm lượng B được xác định là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

$$0,0001\% \leq Mg \leq 0,0100\%$$

Magiê (Mg) là nguyên tố có hiệu quả trong việc cố định S trong thép để cải thiện độ dẻo dai của vùng ảnh hưởng nhiệt. Mg cần được chứa là 0,0001% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Mg vượt quá 0,0100% dẫn đến sự gia tăng về lượng chất lẫn trong thép, mà phần nào làm suy giảm độ dẻo dai của thép. Do đó, hàm lượng Mg được xác định là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

$$0,01\% \leq Co \leq 1,00\%$$

Coban (Co) được phân bố trên toàn bộ lớp gỉ để tinh luyện các hạt gỉ để tạo thành lớp gỉ dày đặc, do đó tạo ra hiệu quả cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Co cần được chứa là 0,01% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Co vượt quá 1,00% chịu sự gia tăng chi phí liên quan đến lượng tiêu dùng tăng lên của Co. Do đó, hàm lượng Co được xác định là 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn.

$$0,005\% \leq Mo \leq 1,000\%$$

Molypden (Mo) tạo ra MoO_4^{2-} để tách lỏng cùng với phản ứng anot của vật liệu thép sao cho MoO_4^{2-} được phân bố trong lớp gỉ, do đó tránh các ion clorua là các yếu tố tăng tốc ăn mòn không thấm qua lớp gỉ để đến nền thép. Ngoài ra, hợp chất chứa Mo kết tủa trên bề mặt vật liệu thép, mà ngăn chặn phản ứng anot của thép. Mo cần được chứa là 0,005% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ các hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Mo vượt quá 1,000% chịu sự gia tăng chi phí liên quan đến lượng tiêu dùng tăng lên của Mo. Do đó, hàm lượng Mo được xác định là 0,005% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn.

$$0,005\% \leq \text{Sb} \leq 0,200\%$$

Antimon (Sb) là nguyên tố dùng để ngăn chặn phản ứng anot của vật liệu thép trong khi ngăn chặn phản ứng thoát khí hydro là phản ứng catot, do đó cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Sb cần được chứa là 0,005% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng Sb vượt quá 0,200% dẫn đến làm suy giảm về độ dẻo dai. Do đó, hàm lượng Sb được xác định là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn.

$$0,0001\% \leq \text{REM} \leq 0,1000\%$$

Kim loại đất hiếm (REM-Rare Earth Metal) được phân bố trên toàn bộ lớp gỉ để tinh luyện các hạt gỉ để tạo thành lớp gỉ dày đặc, do đó tạo ra hiệu quả cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. REM cần được chứa là 0,0001% hoặc lớn hơn để thu được đầy đủ hiệu quả này. Mặt khác, hàm lượng REM vượt quá 0,1000% làm bão hòa hiệu quả này. Do đó, hàm lượng REM được xác định là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,1000% hoặc nhỏ hơn.

$$\text{Ceq} \leq 0,44\% \text{ khối lượng}$$

Khi hàm lượng cacbon tương đương (Ceq- equivalent carbon content) được xác định bởi hệ thức sau đây được tăng lên về trị số, vùng

ảnh hưởng nhiệt bị cứng lại, mà làm tăng khả năng tạo ra vết nứt do lạnh tùy thuộc vào các điều kiện hàn. Do đó, C_{eq} tốt hơn được xác định là 0,44% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

$$C_{eq}=[\%C]+[\%Si]/24+[\%Mn]/6+[\%Ni]/40+[\%Cu]/5+[\%V]/14,$$

trong đó $[\%M]$ là hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

$$P_{CM} \leq 0,25\% \text{ khối lượng}$$

Để tránh vết nứt do lạnh không xuất hiện trong quá trình hàn và để làm giảm nhiệt độ nung sơ bộ cho quy trình hàn đến nhiệt độ 50°C hoặc thấp hơn mà ở mức đủ thấp để không gây ra vấn đề trong việc gia công thực tế, thông số kim loại tới hạn (P_{CM} - critical metal parameter) được xác định bởi hệ thức sau đây tốt hơn là 0,25% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

$$P_{CM}=[\%C]+[\%Si]/30+[\%Mn]/20+[\%Cu]/20+[\%Ni]/60+[\%Cr]/20+[\%Mo]/15+[\%V]/10+5 \times [\%B],$$

trong đó $[\%M]$ là hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

Các thành phần khác so với các thành phần được mô tả ở trên là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên trong vật liệu thép theo sáng chế.

