



(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



1-0032498

(51)⁸ C22C 38/00; C22C 38/60; C22C 38/16; (13) B
C21D 8/02

(21) 1-2017-02080

(22) 25/11/2015

(86) PCT/JP2015/005848 25/11/2015

(87) WO/2016/092756 A1 16/06/2016

(30) 2014-248606 09/12/2014 JP

(45) 25/07/2022 412

(43) 25/01/2018 358A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

(72) MIURA, Shinichi (JP); KAGE, Isamu (JP); KOMORI, Tsutomu (JP); MITAO, Shinji (JP).

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

(54) VẬT LIỆU THÉP KẾT CẤU CÓ KHẢ NĂNG CHỐNG ẪN MÒN DO KHÍ QUYỀN

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển với giá thành thấp. Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển bao gồm, theo % khối lượng, 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,20% C, 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn Si, 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn Mn, 0,001% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn P, 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn S, 0,005% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn Al, 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn Cu, 0,005% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn Nb, 0,005% hoặc lớn hơn và 0,300% hoặc nhỏ hơn Sn, trong đó lượng dung dịch rắn Nb nằm trong khoảng từ 0,002% hoặc lớn hơn đến 0,080% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu thép kết cấu. Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất vật liệu thép kết cấu tốt hơn là được sử dụng làm vật liệu mà cần để thể hiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển dưới môi trường mà lượng muối trong không khí tương đối nhỏ và tính ăn mòn không quá cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, như vật liệu để tạo ra kết cấu thép được sử dụng ngoài trời như cầu, thép chống ăn mòn được sử dụng. Thép chống ăn mòn là vật liệu thép mà, trong môi trường ăn mòn trong khí quyển, bề mặt của vật liệu thép được che phủ với lớp gỉ bảo vệ cao có nguyên tố hợp kim được cô đặc như Cu, P, Cr và Ni, vì vậy tốc độ ăn mòn được giảm đáng kể. Do khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép, đã biết đến là việc xây cầu sử dụng thép chống ăn mòn có khả năng phục vụ hàng thập kỷ ở tình trạng không sơn.

Thép chống ăn mòn được phát triển trong những năm 1930 ở Mỹ và đã được sử dụng như trong xây dựng. Sau đó, thép chống ăn mòn được đưa đến Nhật Bản, và thép chống ăn mòn đã được sản xuất và được sử dụng trong việc xây dựng cầu và tương tự. Theo cách này, thép chống ăn mòn được chứng minh là lượng lớn thép chống ăn mòn đã được đưa đến các nước khác nhau sau khi thép chống ăn mòn được phát triển ở Mỹ. Hơn nữa, ở các nước mà có nền kinh tế phát triển đáng kể được gọi là BRICS, việc thiết lập kết cấu hạ tầng hiện nay đã được thực hiện, và cụ thể việc tăng sự bảo trì và chi phí bảo trì của kết cấu hạ tầng phát sinh là vấn đề phải được giải quyết. Ví dụ, cầu không sơn mà sử dụng thép chống ăn mòn có thể tránh chi phí bảo trì ở mức độ thấp so với cầu được sơn và do đó, có nhu cầu cho việc sử dụng thép chống ăn mòn cũng ở các nước này. Cần thiết để tính đến là thép chống ăn mòn sẽ được sử dụng ở các nước đó mà có sự phát triển kinh tế đáng kể,

làm giảm chi phí của vật liệu thép. Ví dụ, như điều kiện sản xuất vật liệu thép có chi phí thấp, chi phí thấp đối với hợp kim được chỉ định. Hơn nữa, các nước nêu trên có diện tích tương đối lớn và do đó, được cho là các nước này có nhiều vùng mà cách xa bờ biển, có nghĩa là, các môi trường mà lượng muối trong không khí nhỏ. Do đó, có nhu cầu về vật liệu thép mà có thể được sử dụng không cần sơn trong môi trường mà lượng muối trong không khí tương đối nhỏ và tính ăn mòn không quá cao.

Thông thường, như kỹ thuật để làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép, ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao mà Cu và 1 % khối lượng hoặc lớn hơn của Ni được bổ sung vào đó. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ vật liệu thép có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển mà Mo và 1 hoặc lớn hơn % khối lượng của Ni được bổ sung vào đó. Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ vật liệu thép có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển mà Cu và Ti được bổ sung vào đó ngoài Ni. Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ vật liệu thép dùng cho kết cấu hàn mà chứa lượng lớn Ni và còn chứa Cu, Mo, Sn, Sb, P và tương tự. Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ vật liệu thép có khả năng ưu việt chống ăn mòn mà Sn được bổ sung vào đó.

Tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP-A-11-172370

PTL 2: JP-A-2002-309340

PTL 3: JP-A-11-71632

PTL 4: JP-A-10-251797

PTL 5: JP-A-2012-255184

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, khi hàm lượng Ni trong vật liệu thép được làm tăng lên như

được nêu trong Tài liệu sáng chế 1, 2 và 3, có phát sinh hạn chế đó là chi phí của vật liệu thép bị tăng lên do tăng chi phí hợp kim. Hơn nữa, trong vật liệu thép mà chứa hàm lượng Ni và hàm lượng P được tăng lên và Cu, Mo, Sn, Sb và tương tự như được nêu trong Tài liệu sáng chế 4, có phát sinh hạn chế đó là chi phí của vật liệu thép bị tăng lên do tăng chi phí hợp kim và, hơn nữa, khả năng hàn bị giảm xuống do hàm lượng P cao. Hơn nữa, khi hàm lượng Sn được tăng lên như được nêu trong Tài liệu sáng chế 5, có phát sinh hạn chế đó là chi phí vật liệu thép bị tăng lên do tăng chi phí hợp kim và, hơn nữa, độ giòn nóng bị tăng nhanh hơn.

Sáng chế đã thực hiện trên quan điểm về các trường hợp này, và đó là mục đích của sáng chế để đề xuất vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển với giá thành thấp.

Giải pháp cho vấn đề

Để khắc phục các hạn chế nêu trên, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu chuyên sâu thành phần của vật liệu thép trên quan điểm về khả năng chống ăn mòn do khí quyển. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép có thể được tăng lên bằng cách cho phép vật liệu thép chứa Cu và lượng nhỏ Nb và Sn, và bằng cách điều chỉnh lượng dung dịch rắn Nb một cách chặt chẽ. Mặc dù nguyên nhân cụ thể là vật liệu thép thể hiện khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển theo cách này không được biết đến, nguyên nhân được đánh giá như sau. Cu làm đặc lớp gỉ bằng cách tạo các hạt gỉ mịn và do đó, không những có thể ngăn các ion oxy và clorua mà là các tác nhân làm tăng sự ăn mòn từ việc thẩm thấu lớp gỉ và tiếp cận đến thép nền mà còn có thể tránh phản ứng anốt của vật liệu thép bằng cách tập trung Cu trong vùng ở các vùng lân cận của bề mặt của thép nền. Nb ngăn phản ứng anốt và phản ứng catốt của vật liệu thép do được tập trung trong vùng ở các vùng lân cận trên bề mặt của thép nền. Cụ thể, để làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển, quan trọng là Nb có mặt trong thép ở trạng thái dung dịch rắn. Hơn nữa, theo cách tương tự là Nb, Sn ngăn phản ứng anốt và phản ứng catốt trong vật liệu thép do được tập trung trong vùng ở các vùng lân cận trên bề mặt của thép nền. Tuy nhiên, có thể đánh giá được là các hiệu quả đó không đủ khi vật liệu thép chỉ chứa nguyên tố đơn ngoài Cu, Nb và Sn,

trong khi khả năng chống ăn mòn được tăng lên đáng kể khi vật liệu thép chứa các nguyên tố ngoài Cu, Nb và Sn.

