



(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)



1-0029501

(51)⁸ C23C 22/07; H01F 1/18

(13) B

(21) 1-2017-05300

(22) 25/04/2016

(86) PCT/JP2016/062938 25/04/2016

(87) WO 2016/194520 A1 08/12/2016

(30) 2015-110055 29/05/2015 JP

(45) 25/09/2021 402

(43) 26/02/2018 359A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

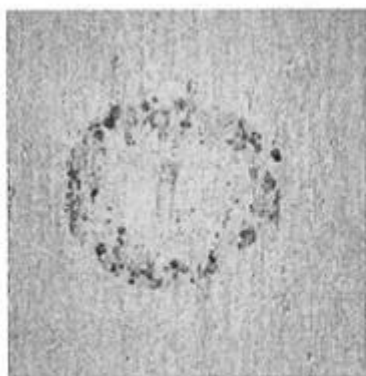
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) YAMAZAKI, Shuichi (JP); TAKAHASHI, Masaru (JP); TAKEDA, Kazutoshi (JP);
FUJII, Hiroyasu (JP); AKAGI, Akira (JP); HORI, Hiroki (JP).

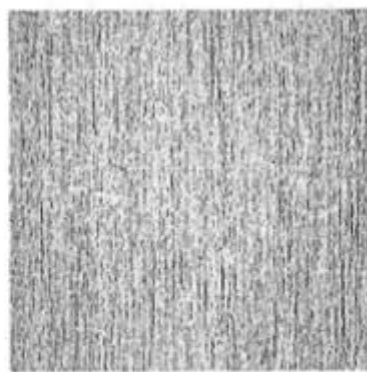
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) LỚP PHỦ CÁCH ĐIỆN DÙNG CHO TẤM THÉP KỸ THUẬT ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện được tạo ra trên bề mặt của kim loại nền của tấm thép kỹ thuật điện và lớp phủ này bao gồm phosphat kim loại có nhiều hóa trị của một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Al, Zn, Mg và Ca, và có lớp được làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai ở mặt phân cách với bề mặt của kim loại nền. Sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu là 0,01g/m² hoặc lớn hơn, và nhỏ hơn 0,2g/m².



(a) Không bổ sung hợp chất tạo chelat
Nồng độ NaCl: 0,03%



(b) Bổ sung chất tạo chelat
Nồng độ NaCl: 0,2%

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lớp phủ cách điện thường được tạo ra trên bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện (tấm thép kỹ thuật điện không định hướng và tấm thép kỹ thuật điện có định hướng) nhằm mục đích cải thiện độ bền chống ăn mòn. Thông thường, lớp phủ cách điện gốc crômát mà lớp phủ này sử dụng bicrômát làm nguyên liệu thô chính phần lớn được chấp nhận là lớp phủ cách điện. Tuy nhiên, vì crôm có hóa trị sáu là chất độc mạnh, xét về việc bảo vệ môi trường làm việc trong quy trình sản xuất (sau đây được gọi là "việc bảo vệ môi trường"), có nhu cầu về lớp phủ cách điện không chứa crôm.

Lớp phủ cách điện gốc phosphat đã được nghiên cứu làm lớp phủ cách điện để thay thế các lớp phủ cách điện gốc crômát (ví dụ, tham khảo tài liệu sáng chế 1). Hơn nữa, gần đây, các loại lớp phủ cách điện gốc phosphat khác nhau đã được đề xuất (ví dụ, tham khảo các tài liệu sáng chế từ 2 đến 5). Tuy nhiên, các lớp phủ cách điện gốc crômát vẫn được chấp nhận là các lớp phủ cách điện dùng cho các tấm thép kỹ thuật điện bởi vì, ngay cả khi chiều dày lớp phủ mỏng, vẫn đạt được độ bền chống ăn mòn một cách đầy đủ và có thể đảm bảo khả năng hàn và đặc tính liên kết tuyệt vời.