Ở đây, các ví dụ về các tạp chất ngẫu nhiên chấp nhận được bao gồm N: 0,010% hoặc nhỏ hơn, O: 0,010% hoặc nhỏ hơn, và Ca: 0,0010% hoặc nhỏ hơn.

Phương áp ưu tiên sản xuất vật liệu thép theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Thép nóng chảy có hợp phần hóa học nêu trên được điều chế bằng quy trình đã biết như quy trình luyện thép bằng lò chuyển hoặc quy trình luyện thép bằng lò điện, để tạo thành vật liệu thép ở dạng phôi nhờ các phương pháp đã biết như phương pháp đúc liên tục hoặc đúc thổi. Thép

nóng chảy có thể được điều chỉnh về hợp phần hóa học nhờ phương pháp tinh luyện thép đã biết.

Sau đó, phôi thu được như được mô tả ở trên được đưa vào cán nóng, để tạo thành vật liệu thép ở dạng thép tấm, dầm thép, thép lá, thép thanh, và các dạng thép tương tự. Điều kiện nung và điều kiện cán trong quy trình có thể được chọn là thích hợp tùy thuộc vào các đặc tính vật liệu được yêu cầu, mà cũng có thể kết hợp việc cán được kiểm soát, việc làm nguội được tăng tốc, hoặc xử lý nung lại.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây. Cần lưu ý rằng sáng chế không nhằm làm giới hạn các ví dụ được bộc lộ.

Mỗi thép có các hợp phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1 được nung chảy và được đưa vào đúc liên tục để thu được phôi. Sau đó, phôi được nung đến nhiệt độ 1150°C và được cán nóng, mà sau đó được làm nguội bằng không khí xuống nhiệt độ phòng, để thu được là thép lá có độ dày 6mm. Sự xuất hiện vết nứt bề mặt trong quá trình sản xuất được khảo sát, và các kết quả thu được của chúng được thể hiện trong Bảng 2.

Mẫu thử được thu thập từ thép lá theo kích cỡ là 100mm×50mm×5mm, được đưa vào đánh bóng sao cho mặt trước của mẫu thử có độ nhám trung bình số học Ra là 1,6 hoặc nhỏ hơn. Các mặt rìa và mặt sau của mẫu thử, mà cũng đóng vai trò là các bề mặt thử nghiệm, được đưa vào đánh bóng tương tự.

Do đó, mẫu thử thu được được đưa vào thử nghiệm chịu phong hóa được mô tả ở dưới đây, để đánh giá khả năng chống ăn mòn do khí quyển của chúng.

- Thử nghiệm chịu phong hóa

Mẫu thử được phơi ngoài trời khoảng một năm ở bốn vùng ven

biển nội địa khác nhau về lượng muối trong không khí (Choshi: 0,20mdd, Oihama: 0,30mdd, Miyakojima: 0,36mdd, và Okinawa: 0,50mdd). Việc tiếp xúc được thực hiện bằng cách đặt mẫu thử trên giá tiếp xúc được che, để mô phỏng môi trường bên trong không có mưa của một đầm cầu, môi trường được coi là khắc nghiệt nhất đối với vật liệu thép khi được áp dụng cho kết cấu thực tế như cây cầu.