Bản chất của sáng chế như sau:

(1) Theo một khía cạnh của sáng chế, sáng chế đề xuất vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển mà bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,20%,

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Sn: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,300% hoặc nhỏ hơn, trong đó lượng dung dịch rắn Nb nằm trong khoảng từ 0,002% hoặc lớn hơn đến 0,080% hoặc nhỏ hơn, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được.

(2) Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển được nêu trong mục (1) còn bao gồm, theo % khối lượng, Ge: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

(3) Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển được nêu trong mục (1) hoặc (2) còn bao gồm, theo % khối lượng, Ta: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn.

(4) Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển được nêu theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) còn bao gồm, theo % khối lượng, Ni: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn.

(5) Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển

được nêu trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Mo: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn,

Co: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn,

W: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn,

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

Sc: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Sr: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn, và

Se: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn.

(6) Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển được nêu trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

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

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

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

(7) Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển được nêu trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6) còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

REM: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn,

Ca: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn, và

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

Theo sáng chế, khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển có nghĩa là lượng giảm trung bình của độ dày tấm là 20,0µm hoặc nhỏ hơn theo sự đánh giá về khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong ví dụ được nêu sau.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do

khí quyển có thể đạt được. Vật liệu thép kết cấu theo sáng chế có thể được sản xuất với giá thành thấp và có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển do chứa các nguyên tố hữu hiệu để làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế được mô tả chi tiết. Trong phần mô tả được thực hiện sau đây, tất cả các đơn vị của hàm lượng của nguyên tố trong thành phần thép lần lượt là “% khối lượng”, và “% khối lượng” được biểu diễn một cách đơn giản là “%” trừ khi được xác định cụ thể khác.

C: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,20%

C là nguyên tố mà làm tăng độ bền của vật liệu thép kết cấu. Để đảm bảo độ bền được xác định trước, vật liệu thép được yêu cầu chứa 0,01% C hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa 0,20% C hoặc lớn hơn, làm giảm khả năng hàn và độ dai của vật liệu thép. Do đó, hàm lượng C được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,01% hoặc lớn hơn đến nhỏ hơn 0,20%.

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn

Si tạo ra lớp gỉ dày đặc do tạo ra các hạt gỉ trong lớp gỉ mịn và có tác dụng làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Si còn có tác dụng ngăn xảy ra các vết nứt bề mặt trên bề mặt của vật liệu thép trong thời gian cán nóng. Để đạt được hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển và hiệu quả ngăn vết nứt bề mặt trong thời gian cán nóng, vật liệu thép được yêu cầu chứa 0,05% Si hoặc lớn hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là được thiết lập đến 0,10% hoặc lớn hơn, và hàm lượng Si tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,15% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Si quá mức và hàm lượng Si vượt quá 1,00%, độ dai và khả năng hàn của vật liệu thép giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng Si được thiết lập đến 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là được thiết lập đến 0,80% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Si tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,60% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn

Mn là nguyên tố mà làm tăng độ bền của vật liệu thép kết cấu. Để đảm bảo độ bền xác định trước, vật liệu thép được yêu cầu chứa 0,20% Mn hoặc lớn hơn.

Hàm lượng Mn tốt hơn là được thiết lập đến 0,40% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Mn quá mức và hàm lượng Mn vượt quá 2,00%, làm giảm độ dai và khả năng hàn của vật liệu thép. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập đến 2,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là được thiết lập đến 1,70% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố mà làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để đạt được hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển, vật liệu thép được yêu cầu chứa 0,001% P hoặc lớn hơn. Hàm lượng P tốt hơn là được thiết lập đến 0,003% hoặc lớn hơn, và hàm lượng P tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa P quá mức và hàm lượng P vượt quá 0,050%, làm giảm khả năng hàn của vật liệu thép. Hàm lượng P tốt hơn là được thiết lập đến 0,030% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng P tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,020% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn

Khi vật liệu thép chứa S quá mức và hàm lượng S vượt quá 0,0200%, làm giảm khả năng hàn và độ dai của vật liệu thép. Hàm lượng S tốt hơn là được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng S tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khi hàm lượng S được giảm xuống nhỏ hơn 0,0001%, làm tăng chi phí sản xuất. Hàm lượng S tốt hơn là được thiết lập đến 0,0003% hoặc lớn hơn, và hàm lượng S tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,0005 hoặc lớn hơn.

Al: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn

Al là nguyên tố cần cho sự khử oxy trong khi luyện thép. Để đạt được tác dụng khử oxy này, cần thiết để thiết lập hàm lượng Al đến 0,005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Al tốt hơn là được thiết lập đến 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Al vượt quá 0,050%, Al có ảnh hưởng bất lợi đến khả năng hàn của vật liệu thép. Hàm lượng Al tốt hơn là được thiết lập đến 0,040% hoặc nhỏ hơn.

Cu: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn

Cu là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Bằng cách cho phép Cu cùng có

mặt với Nb và Sn, Cu có tác dụng làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Cu được tập trung trong vùng ở vùng lân cận của mặt phân cách giữa lớp gỉ và thép nền do đó tránh phản ứng anốt của vật liệu thép. Hơn nữa, Cu tạo ra lớp gỉ đặc bằng cách tạo các hạt gỉ của lớp gỉ mịn sao cho Cu có tác dụng ngăn ion clorua mà tạo ra yếu tố tăng cường sự ăn mòn từ sự thâm thấu thép nền. Hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển, tác dụng tránh phản ứng anốt và tác dụng khi ngăn ion clorua khỏi thâm thấu thép nền có thể đạt được khi hàm lượng Cu được thiết lập đến 0,010% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn là được thiết lập đến 0,020% hoặc lớn hơn, và hàm lượng Cu tốt hơn nữa là được thiết lập đến trị số vượt quá 0,035%. Mặt khác, khi hàm lượng Cu vượt quá 0,500%, lượng sử dụng Cu được bị tăng lên vì vậy chi phí tăng lên. Do đó, hàm lượng Cu được thiết lập đến 0,500% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn là được thiết lập đến 0,300% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Cu tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cu còn tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,150% hoặc nhỏ hơn.