Lớp phủ cách điện gốc phosphat (ví dụ, lớp phủ cách điện gốc Al phosphat hoặc lớp phủ cách điện gốc Mg-Al phosphat) và lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường không chứa crôm (ví dụ, lớp phủ cách điện gốc silic oxit hoặc lớp phủ cách điện gốc Zr) mang lại độ bền chống ăn mòn không đủ đối với lớp phủ cách điện gốc crômát. Độ bền chống ăn mòn có thể được đảm bảo bằng cách làm cho chiều dày của lớp phủ cách điện dày hơn. Tuy nhiên, nếu độ dày của màng được làm dày hơn, nảy sinh vấn đề là khả năng hàn và đặc tính liên kết bị giảm đi.

Trong những năm gần đây, khách hàng đã dịch chuyển sang Đông Nam Á và phía Nam Trung Quốc, đây là những khu vực có môi trường ăn mòn khắc nghiệt, và các tấm thép kỹ thuật điện cũng được xuất khẩu đến các khu vực này. Do đó, có nhu cầu về lớp phủ cách điện của các tấm thép kỹ thuật điện được xuất khẩu đến các khu vực có môi trường ăn mòn khắc nghiệt để đem lại độ bền chống ăn mòn chịu được môi trường có lượng muối trong không khí cao trong quá trình vận chuyển bằng đường biển và cũng chịu được môi trường có nhiệt độ cao và độ

âm cao ở các địa điểm địa phương.

Ví dụ, các tài liệu sáng chế 4 và 5 bộc lộ các kết quả đạt được khi các thí nghiệm buồng ẩm được thực hiện trên các lớp phủ cách điện đã được nung ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 170 đến 300°C và sau đó độ bền chống ăn mòn được đánh giá. Ngoài ra, các tài liệu sáng chế 6 và 7 bộc lộ việc tạo ra lớp phủ cách điện bằng chất lỏng gia công trong đó nhựa tổng hợp được bổ sung vào hợp chất phosphat và chất tạo chelat.

Ngoài ra, trong tài liệu sáng chế 8, lớp phủ cách điện có độ bền chống ăn mòn trong điều kiện môi trường ẩm ướt được cải thiện được đề xuất, lớp phủ này thu được nhờ bổ sung nhựa hữu cơ làm bằng hỗn hợp hoặc copolyme của một hoặc nhiều loại trong số nhựa gốc acryl, nhựa gốc epoxy, và nhựa gốc polyeste có kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng từ 0,05µm đến 0,50µm và copolyme của floolefin và hợp chất không bão hòa etylen vào phosphat kim loại.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP53-028375

Tài liệu sáng chế 2: JP05-078855

Tài liệu sáng chế 3: JP06-330338

Tài liệu sáng chế 4: JP11-131250

Tài liệu sáng chế 5: JP11-152579

Tài liệu sáng chế 6: JP2001-107261

Tài liệu sáng chế 7: JP2002-047576

Tài liệu sáng chế 8: WO 2012/057168

Như đã nêu trên, mặc dù các tài liệu sáng chế 4 và 5 bộc lộ rằng các thí nghiệm buồng ẩm được thực hiện trên các lớp phủ cách điện, nhưng cần xem xét nhiều hơn nữa để đưa ra đánh giá về độ bền chống ăn mòn trong môi trường có lượng muối trong không khí cao mà được yêu cầu đối với các mặt hàng để xuất khẩu.

Ngoài ra, mặc dù các lớp phủ cách điện được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 6 và 7 có tính chịu nước tuyệt vời đối với nước ngưng tụ, nhưng độ bền chống ăn mòn của các lớp phủ cách điện trong điều kiện môi trường có lượng muối trong không khí cao trong quá trình vận chuyển bằng đường biển cũng như trong điều

kiện môi trường có nhiệt độ cao và độ ẩm cao tương ứng với các khu vực cận nhiệt đới và các khu vực nhiệt đới là không rõ ràng.

Ngoài ra, theo công nghệ được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 8, chiều dày nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5 μm được mô tả là chiều dày có lợi của lớp phủ cách điện, và chiều dày lớp phủ trong một ví dụ là 0,8 μm . Mức độ cao của khả năng hàn và đặc tính liên kết mà, cụ thể, được mong muốn bởi người sử dụng chỉ có thể được đảm bảo trong vùng mà trong đó chiều dày lớp phủ cách điện là mỏng hơn. Do đó, để đạt được sự cải thiện khả năng hàn và đặc tính liên kết, được yêu cầu làm cho chiều dày của lớp phủ cách điện mỏng hơn trong khi duy trì độ bền chống ăn mòn tuyệt vời.