Mẫu thử được thu hồi sau một năm tiếp xúc, và được ngâm, để loại bỏ gỉ, vào dung dịch chứa nước thu được bằng cách bổ sung hexametylentetramin vào axit clohydric. Sau khi loại bỏ gỉ, mẫu thử được đo trọng lượng để thu được sự chênh lệch về trọng lượng từ trọng lượng ban đầu. Do đó, trị số thu được khi sự chênh lệch được chia cho diện tích bề mặt của mẫu thử, để thu được lượng giảm độ dày trung bình (theo đơn vị là mm) trên mỗi một bề mặt, là tổn thất do ăn mòn. Để thu được tổn thất do ăn mòn, mẫu thử cho một loại thép được đưa vào được đưa vào hai lần thử nghiệm nêu trên, và tổn thất do ăn mòn thu được cho mỗi lần được lấy trung bình.

Hơn nữa, tỷ lệ tương đối của tổn thất do ăn mòn với tổn thất do ăn mòn của loại thép AK đóng vai trò làm Thép tiêu chuẩn thu được là tỷ lệ tổn thất do ăn mòn. Thép được xác định là tốt về khả năng chống ăn mòn do khí quyển khi thép có tỷ lệ tổn thất do ăn mòn nhỏ hơn 1 trong tất cả bốn môi trường khác nhau về lượng muối trong không khí.

Các kết quả của chúng được thể hiện tất cả trong Bảng 2.

Fig.1 là biểu đồ thể hiện tổn thất do ăn mòn của loại thép A là Ví dụ theo sáng chế và của loại thép AK làm Thép tiêu chuẩn, mà mỗi thép được vẽ đồ thị đối với lượng muối trong không khí.