Nb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Nb là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Bằng cách cho phép Nb cùng có mặt với Cu và Sn, Nb có tác dụng làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Nb được tập trung trong vùng ở vùng lân cận của mặt phân cách giữa lớp gỉ và thép nền trong phần anốt do đó tránh phản ứng anốt và phản ứng catốt. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển và hiệu quả ngăn phản ứng anốt và phản ứng catốt, vật liệu thép được yêu cầu chứa 0,005% Nb hoặc lớn hơn. Hàm lượng Nb tốt hơn là được thiết lập đến 0,008% hoặc lớn hơn, và hàm lượng Nb tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Nb vượt quá 0,100%, độ dai của vật liệu thép bị giảm xuống. Do đó, hàm lượng Nb được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Nb tốt hơn là được thiết lập đến 0,050% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Nb tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,030% hoặc nhỏ hơn.

Lượng dung dịch rắn Nb: 0,002% hoặc lớn hơn và 0,080% hoặc nhỏ hơn

Để làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép bằng

cách bổ sung Nb vào vật liệu thép, ngoài điều kiện là hàm lượng Nb được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng nêu trên, quan trọng là lượng dung dịch rắn Nb trong thép được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng thích hợp. Để tạo ra Nb trong thép thể hiện hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển nêu trên, cần thiết đối với việc Nb được hòa tan vào lớp gỉ ở dạng oxoanion hoặc oxit cùng với sự ăn mòn của vật liệu thép. Mặt khác, Nb cacbonitrua thường được biết đến là vật liệu có độ tan kém và do đó, khó đối với việc Nb ở dạng nêu trên để được hòa tan vào lớp gỉ. Do đó, khi Nb tạo ra cacbonitrua, lượng dung dịch rắn Nb giảm xuống trong vùng ở các vùng lân cận của cacbonitrua và do đó, hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển bị giảm xuống. Khi lượng dung dịch rắn Nb nhỏ hơn 0,002%, hiệu quả tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển đủ không thể đạt được. Do đó, lượng dung dịch rắn Nb được thiết lập đến 0,002% hoặc lớn hơn. Lượng dung dịch rắn Nb tốt hơn là được thiết lập đến 0,005% hoặc lớn hơn. Lượng dung dịch rắn Nb tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,008% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi lượng dung dịch rắn Nb vượt quá 0,080%, làm tăng chi phí sản xuất. Do đó, lượng dung dịch rắn Nb được thiết lập đến 0,080% hoặc nhỏ hơn. Lượng dung dịch rắn Nb tốt hơn là được thiết lập đến 0,040% hoặc nhỏ hơn. Lượng dung dịch rắn Nb tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,025% hoặc nhỏ hơn.

Sn: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,300% hoặc nhỏ hơn

Sn là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Bằng cách cho phép Sn cùng có mặt với Cu và Nb, Sn có tác dụng làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Sn được tập trung trong vùng ở vùng lân cận của mặt phân cách giữa lớp gỉ và thép nền do đó tránh phản ứng anốt của vật liệu thép. Bằng cách tạo các hạt gỉ trong lớp gỉ mịn, Sn có tác dụng ngăn ion clorua mà tạo ra yếu tố tăng cường sự ăn mòn từ sự thẩm thấu lớp gỉ. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển, hiệu quả ngăn phản ứng anốt và phản ứng catốt và hiệu quả khi năng ion clorua khỏi sự thẩm thấu thép nền, vật liệu thép được yêu cầu chứa 0,005% Sn hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn là được thiết lập đến 0,010% hoặc lớn hơn, và hàm lượng Sn tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,020 hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Sn vượt quá 0,300%, tính dẻo hoặc độ dai

của thép giảm xuống. Hơn nữa, chi phí bị tăng lên cùng với việc tăng lên của lượng tiêu thụ Sn. Do đó, hàm lượng Sn được thiết lập đến 0,300% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn là được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Sn tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,045% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sn còn tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,035% hoặc nhỏ hơn.

Phần còn lại của vật liệu thép được tạo thành là Fe và các tạp chất không thể tránh được. Đối với các tạp chất không thể tránh được, vật liệu thép được cho phép để chứa 0,010% N hoặc nhỏ hơn và 0,010% O hoặc nhỏ hơn.

Bằng cách chứa các nguyên tố chủ yếu nêu trên, vật liệu thép theo sáng chế có thể đạt được các đặc điểm mong đợi. Ngoài các nguyên tố chủ yếu nêu trên, theo sáng chế, vật liệu thép có thể chứa các nguyên tố sau khi cần thiết.

Ge: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

Bằng cách cho phép Ge cùng có mặt với Cu, Nb và Sn, Ge có tác dụng làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Ge được tập trung trong vùng ở vùng lân cận của mặt phân cách giữa lớp gỉ và thép nền trong phần anốt do đó tránh phản ứng anốt và phản ứng catốt. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển và hiệu quả ngăn phản ứng anốt và phản ứng catốt, vật liệu thép chứa 0,0005% Ge hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ge tốt hơn là được thiết lập đến 0,0010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ge vượt quá 0,0100%, xảy ra khả năng là độ dai của thép giảm xuống. Do đó, hàm lượng Ge được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ge tốt hơn là được thiết lập đến 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

Ta: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Bằng cách cho phép Ta cùng có mặt với Cu, Nb và Sn (hơn nữa, Ge phụ thuộc vào các trường hợp), Ta có tác dụng làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Ta được tập trung trong vùng ở vùng lân cận của mặt phân cách giữa lớp gỉ và thép nền trong phần anốt do đó tránh phản ứng anốt và phản ứng catốt. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển và hiệu quả ngăn phản ứng anốt và phản ứng catốt, vật liệu thép chứa

0,001% Ta hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ta tốt hơn là được thiết lập đến 0,002% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ta vượt quá 0,100%, xảy ra khả năng là độ dai của thép giảm xuống. Do đó, hàm lượng Ta được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ta tốt hơn là được thiết lập đến 0,050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ta tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,014% hoặc nhỏ hơn.

Ni: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn

Bằng cách cho phép Ni cùng có mặt với Cu, Nb và Sn (hơn nữa, Ge, Ta phụ thuộc vào các trường hợp), Ni có tác dụng làm tăng đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Ni tạo ra lớp gỉ dày đặc do tạo ra các hạt gỉ trong lớp gỉ mịn do đó đạt được tác dụng làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển này, vật liệu thép chứa 0,01% Ni hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn là được thiết lập đến 0,02% hoặc lớn hơn, và hàm lượng Ni tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,03% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ni vượt quá 0,50%, lượng tiêu thụ Ni được bị tăng lên vì vậy chi phí tăng lên. Do đó, hàm lượng Ni được thiết lập đến 0,50% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn là được thiết lập nhỏ hơn 0,10%, và hàm lượng Ni tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,08% hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, vật liệu thép có thể chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mo, Co, W, Sb, Sc, Sr và Se do các lý do như sau.