Bảng 1

Loại Thép	Hợp phần hóa học (%)													Ceq	P _{CM}	([%Cu]+10[%Sn])/2[%Ni]	Các ghi chú
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Cu	Ni	Sn	Nb	Các nguyên tố khác				
A	0,081	0,21	0,71	0,016	0,0039	0,026	0,0026	0,0021	0,29	0,30	0,027	0,013	-	0,27	0,14	0,95	Ví dụ theo sáng chế
B	0,076	0,20	0,70	0,018	0,0034	0,025	0,0025	0,0020	0,10	0,98	0,180	0,013	-	0,25	0,14	0,97	- Ví dụ theo sáng chế
C	0,021	0,20	0,90	0,017	0,0053	0,026	0,0027	0,0021	0,10	0,22	0,034	0,013	-	0,21	0,08	0,99	Ví dụ theo sáng chế
D	0,089	0,30	0,70	0,017	0,0023	0,024	0,0023	0,0019	1,00	1,00	0,048	0,013	-	0,44	0,20	0,74	Ví dụ theo sáng chế
E	0,069	0,22	0,68	0,021	0,0043	0,026	0,0026	0,0021	0,32	0,41	0,040	0,009	-	0,27	0,13	0,87	Ví dụ theo sáng chế
F	0,074	0,19	0,70	0,021	0,0044	0,025	0,0025	0,0020	0,28	0,29	0,022	0,200	-	0,26	0,13	0,86	Ví dụ theo sáng chế
G	0,021	0,20	0,74	0,019	0,0046	0,026	0,0026	0,0021	0,25	0,31	0,036	0,013	-	0,21	0,08	0,98	Ví dụ theo sáng chế
H	0,1398	0,21	0,70	0,016	0,0033	0,025	0,0025	0,0020	0,25	0,29	0,023	0,013	-	0,32	0,20	0,82	Ví dụ theo sáng chế
I	0,056	0,06	0,80	0,016	0,0036	0,025	0,0025	0,0020	0,20	0,29	0,022	0,013	-	0,24	0,11	0,71	Ví dụ theo sáng chế
J	0,109	1,98	0,70	0,016	0,0027	0,024	0,0024	0,0019	0,65	0,61	0,023	0,013	-	0,45	0,25	0,72	Ví dụ theo sáng chế
K	0,079	0,23	0,20	0,016	0,0039	0,026	0,0026	0,0021	0,31	0,31	0,022	0,013	-	0,19	0,12	0,86	Ví dụ theo sáng chế
L	0,099	0,23	2,00	0,020	0,0042	0,026	0,0026	0,0021	0,15	0,30	0,030	0,013	-	0,48	0,22	0,74	Ví dụ theo sáng chế
M	0,084	0,25	0,70	0,014	0,0024	0,024	0,0024	0,0019	0,16	0,29	0,020	0,013	-	0,25	0,24	0,62	Ví dụ theo sáng chế
N	0,031	0,25	0,70	0,018	0,0040	0,026	0,0026	0,0021	0,15	0,30	0,031	0,013	-	0,20	0,10	0,77	Ví dụ theo sáng chế
O	0,082	0,40	0,83	0,008	0,0041	0,023	0,0027	0,0020	0,34	0,70	0,069	0,020	-	0,32	0,17	0,74	Ví dụ theo sáng chế
P	0,082	0,40	0,83	0,008	0,0041	0,023	0,0027	0,0020	0,34	0,70	0,069	0,020	-	0,32	0,17	0,74	Ví dụ theo sáng chế
Q	0,090	0,21	0,76	0,014	0,0031	0,025	0,0025	0,0020	0,32	0,86	0,097	0,021	-	0,31	0,17	0,75	Ví dụ theo sáng chế
R	0,090	0,21	0,76	0,014	0,0031	0,025	0,0025	0,0020	0,32	0,86	0,097	0,021	-	0,33	0,18	0,75	Ví dụ theo sáng chế
S	0,072	0,41	0,75	0,015	0,0038	0,025	0,0025	0,0022	0,36	0,38	0,013	0,024	-	0,30	0,15	0,64	Ví dụ theo sáng chế