Mo: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn

Khi vật liệu thép chứa Mo, MoO_4^{2-} được hòa tan vào vật liệu thép cùng với phản ứng anốt của vật liệu thép và do đó, MoO_4^{2-} được phân bố trong lớp gỉ do đó ngăn ion clorua mà tạo ra yếu tố tăng cường sự ăn mòn từ sự thẩm thấu lớp gỉ và tiếp cận đến thép nền. Hơn nữa, hợp chất chứa các kết tủa Mo trên bề mặt của vật liệu thép và do đó, ngăn phản ứng anốt của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả ngăn ion clorua khỏi sự thẩm thấu lớp gỉ và tiếp cận đến thép nền và tiếp cận đến thép nền và hiệu quả ngăn phản ứng anốt, vật liệu thép chứa 0,005% Mo hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mo tốt hơn là được thiết lập đến 0,010% hoặc lớn hơn, và hàm lượng Mo tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,020 hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm

lượng Mo vượt quá 0,500%, lượng tiêu thụ Mo được bị tăng lên vì vậy chi phí tăng lên. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Mo, hàm lượng Mo được thiết lập đến 0,500% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mo tốt hơn là được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Mo tốt hơn nữa là được thiết lập đến 0,080% hoặc nhỏ hơn.

Co: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn

Co được phân bố trong lớp gỉ và tạo ra lớp gỉ dày đặc do tạo ra các hạt gỉ trong lớp gỉ mịn do đó đạt được tác dụng làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển, vật liệu thép chứa 0,01% Co hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Co vượt quá 0,50%, lượng tiêu thụ Co bị tăng lên vì vậy chi phí tăng lên. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Co, hàm lượng Co được thiết lập đến 0,50% hoặc nhỏ hơn.

W: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn

Khi vật liệu thép chứa W, WO_4^{2-} được hòa tan vào vật liệu thép cùng với phản ứng anốt của vật liệu thép và do đó, W được phân bố trong lớp gỉ nhờ đó nó có thể ngăn ion clorua mà tạo ra yếu tố tăng cường sự ăn mòn từ sự thẩm thấu lớp gỉ và tiếp cận đến thép nền. Hơn nữa, do kết tủa của hợp chất chứa W trên bề mặt của vật liệu thép, ngăn phản ứng anốt của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn đó, vật liệu thép chứa 0,005% W hoặc lớn hơn. Hàm lượng W tốt hơn là được thiết lập đến 0,050% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng W vượt quá 0,500%, lượng tiêu thụ W được bị tăng lên vì vậy chi phí tăng lên. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa W, hàm lượng W được thiết lập đến 0,500% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng W tốt hơn là được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

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

Sb là nguyên tố mà làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép bằng cách ngăn phản ứng anốt của vật liệu thép và còn bằng cách ngăn phản ứng hydro mà là phản ứng catốt. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng

chống ăn mòn do khí quyển này, vật liệu thép chứa 0,005% Sb hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sb tốt hơn là được thiết lập đến 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Sb quá mức, xảy ra khả năng là độ dai của vật thép giảm xuống. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Sb, hàm lượng Sb được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sb tốt hơn là được thiết lập đến 0,080% hoặc nhỏ hơn.

Sc: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Sc là nguyên tố mà được phân bố trong lớp gỉ và tạo ra lớp gỉ đặc bằng cách tạo ra các hạt gỉ mịn và bằng cách ngăn sự thâm thấu của yếu tố tăng cường sự ăn mòn vào lớp gỉ do đó làm tăng khả năng chống ăn mòn của thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn này, vật liệu thép chứa 0,001% Sc hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sc tốt hơn là được thiết lập đến 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Sc quá mức, xảy ra khả năng là độ dai của vật thép giảm xuống. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Sc, hàm lượng Sc được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sc tốt hơn là được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Sr: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Sr là nguyên tố mà được hòa tan cùng với phản ứng anốt của vật liệu thép và tốc độ phản ứng anốt vật liệu thép được làm giảm bằng cách thể hiện phản ứng đệm pH trong vùng ở các vùng lân cận của thép nền. Để đạt được đủ hiệu quả làm giảm tốc độ phản ứng anốt, vật liệu thép chứa 0,001% Sr hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sr tốt hơn là được thiết lập đến 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Sr quá mức, xảy ra khả năng là độ dai của vật thép giảm xuống. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Sr, hàm lượng Sr được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sr tốt hơn là được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Se: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Se được hòa tan như axit có oxy cùng với phản ứng anốt của vật liệu thép và được phân bố trong lớp gỉ nhờ đó có thể ngăn ion clorua mà tạo ra yếu tố tăng cường sự ăn mòn từ sự thâm thấu lớp gỉ và tiếp cận đến thép nền. Để đạt được đủ

hiệu quả ngăn ion clorua khỏi sự thẩm thấu lớp gỉ và tiếp cận đến thép nền và tiếp cận đến thép nền này, vật liệu thép chứa 0,001% Se hoặc lớn hơn. Hàm lượng Se tốt hơn là được thiết lập đến 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Se quá mức, xảy ra khả năng là độ dai của vật thép giảm xuống. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Se, hàm lượng Se được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Se tốt hơn là được thiết lập đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, vật liệu thép có thể chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm V, Zr và B do các lý do như sau.

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

V là nguyên tố hữu ích để làm tăng độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng độ bền này, vật liệu thép chứa 0,005% V hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng V vượt quá 0,200%, hiệu quả bị bão hòa. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa V, hàm lượng V được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

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

Zr là nguyên tố hữu ích để làm tăng độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng độ bền này, vật liệu thép chứa 0,005% Zr hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Zr vượt quá 0,200%, hiệu quả này bị bão hòa. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Zr, hàm lượng Zr được thiết lập đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

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

B là nguyên tố hữu ích để làm tăng độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng độ bền này, vật liệu thép chứa 0,0001% B hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng B vượt quá 0,0050%, xảy ra khả năng là độ dai của vật liệu thép giảm xuống. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa B, hàm lượng B được thiết lập đến 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, vật liệu thép có thể chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm REM, Ca và Mg do các lý do như sau.

REM: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

REM được phân bố trong lớp gỉ và tạo ra các lớp gỉ đặc bằng cách tạo ra các hạt gỉ mịn và có tác dụng làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả làm tăng khả năng chống ăn mòn do khí quyển này, vật liệu thép chứa 0,0001% REM hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng REM vượt quá 0,0100%, hiệu quả bị bão hòa. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa REM, hàm lượng REM được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

Ca: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

Ca là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ dai của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt lượng hàn bằng cách trộn S vào thép. Để đạt được đủ việc làm tăng độ dai của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt lượng hàn, vật liệu thép chứa 0,0001% Ca hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ca vượt quá 0,0100%, lượng tạp chất trong thép bị tăng lên và do đó, xảy ra khả năng đó là độ dai của vật liệu thép giảm xuống ngược lại. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Ca, hàm lượng Ca được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

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

Mg là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ dai của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt lượng hàn bằng cách trộn S vào thép. Để đạt được đủ việc làm tăng độ dai của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt lượng hàn, vật liệu thép chứa 0,0001% Mg hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Mg vượt quá 0,0100%, lượng tạp chất trong thép bị tăng lên và do đó, xảy ra khả năng đó là độ dai của vật liệu thép giảm xuống ngược lại. Do đó, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Mg, hàm lượng Mg được thiết lập đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu thép kết cấu theo sáng chế có khả năng ứng dụng đối với các kết cấu. Như các kết cấu này, ví dụ, gọi là cầu, tháp bằng thép, lỗ chiếu sáng, máy xây dựng, máy đánh rạch, máy nông nghiệp, máy sử dụng trong công nghiệp, bể, tháp nước, phương tiện giao thông, vật chứa và tương tự.

Vật liệu thép kết cấu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển theo sáng chế được sản xuất và thu được theo cách này là phơi tấm thu được bằng cách

đúc thép có thành phần nêu trên sử dụng đúc liên tục hoặc đúc thổi thông thường, và phôi tấm được tạo ra thành vật liệu thép như tấm thép, thép có hình dạng, tấm thép hoặc thép dạng thanh bằng cách cán nóng. Sau đây, phương pháp sản xuất vật liệu thép ưu tiên theo sáng chế được giải thích. Trong việc giải thích được thực hiện sau đây, “nhiệt độ” là nhiệt độ bề mặt của phôi tấm hoặc tấm thép.

Nhiệt độ làm nóng phôi tấm liên quan đến lượng dung dịch rắn Nb trong thép. Bằng cách thiết lập nhiệt độ làm nóng phôi tấm đến 1000°C hoặc lớn hơn, lượng dung dịch rắn Nb trong thép được yêu cầu có thể được đảm bảo và, do đó, khả năng chống ăn mòn của vật liệu thép có thể được tăng lên. Tuy nhiên, khi phôi tấm được làm nóng ở nhiệt độ vượt quá 1200°C , có khả năng là hiệu suất bị giảm do sự tạo ra vảy quá mức và lượng tiêu thụ năng lượng bị tăng lên. Do đó, nhiệt độ làm nóng phôi tấm được thiết lập đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C hoặc lớn hơn đến 1200°C hoặc nhỏ hơn. Nhiệt độ làm nóng phôi tấm tốt hơn là được thiết lập đến 1050°C hoặc lớn hơn và 1150°C hoặc nhỏ hơn.

Sau đó, bước cán nóng mà được hoàn thiện ở nhiệt độ là 700°C hoặc lớn hơn được áp dụng vào phôi tấm làm nóng do đó tạo ra tấm thép có kích cỡ và hình dạng mong muốn. Khi nhiệt độ hoàn thiện bước cán nhỏ hơn 700°C , lượng Nb cacbonitrua kết tủa được tăng lên do lực tác dụng gây ra do kết tủa vì vậy có khả năng là lượng dung dịch rắn Nb trong thép bị giảm. Do đó, nhiệt độ hoàn thiện bước cán được thiết lập đến 700°C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ hoàn thiện bước cán tốt hơn là được thiết lập đến 800°C hoặc lớn hơn, và nhiệt độ hoàn thiện bước cán tốt hơn nữa là được thiết lập đến 900°C hoặc lớn hơn.

Điều kiện làm nguội sau khi cán nóng được hoàn thiện được xác định theo cách mong muốn tương ứng với chất lượng vật liệu được yêu cầu, và có thể thực hiện việc làm nguội bằng không khí hoặc làm nguội nhanh. Hơn nữa, khi thực hiện việc xử lý làm nóng lại, tốt hơn là nhiệt độ làm nóng lại được thiết lập từ 850°C đến 950°C hoặc lớn hơn và thời gian lưu lại trong lò nung là trị số mà nằm trong khoảng từ 5 phút hoặc lớn hơn đến 120 phút hoặc nhỏ hơn. Tốc độ làm nguội của sự tôi hóa sau khi làm nóng lại không được giới hạn cụ thể. Hơn nữa, khi thực hiện xử lý trộn, tốt hơn là nhiệt độ trộn được thiết lập từ 450°C đến 680°C .

Hàm lượng của các nguyên tố tương ứng có thể thu được bằng phân tích hóa phổ phát xạ đánh lửa, phân tích huỳnh quang tia X, quang phổ phát xạ nguyên tử ICP, khối phổ ICP, phương pháp đốt cháy hoặc tương tự. Cụ thể, hàm lượng của Ge, Sc và Sr được phân tích theo mong muốn bằng phương pháp khối phổ ICP.

Lượng dung dịch rắn Nb được đánh giá bằng cách lấy hiệu số giữa hàm lượng Nb (tổng lượng Nb) trong thép và lượng Nb kết tủa được. Lượng Nb kết tủa được xác định sao cho mẫu được đưa vào sự phân hủy dòng không đổi trong dung dịch metanol chứa 10% theo thể tích axetylaxeton và 1% khối lượng tetrametylamoni chlorua, phần chiết tách còn lại được đưa vào sự kiềm chảy và sự phân hủy axit và, sau đó, Nb trong dung dịch được định lượng bằng quang phổ phát xạ nguyên tử ICP.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Sau đây ví dụ được nêu. Phạm vi kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn bởi ví dụ được nêu sau đây. Trong ví dụ được nêu sau đây, Bảng 1-1 và Bảng 1-2 từ Bảng 1, và Bảng 2-1 và Bảng 2-2 từ Bảng 2.

Thép có thành phần hóa học được thể hiện trên Bảng 1 được tạo ra bằng cách nấu chảy, phôi tấm được làm nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C hoặc lớn hơn đến 1200°C hoặc nhỏ hơn, bước cán nóng được áp dụng vào các phôi tấm ở nhiệt độ hoàn thiện bước cán là từ 800°C đến 950°C, phôi tấm được cán nóng được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng bằng không khí do đó tạo ra tấm thép có độ dày là 12mm làm nguyên mẫu.

Đối với thép số 83, phôi tấm được làm nóng đến nhiệt độ 950°C, bước cán nóng được áp dụng vào phôi tấm ở nhiệt độ hoàn thiện bước cán là 680°C, phôi tấm được cán nóng được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng bằng không khí do đó tạo ra tấm thép có độ dày là 12mm.

Sau đó, các mẫu có kích cỡ là 35mm×35mm×5mm được làm mẫu từ các tấm thép thu được. Các mẫu được đưa vào gia công sao cho các bề mặt trước của

mẫu được mài sao cho để có độ nhám bề mặt là $1,6\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, mặt mép và bề mặt sau của mẫu được được bịt kín bằng băng dính, và bề mặt trước của mẫu cũng được bịt kín bằng băng dính sao cho diện tích của phần lộ ra phía trước là $25\text{mm}\times 25\text{mm}$.