T	0,072	0,41	0,75	0,015	0,0038	0,025	0,0025	0,0022	0,36	0,38	0,013	0,024	-	0,30	0,16	0,64	Ví dụ theo sáng chế
U	0,082	0,40	0,77	0,012	0,0046	0,024	0,0025	0,0021	0,27	0,41	0,017	0,017	-	0,29	0,18	0,53	Ví dụ theo sáng chế
V	0,082	0,40	0,77	0,012	0,0046	0,024	0,0025	0,0021	0,27	0,41	0,017	0,017	-	0,29	0,18	0,53	Ví dụ theo sáng chế
W	0,089	0,30	0,87	0,014	0,0026	0,024	0,0027	0,0020	0,35	0,79	0,091	0,007	-	0,34	0,17	0,80	Ví dụ theo sáng chế
X	0,089	0,30	0,87	0,014	0,0026	0,024	0,0027	0,0020	0,35	0,79	0,091	0,007	-	0,34	0,17	0,80	Ví dụ theo sáng chế
Y	0,080	0,35	0,78	0,005	0,0048	0,025	0,0027	0,0022	0,20	0,87	0,142	0,014	-	0,29	0,16	0,93	Ví dụ theo sáng chế
Z	0,080	0,35	0,78	0,005	0,0048	0,025	0,0027	0,0022	0,20	0,87	0,142	0,014	-	0,29	0,16	0,93	Ví dụ theo sáng chế
AA	0,085	0,38	0,78	0,026	0,0036	0,024	0,0028	0,0021	0,33	0,78	0,116	0,014	-	0,32	0,17	0,95	Ví dụ theo sáng chế
AB	0,085	0,38	0,78	0,026	0,0036	0,024	0,0028	0,0021	0,33	0,78	0,116	0,014	-	0,32	0,23	0,95	Ví dụ theo sáng chế
AC	0,085	0,34	0,74	0,015	0,0034	0,026	0,0027	0,0020	0,37	0,78	0,024	0,022	-	0,32	0,16	0,39	Ví dụ theo sáng chế
AD	0,085	0,34	0,74	0,015	0,0034	0,026	0,0027	0,0020	0,37	0,78	0,024	0,022	-	0,32	0,16	0,39	Ví dụ theo sáng chế
AE	0,073	0,40	0,73	0,029	0,0037	0,023	0,0024	0,0020	0,39	0,35	0,017	0,022	-	0,30	0,15	0,79	Ví dụ theo sáng chế
AF	0,073	0,40	0,73	0,029	0,0037	0,023	0,0024	0,0020	0,39	0,35	0,017	0,022	-	0,30	0,15	0,79	Ví dụ theo sáng chế
AG	0,072	0,40	0,76	0,005	0,0046	0,026	0,0026	0,0022	0,30	0,40	0,003	0,022	-	0,29	0,14	0,41	Ví dụ theo sáng chế
AH	0,085	0,21	0,74	0,014	0,0034	0,025	0,0027	0,0020	0,11	0,95	0,167	-	-	0,26	0,15	0,94	Ví dụ theo sáng chế
AI	0,082	0,23	0,87	0,016	0,0026	0,024	0,0025	0,0021	0,20	0,87	-	0,004	-	0,30	0,16	0,12	Ví dụ theo sáng chế
AJ	0,089	0,38	0,78	0,012	0,0031	0,023	0,0024	0,0019	0,20	0,87	-	0,195	-	0,30	0,17	0,12	Ví dụ theo sáng chế
AK	0,097	0,20	0,69	0,023	0,0032	0,028	0,0036	0,0019	0,32	0,18	0,023	0,001	-	0,29	0,18	1,54	Thép tiêu chuẩn
AL	0,090	0,20	0,70	0,016	0,0040	0,025	0,0025	0,0020	0,30	0,10	0,033	0,013	-	0,28	0,15	3,07	Ví dụ so sánh
AM	0,097	0,20	0,69	0,015	0,0021	0,028	0,0023	0,0018	0,29	1,00	0,186	0,013	-	0,30	0,17	1,08	Ví dụ so sánh
AN	0,098	0,20	0,69	0,016	0,0038	0,029	0,0024	0,0019	0,31	0,18	0,047	-	-	0,29	0,16	2,22	Ví dụ so sánh