Bảng 1

(% khối
lượng)

Số thép	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	Sn	Ni	Mo	Co	W	Sb	Sc	Sr	Se	Ta	V	Zr	B	REM	Ca	Mg	Ge	Lượng dung dịch rắn Nb	
1	0,06	0,45	0,81	0,008	0,0023	0,025	0,113	0,016	0,032																	0,013	ví dụ sáng chế
2	0,07	0,51	0,86	0,015	0,0041	0,040	0,152	0,019	0,035																	0,015	ví dụ sáng chế
3	0,05	0,39	0,78	0,007	0,0013	0,020	0,104	0,013	0,030																	0,009	ví dụ sáng chế
4	0,08	0,42	0,96	0,009	0,0030	0,031	0,040	0,015	0,032																	0,011	ví dụ sáng chế
5	0,07	0,49	0,75	0,020	0,0022	0,034	0,278	0,014	0,031																	0,011	ví dụ sáng chế
6	0,06	0,12	1,11	0,011	0,0033	0,021	0,082	0,014	0,032																	0,012	ví dụ sáng chế
7	0,05	0,91	0,64	0,010	0,0031	0,025	0,095	0,009	0,017																	0,007	ví dụ sáng chế
8	0,16	0,48	0,99	0,009	0,0018	0,031	0,084	0,007	0,034																	0,004	ví dụ sáng chế
9	0,06	0,41	0,82	0,008	0,0029	0,024	0,112	0,046	0,021																	0,040	ví dụ sáng chế
10	0,07	0,45	0,81	0,007	0,0017	0,036	0,062	0,019	0,008																	0,014	ví dụ sáng chế
11	0,09	0,40	0,71	0,008	0,0032	0,032	0,118	0,017	0,043																	0,016	ví dụ sáng chế
12	0,02	0,48	1,09	0,008	0,0033	0,025	0,132	0,015	0,032																	0,013	ví dụ sáng chế
13	0,17	0,31	0,59	0,007	0,0024	0,032	0,103	0,013	0,031																	0,010	ví dụ sáng chế
14	0,13	0,28	1,05	0,009	0,0033	0,025	0,114	0,016	0,032	0,02																0,011	ví dụ sáng chế
15	0,06	0,46	0,82	0,009	0,0031	0,031	0,052	0,015	0,031	0,05																0,012	ví dụ sáng chế
16	0,05	0,42	0,79	0,008	0,0017	0,029	0,060	0,018	0,032	0,09																0,015	ví dụ sáng chế
17	0,06	0,35	0,74	0,013	0,0041	0,033	0,144	0,014	0,033		0,160															0,010	ví dụ sáng chế
18	0,08	0,46	0,88	0,011	0,0016	0,029	0,092	0,011	0,027			0,220														0,008	ví dụ sáng chế
19	0,07	0,39	1,13	0,015	0,0034	0,025	0,112	0,018	0,033				0,098													0,013	ví dụ sáng chế
20	0,13	0,27	0,79	0,020	0,0031	0,024	0,123	0,013	0,025					0,064												0,009	ví dụ sáng chế
21	0,10	0,33	0,99	0,014	0,0020	0,021	0,091	0,025	0,030						0,086											0,013	ví dụ sáng chế
22	0,11	0,40	0,87	0,016	0,0031	0,022	0,160	0,013	0,032							0,055										0,010	ví dụ sáng chế
23	0,08	0,32	1,20	0,007	0,0014	0,031	0,041	0,022	0,021								0,065									0,015	ví dụ sáng chế

Bảng 1-1 (Tiếp)

(% khối lượng)

Số thép	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	Sn	Ni	Mo	Co	W	Sb	Sc	Sr	Se	Ta	V	Zr	B	REM	Ca	Mg	Ge	Lượng dung dịch rắn Nb	ví dụ sáng chế
24	0,05	0,36	0,91	0,015	0,0022	0,024	0,082	0,017	0,028									0,093	0,046	0,023	0,0015					0,014	ví dụ sáng chế
25	0,05	0,42	0,78	0,010	0,0027	0,036	0,123	0,013	0,033													0,0034				0,010	ví dụ sáng chế
26	0,08	0,49	0,89	0,009	0,0031	0,031	0,072	0,015	0,035														0,0024			0,011	ví dụ sáng chế
27	0,09	0,53	0,66	0,008	0,0043	0,034	0,081	0,012	0,023																	0,007	ví dụ sáng chế
28	0,13	0,44	0,74	0,012	0,0048	0,033	0,129	0,018	0,033															0,0037		0,012	ví dụ sáng chế
29	0,06	0,46	0,86	0,011	0,0033	0,021	-	-	-																	0,000	ví dụ so sánh
30	0,07	0,51	0,71	0,012	0,0032	0,033	-	-	0,033																	0,000	ví dụ so sánh
31	0,06	0,38	0,88	0,016	0,0018	0,035	-	0,016	0,032																	0,011	ví dụ so sánh
32	0,06	0,15	1,42	0,006	0,0042	0,027	0,368	0,019	0,039																	0,010	ví dụ sáng chế
33	0,04	0,38	1,07	0,008	0,0048	0,043	0,485	0,028	0,027																	0,020	ví dụ sáng chế
34	0,07	0,26	0,98	0,014	0,0023	0,029	0,085	0,022	0,038																	0,013	ví dụ sáng chế
35	0,05	0,43	0,80	0,012	0,0048	0,042	0,118	0,078	0,019																	0,030	ví dụ sáng chế
36	0,11	0,11	0,70	0,015	0,0044	0,039	0,170	0,096	0,032																	0,016	ví dụ sáng chế
37	0,13	0,59	0,67	0,016	0,0046	0,034	0,057	0,024	0,022																	0,015	ví dụ sáng chế
38	0,11	0,79	0,56	0,013	0,0021	0,028	0,103	0,029	0,028																	0,019	ví dụ sáng chế
39	0,04	0,15	1,45	0,007	0,0027	0,028	0,092	0,026	0,032																	0,018	ví dụ sáng chế
40	0,05	0,38	1,59	0,009	0,0041	0,042	0,104	0,010	0,032																	0,005	ví dụ sáng chế
41	0,10	0,43	1,67	0,010	0,0047	0,021	0,111	0,021	0,033																	0,013	ví dụ sáng chế
42	0,12	0,11	1,86	0,015	0,0022	0,016	0,138	0,015	0,033																	0,010	ví dụ sáng chế
43	0,08	0,36	1,46	0,014	0,0048	0,048	0,215	0,028	0,028																	0,020	ví dụ sáng chế
44	0,11	0,25	1,10	0,013	0,0021	0,025	0,090	0,016	0,093																	0,006	ví dụ sáng chế
45	0,13	0,31	1,07	0,011	0,0018	0,021	0,075	0,027	0,186																	0,009	ví dụ sáng chế
46	0,09	0,18	0,89	0,018	0,0019	0,023	0,136	0,023	0,291																	0,010	ví dụ sáng chế

Bảng 1-2

(% khối
lượng)

Số thép	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	Sn	Ni	Mo	Co	W	Sb	Sc	Sr	Se	Ta	V	Zr	B	REM	Ca	Mg	Ge	Lượng dung dịch rắn Nb	
47	0,05	0,39	1,38	0,011	0,0011	0,027	0,120	0,028	0,030	0,15																0,014	ví dụ sáng chế
48	0,13	0,22	0,67	0,012	0,0021	0,034	0,094	0,020	0,020	0,29																0,007	ví dụ sáng chế
49	0,11	0,28	0,84	0,008	0,0043	0,026	0,070	0,025	0,038	0,38																0,006	ví dụ sáng chế
50	0,12	0,21	1,31	0,019	0,0049	0,026	0,138	0,026	0,029	0,46																0,005	ví dụ sáng chế
51	0,04	0,17	1,02	0,025	0,0036	0,036	0,217	0,012	0,034	0,06								0,002								0,006	ví dụ sáng chế
52	0,09	0,12	1,24	0,013	0,0043	0,017	0,163	0,012	0,029	0,07								0,014								0,004	ví dụ sáng chế
53	0,10	0,42	1,40	0,014	0,0039	0,018	0,183	0,012	0,023	0,08								0,029								0,006	ví dụ sáng chế
54	0,09	0,37	0,97	0,011	0,0049	0,035	0,155	0,017	0,035	0,03								0,010								0,010	ví dụ sáng chế
55	0,10	0,32	0,78	0,007	0,0017	0,016	0,229	0,027	0,029	0,18								0,009								0,015	ví dụ sáng chế
56	0,10	0,25	1,01	0,006	0,0035	0,044	0,151	0,022	0,025	0,26								0,008								0,012	ví dụ sáng chế
57	0,05	0,28	1,46	0,013	0,0019	0,039	0,131	0,010	0,029	0,38								0,010								0,005	ví dụ sáng chế
58	0,04	0,43	1,47	0,018	0,0026	0,021	0,160	0,014	0,021	0,05								0,059								0,008	ví dụ sáng chế
59	0,12	0,28	1,19	0,015	0,0028	0,021	0,205	0,014	0,039	0,41								0,085								0,004	ví dụ sáng chế
60	0,08	0,22	1,43	0,009	0,0020	0,016	0,168	0,015	0,021									0,003								0,009	ví dụ sáng chế
61	0,09	0,29	1,43	0,011	0,0024	0,041	0,127	0,027	0,038									0,010								0,015	ví dụ sáng chế
62	0,13	0,19	1,17	0,008	0,0017	0,038	0,171	0,021	0,039									0,014								0,008	ví dụ sáng chế
63	0,12	0,11	1,45	0,015	0,0020	0,015	0,195	0,016	0,030									0,023								0,009	ví dụ sáng chế
64	0,11	0,37	1,13	0,007	0,0017	0,038	0,211	0,019	0,035									0,036								0,011	ví dụ sáng chế
65	0,12	0,42	1,33	0,014	0,0026	0,021	0,087	0,013	0,024									0,055								0,006	ví dụ sáng chế
66	0,11	0,34	1,47	0,012	0,0025	0,017	0,096	0,023	0,024									0,079								0,013	ví dụ sáng chế
67	0,07	0,36	0,55	0,009	0,0017	0,034	0,149	0,019	0,024	0,09		0,200						0,022	0,120							0,010	ví dụ sáng chế
68	0,05	0,34	1,04	0,006	0,0020	0,021	0,144	0,025	0,018	0,07	0,121							0,017								0,017	ví dụ sáng chế
69	0,12	0,22	0,64	0,014	0,0044	0,022	0,248	0,019	0,020	0,12			0,250					0,036					0,0041			0,010	ví dụ sáng chế
70	0,08	0,26	1,34	0,011	0,0024	0,029	0,084	0,010	0,028	0,24				0,090				0,007				0,0025	0,0021			0,005	ví dụ sáng chế

Bảng 1-2 (Tiếp)

(% khối lượng)																												
Số thép	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	Sn	Ni	Mo	Co	W	Sb	Sc	Sr	Se	Ta	V	Zr	B	REM	Ca	Mg	Ge	Lượng dung dịch rắn Nb		
71	0,12	0,14	1,32	0,015	0,0025	0,021	0,137	0,026	0,030	0,07					0,026	0,044	0,032	0,055		0,041				0,0022		0,017	ví dụ sáng chế	
72	0,12	0,41	1,14	0,014	0,0045	0,044	0,193	0,027	0,032					0,035				0,009				0,0011				0,018	ví dụ sáng chế	
73	0,11	0,32	1,43	0,011	0,0041	0,018	0,057	0,021	0,023			0,058	0,142		0,019	0,031		0,016								0,012	ví dụ sáng chế	
74	0,06	0,43	0,54	0,013	0,0037	0,043	0,249	0,029	0,032		0,233						0,017	0,029				0,0061				0,020	ví dụ sáng chế	
75	0,06	0,22	0,94	0,019	0,0023	0,028	0,096	0,027	0,026									0,034	0,087	0,019	0,0019					0,019	ví dụ sáng chế	
76	0,08	0,17	1,03	0,008	0,0015	0,027	0,127	0,011	0,031									0,051						0,0012		0,004	ví dụ sáng chế	
77	0,09	0,35	1,02	0,009	0,0023	0,025	0,063	0,017	0,033																	0,004	ví dụ sáng chế	
78	0,06	0,27	1,43	0,008	0,0031	0,021	0,123	0,031	0,031																0,0023	0,014	ví dụ sáng chế	
79	0,05	0,41	0,89	0,007	0,0024	0,019	0,056	0,023	0,032	0,06															0,0048	0,019	ví dụ sáng chế	
80	0,13	0,33	0,96	0,008	0,0019	0,020	0,231	0,022	0,027	0,46															0,0007	0,010	ví dụ sáng chế	
81	0,08	0,38	1,23	0,008	0,0022	0,029	0,162	0,019	0,035									0,021							0,0032	0,009	ví dụ sáng chế	
82	0,12	0,29	1,33	0,010	0,0023	0,024	0,351	0,024	0,029	0,34																0,0089	0,013	ví dụ sáng chế
83	0,16	0,22	1,11	0,008	0,0022	0,025	0,116	0,034	0,036				0,510													0,0015	0,006	ví dụ sáng chế
84	0,05	0,04	1,39	0,009	0,0024	0,020	0,178	0,026	0,034																		0,001	ví dụ so sánh
																											0,014	ví dụ so sánh

Thử nghiệm ăn mòn theo chu kỳ ướt và khô được thực hiện trên các mẫu thu được theo cách nêu trên, và khả năng chống ăn mòn do khí quyển của mẫu được đánh giá.

Đối với thử nghiệm đánh giá khả năng chống ăn mòn do khí quyển của mẫu, thử nghiệm ăn mòn được thực hiện trong môi trường mà mô phỏng môi trường bên trong hầm không có phần che mưa được cho là môi trường khắc nghiệt nhất trong kết cấu thông thường như cầu. Điều kiện thử nghiệm ăn mòn như sau. Bước làm khô được thực hiện trong thời gian 1 giờ ở nhiệt độ là 40°C và ở độ ẩm tương đối là 40%RH và, sau đó, 1 giờ được lấy là thời gian chuyển tiếp và, sau đó, bước làm ướt được thực hiện trong thời gian là 3 giờ ở nhiệt độ là 25°C và ở độ ẩm tương đối là 95%RH. Sau đó, 1 giờ được lấy là thời gian chuyển tiếp. Theo cách này, thử nghiệm đánh giá được thực hiện bằng cách hoàn thành một chu kỳ trải qua tổng là 6 giờ. Hơn nữa, dung dịch nước biển nhân tạo mà trong đó lượng muối bám vào bề mặt phía trước của mẫu được điều chỉnh đến 0,3mdd được áp dụng lên bề mặt của mẫu một lần một tuần trong bước làm khô. Thử nghiệm được thực hiện 224 chu kỳ dưới điều kiện nêu trên.