*Các trị số gạch chân nằm ngoài phạm vi thích hợp.

Bảng 2

Đang tải

Loại Thép	Vết nứt bề mặt trong quá trình sản xuất	Khả năng chống ăn mòn do khí quyển	Tổn thất do ăn mòn* (mm)				Tỷ lệ tổn thất do ăn mòn (tham chiếu đến loại thép AK)				Các ghi chú
			Choshi 0,20mdd	Oihama 0,30mdd	Miyakojima 0,36mdd	Okinawa 0,50mdd	Choshi 0,20 mdd	Oihama 0,30 mdd	Miyakojima 0,36 mdd	Okinawa 0,50 mdd	
A	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0309)	0,035 (0,0347)	0,037 (0,0374)	0,054 (0,0540)	0,88	0,87	0,92	0,95	Ví dụ theo sáng chế
B	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0318)	0,035 (0,0345)	0,038 (0,0377)	0,055 (0,0551)	0,91	0,86	0,93	0,97	Ví dụ theo sáng chế
C	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0308)	0,035 (0,0346)	0,038 (0,0377)	0,056 (0,0560)	0,88	0,87	0,93	0,98	Ví dụ theo sáng chế
D	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0313)	0,034 (0,0342)	0,038 (0,0381)	0,054 (0,0543)	0,90	0,85	0,94	0,95	Ví dụ theo sáng chế
E	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0315)	0,034 (0,0342)	0,038 (0,0381)	0,056 (0,0555)	0,90	0,85	0,94	0,97	Ví dụ theo sáng chế
F	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0313)	0,035 (0,0349)	0,037 (0,0373)	0,055 (0,0548)	0,90	0,87	0,92	0,96	Ví dụ theo sáng chế
G	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0318)	0,035 (0,0350)	0,038 (0,0384)	0,055 (0,0546)	0,91	0,88	0,95	0,96	Ví dụ theo sáng chế
H	không xuất hiện	tốt	0,030 (0,0301)	0,036 (0,0356)	0,038 (0,0384)	0,056 (0,0557)	0,86	0,89	0,95	0,98	Ví dụ theo sáng chế
I	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0305)	0,034 (0,0341)	0,038 (0,0380)	0,055 (0,0551)	0,87	0,85	0,94	0,97	Ví dụ theo sáng chế
J	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0318)	0,034 (0,0343)	0,038 (0,0382)	0,055 (0,0549)	0,91	0,86	0,94	0,96	Ví dụ theo sáng chế
K	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0310)	0,034 (0,0344)	0,038 (0,0380)	0,055 (0,0549)	0,89	0,86	0,94	0,96	Ví dụ theo sáng chế
L	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0305)	0,036 (0,0355)	0,038 (0,0379)	0,054 (0,0543)	0,87	0,89	0,93	0,95	Ví dụ theo sáng chế
M	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0318)	0,034 (0,0340)	0,037 (0,0374)	0,055 (0,0552)	0,91	0,85	0,92	0,97	Ví dụ theo sáng chế
N	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0311)	0,034 (0,0340)	0,038 (0,0375)	0,055 (0,0553)	0,89	0,85	0,92	0,97	Ví dụ theo sáng chế
O	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0318)	0,035 (0,0352)	0,038 (0,0375)	0,055 (0,0547)	0,91	0,88	0,92	0,96	Ví dụ theo sáng chế
P	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0306)	0,034 (0,0342)	0,038 (0,0379)	0,056 (0,0557)	0,88	0,86	0,93	0,98	Ví dụ theo sáng chế
Q	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0315)	0,035 (0,0350)	0,038 (0,0383)	0,055 (0,0554)	0,90	0,88	0,94	0,97	Ví dụ theo sáng chế
R	không xuất hiện	tốt	0,030 (0,0302)	0,035 (0,0347)	0,038 (0,0382)	0,054 (0,0544)	0,86	0,87	0,94	0,95	Ví dụ theo sáng chế
S	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0317)	0,034 (0,0343)	0,038 (0,0383)	0,055 (0,0546)	0,91	0,86	0,94	0,96	Ví dụ theo sáng chế
T	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0305)	0,035 (0,0353)	0,038 (0,0381)	0,056 (0,0558)	0,87	0,88	0,94	0,98	Ví dụ theo sáng chế
U	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0317)	0,035 (0,0354)	0,037 (0,0373)	0,055 (0,0550)	0,91	0,88	0,92	0,96	Ví dụ theo sáng chế
V	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0305)	0,034 (0,0340)	0,038 (0,0377)	0,055 (0,0552)	0,87	0,85	0,93	0,97	Ví dụ theo sáng chế
W	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0308)	0,035 (0,0354)	0,037 (0,0373)	0,054 (0,0544)	0,88	0,89	0,92	0,95	Ví dụ theo sáng chế
X	không xuất hiện	tốt	0,030 (0,0302)	0,035 (0,0352)	0,038 (0,0376)	0,056 (0,0555)	0,86	0,88	0,93	0,97	Ví dụ theo sáng chế
Y	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0316)	0,035 (0,0353)	0,038 (0,0381)	0,055 (0,0548)	0,90	0,88	0,94	0,96	Ví dụ theo sáng chế
Z	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0309)	0,035 (0,0347)	0,038 (0,0377)	0,054 (0,0543)	0,89	0,87	0,93	0,95	Ví dụ theo sáng chế
AA	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0317)	0,034 (0,0344)	0,038 (0,0380)	0,056 (0,0558)	0,91	0,86	0,94	0,98	Ví dụ theo sáng chế
AB	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0305)	0,035 (0,0352)	0,038 (0,0384)	0,055 (0,0553)	0,90	0,88	0,95	0,97	Ví dụ theo sáng chế
AC	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0308)	0,035 (0,0349)	0,038 (0,0384)	0,055 (0,0545)	0,88	0,87	0,95	0,95	Ví dụ theo sáng chế
AD	không xuất hiện	tốt	0,030 (0,0303)	0,035 (0,0353)	0,038 (0,0378)	0,055 (0,0552)	0,87	0,88	0,93	0,97	Ví dụ theo sáng chế
AE	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0307)	0,035 (0,0346)	0,038 (0,0382)	0,055 (0,0550)	0,88	0,87	0,94	0,96	Ví dụ theo sáng chế
AF	không xuất hiện	tốt	0,030 (0,0303)	0,035 (0,0345)	0,037 (0,0373)	0,056 (0,0557)	0,87	0,86	0,92	0,98	Ví dụ theo sáng chế
AG	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0314)	0,036 (0,0360)	0,038 (0,0380)	0,056 (0,0559)	0,90	0,90	0,94	0,98	Ví dụ theo sáng chế
AH	không xuất hiện	tốt	0,031 (0,0314)	0,036 (0,0364)	0,039 (0,0388)	0,056 (0,0558)	0,90	0,91	0,96	0,98	Ví dụ theo sáng chế
AI	không xuất hiện	tốt	0,032 (0,0323)	0,036 (0,0363)	0,039 (0,0388)	0,055 (0,0552)	0,92	0,91	0,96	0,97	Ví dụ theo sáng chế
AJ	không xuất hiện	tốt	0,033 (0,0325)	0,035 (0,0351)	0,040 (0,0398)	0,056 (0,0557)	0,93	0,88	0,98	0,98	Ví dụ theo sáng chế
AK	không xuất hiện	kém	0,035 (0,0350)	0,040 (0,0400)	0,041 (0,0406)	0,057 (0,0571)	1,00	1,00	1,00	1,00	Thép tiêu chuẩn
AL	xuất hiện	kém	0,033 (0,0326)	0,039 (0,0389)	0,041 (0,0413)	0,058 (0,0577)	0,93	0,97	1,02	1,01	Ví dụ so sánh
AM	xuất hiện	tốt	0,030 (0,0301)	0,035 (0,0348)	0,038 (0,0376)	0,055 (0,0549)	0,86	0,87	0,93	0,96	Ví dụ so sánh
AN	xuất hiện	kém	0,034 (0,0338)	0,039 (0,0386)	0,042 (0,0417)	0,057 (0,0570)	0,97	0,96	1,03	1,00	Ví dụ so sánh