Sau khi thử nghiệm ăn mòn kết thúc, mẫu được nhúng trong dung dịch chứa nước mà được điều chế bằng cách bổ sung hexametylen tetamin vào axit clohydric sao cho loại bỏ gỉ khỏi mẫu. Sau đó, trọng lượng của mẫu được đo, hiệu số giữa trọng lượng thu được và trọng lượng ban đầu thu được, và lượng khử độ dày tấm trung bình (μm) trên một bề mặt của mỗi mẫu thu được dựa vào hiệu số giữa trọng lượng thu được và trọng lượng ban đầu. Được đánh giá là mẫu có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển khi lượng khử độ dày tấm trung bình là 20,0 μm hoặc nhỏ hơn.

Bảng 2 thể hiện lượng ăn mòn (lượng khử độ dày tấm trung bình).

Bảng 2-1

Số thép	Lượng ăn mòn (μm)	
1	18,9	ví dụ sáng chế
2	18,3	ví dụ sáng chế
3	19,2	ví dụ sáng chế
4	19,4	ví dụ sáng chế
5	18,0	ví dụ sáng chế
6	19,6	ví dụ sáng chế
7	18,4	ví dụ sáng chế
8	19,3	ví dụ sáng chế
9	18,4	ví dụ sáng chế
10	19,1	ví dụ sáng chế
11	18,8	ví dụ sáng chế
12	18,6	ví dụ sáng chế
13	19,0	ví dụ sáng chế
14	18,7	ví dụ sáng chế
15	18,9	ví dụ sáng chế
16	19,1	ví dụ sáng chế
17	18,7	ví dụ sáng chế
18	19,2	ví dụ sáng chế
19	18,4	ví dụ sáng chế
20	19,0	ví dụ sáng chế
21	18,9	ví dụ sáng chế
22	18,8	ví dụ sáng chế
23	18,6	ví dụ sáng chế
24	18,8	ví dụ sáng chế
25	19,0	ví dụ sáng chế
26	18,5	ví dụ sáng chế
27	19,0	ví dụ sáng chế
28	18,5	ví dụ sáng chế
29	23,6	ví dụ so sánh
30	22,4	ví dụ so sánh
31	21,3	ví dụ so sánh
32	18,3	ví dụ sáng chế
33	18,0	ví dụ sáng chế
34	19,0	ví dụ sáng chế
35	18,2	ví dụ sáng chế
36	18,1	ví dụ sáng chế
37	18,6	ví dụ sáng chế
38	18,5	ví dụ sáng chế
39	19,0	ví dụ sáng chế
40	19,0	ví dụ sáng chế
41	18,7	ví dụ sáng chế
42	19,0	ví dụ sáng chế
43	18,4	ví dụ sáng chế
44	18,9	ví dụ sáng chế
45	18,7	ví dụ sáng chế
46	18,4	ví dụ sáng chế

Bảng 2-2

Số thép	Lượng ăn mòn(μm)	
47	18,3	ví dụ sáng chế
48	18,6	ví dụ sáng chế
49	18,5	ví dụ sáng chế
50	18,4	ví dụ sáng chế
51	18,2	ví dụ sáng chế
52	18,4	ví dụ sáng chế
53	18,1	ví dụ sáng chế
54	18,1	ví dụ sáng chế
55	18,0	ví dụ sáng chế
56	18,2	ví dụ sáng chế
57	18,5	ví dụ sáng chế
58	18,1	ví dụ sáng chế
59	18,1	ví dụ sáng chế
60	18,5	ví dụ sáng chế
61	18,3	ví dụ sáng chế
62	18,3	ví dụ sáng chế
63	18,4	ví dụ sáng chế
64	17,9	ví dụ sáng chế
65	18,6	ví dụ sáng chế
66	18,4	ví dụ sáng chế
67	18,0	ví dụ sáng chế
68	17,9	ví dụ sáng chế
69	17,8	ví dụ sáng chế
70	18,7	ví dụ sáng chế
71	18,6	ví dụ sáng chế
72	17,9	ví dụ sáng chế
73	18,2	ví dụ sáng chế
74	17,9	ví dụ sáng chế
75	18,4	ví dụ sáng chế
76	18,5	ví dụ sáng chế
77	18,6	ví dụ sáng chế
78	18,2	ví dụ sáng chế
79	18,3	ví dụ sáng chế
80	18,0	ví dụ sáng chế
81	18,1	ví dụ sáng chế
82	17,7	ví dụ sáng chế
83	21,2	ví dụ so sánh
84	20,5	ví dụ so sánh

Như được thể hiện trên Bảng 2, theo sáng chế thép số từ 1 đến 28, từ 32 đến 82 thể hiện lượng khử độ dày tấm trung bình 20,0 μm hoặc nhỏ hơn. Do đó, được hiểu là theo sáng chế thép này có khả năng ưu việt chống ăn mòn do khí quyển. Mặt khác, thép so sánh số từ 29 đến 31, 83 và 84 thể hiện lượng khử độ dày tấm trung bình vượt quá 20,0 μm . Do đó, thép so sánh này có khả năng chống ăn mòn do khí quyển kém so với khả năng chống ăn mòn do khí quyển của thép theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển, vật liệu thép này bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,20%,

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Sn: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,300% hoặc nhỏ hơn, trong đó lượng dung dịch rắn Nb nằm trong khoảng từ 0,002% hoặc lớn hơn đến 0,080% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được.

2. Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển theo điểm 1, vật liệu thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, Ge: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

3. Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển theo điểm 1 hoặc 2, vật liệu thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, Ta: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn.

4. Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển, vật liệu thép này bao gồm, theo % khối lượng,

C: 0,01% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,20%,

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,050% hoặc nhỏ hơn,

Cu: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,095% hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,007% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Sn: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,093% hoặc nhỏ hơn, trong đó lượng dung dịch rắn Nb nằm trong khoảng từ 0,002% hoặc lớn hơn đến 0,080% hoặc nhỏ hơn, và

tùy ý, ít nhất một nhóm được chọn từ các nhóm A đến D sau đây:

nhóm A: theo % khối lượng, Ni: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn;

nhóm B: một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Mo: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn,

Co: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn,

W: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn,

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

Sc: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Sr: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn, và

Se: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn;

nhóm C: một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

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

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

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

nhóm D: một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

REM: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn,

Ca: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn, và

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

vật liệu thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nguyên tố bất kỳ trong nhóm các nguyên tố bao gồm:

Ge: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn; và Ta: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh được.