* Giá trị được làm tròn đến ba chữ số thập phân gần nhất được thể hiện (các trị số trong dấu ngoặc đơn là bốn chữ số thập phân).

Tham chiếu đến Bảng 2 và Fig.1, tất cả các ví dụ theo sáng chế có tỷ lệ tổn thất do ăn mòn nhỏ hơn 1 trong tất cả bốn môi trường khác nhau về lượng muối trong không khí, mà có nghĩa là tất cả các ví dụ theo sáng chế được truyền khả năng chống ăn mòn do khí quyển tốt. Cụ thể, trong môi trường mà lượng muối trong không khí là 0,30mdd hoặc nhỏ hơn, thép có tổn thất do ăn mòn mỗi năm là 0,036mm ở mức tối đa, mà có nghĩa là thép có thể được truyền độ bền tương đương kéo dài khoảng 100 năm, ví dụ, khi thép này được áp dụng cho một cây cầu.

Không có vết nứt bề mặt được quan sát trong bất kỳ ví dụ theo sáng chế trong quá trình sản xuất.

Trong khi đó, các loại thép AL, AM, và AN đóng vai trò làm các Ví dụ so sánh bị vết nứt bề mặt trong quá trình sản xuất. Hơn nữa, các loại thép AL và AN là kém ngay cả về khả năng chống ăn mòn do khí quyển.

Yêu cầu bảo hộ

1. Vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn, có hợp phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,02% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,14%,

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,03% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,02% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,1% hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,1% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn,

Ni: 0,1% hoặc lớn hơn và 1,0% hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,004% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn; và

Sn: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,2% hoặc nhỏ hơn, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó Cu, Ni, và Sn được chứa theo các lượng thỏa mãn mối quan hệ được xác định bởi Công thức (1) sau đây:

$$([\%Cu]+10[\%Sn])/2[\%Ni] \leq 1 \quad \dots (1),$$

trong đó [%M] là hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố M trong thép.

2. Vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ:

Cr: 0,2% hoặc lớn hơn và 2,0% hoặc nhỏ hơn;

Ti: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

V: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

Zr: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

B: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn;

Mg: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn;

Co: 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn;

Sb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn; và

REM: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,1000% hoặc nhỏ hơn.

FIG. 1