Do đó, vì độ bền chống ăn mòn của các lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường bao gồm các lớp phủ cách điện gốc phosphat không đạt được mức độ của các lớp phủ cách điện gốc crômat, các lớp phủ cách điện gốc crômat hiện nay và các lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường cùng tồn tại làm các lớp phủ cách điện dùng cho các tấm thép kỹ thuật điện. Do đó, điều này dẫn đến sự phức tạp đối với việc quản lý sản phẩm và làm giảm hiệu quả đối với cả các nhà sản xuất và người sử dụng, và cũng gây áp lực lên lợi nhuận.

Liên quan đến các lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường, ngoài độ bền chống ăn mòn, người sử dụng cũng chú trọng đến hiệu suất liên quan đến khía cạnh công nghệ sản xuất, cụ thể, khả năng hàn và đặc tính liên kết, và đòi hỏi mức độ vẻ bề ngoài tương đương với lớp phủ cách điện gốc crômat thông thường.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Mục đích của sáng chế là đưa ra lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường dùng cho tấm thép kỹ thuật điện mà, ngay cả khi có chiều dày lớp màng giống với mức chiều dày của lớp phủ cách điện gốc crômat, thì biểu hiện độ bền chống ăn mòn tuyệt vời, và đặc biệt là độ bền chống ăn mòn tuyệt vời trong môi trường có lượng muối trong không khí cao trong quá trình vận chuyển bằng đường biển và trong môi trường có nhiệt độ cao và độ ẩm cao tương ứng với các khu vực cận nhiệt đới và các khu vực nhiệt đới.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế đã được hoàn thành dựa trên các phát hiện nêu trên, và bản chất của sáng chế là lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện được mô tả dưới đây.

(1) Lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện được tạo ra trên bề mặt của kim loại nền của tấm thép kỹ thuật điện, trong đó:

lớp phủ cách điện bao gồm phosphat kim loại có nhiều hóa trị của một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Al, Zn, Mg và Ca, và

lớp phủ cách điện có lớp được làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai ở mặt phân cách với bề mặt của kim loại nền, trong đó:

sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu là $0,01\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn, và nhỏ hơn $0,2\text{g/m}^2$.

(2) Lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện được mô tả trong điểm (1) nêu trên, trong đó lớp phủ cách điện còn bao gồm nhựa hữu cơ.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, vì độ bền chống ăn mòn tuyệt vời có thể được đảm bảo ngay cả với chiều dày lớp màng giống với mức chiều dày lớp màng của lớp phủ cách điện gốc crômat, có thể thu được lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường dùng cho tấm thép kỹ thuật điện mà có khả năng hàn và đặc tính liên kết tuyệt vời.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong trường hợp nhôm phosphat và hợp chất tạo chelat Ca được sử dụng.

Fig.2 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong trường hợp magiê phosphat và hợp chất tạo chelat Mg được sử dụng.

Fig.3 là hình ảnh mô tả phương pháp tách đỉnh của Mg có nguồn gốc từ lớp được làm giàu mà được tính gần đúng bằng hàm Gaussian từ biên dạng theo chiều sâu của Mg.

Fig.4 là hình ảnh minh họa phương pháp đánh giá của thử nghiệm khả năng chống ăn mòn đối với lớp phủ cách điện.

Fig.5 là hình ảnh thể hiện một ví dụ về các kết quả của thử nghiệm khả năng chống ăn mòn trên lớp phủ cách điện, trong đó (a) thể hiện kết quả thu được bằng cách sử dụng dung dịch nước natri clorua với nồng độ natri clorua 0,03% để đánh giá độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện được tạo ra mà không bỏ

sung chất tạo chelat vào nhôm phosphat, và (b) thể hiện kết quả thu được bằng cách sử dụng dung dịch nước natri clorua với nồng độ natri clorua 0,2% để đánh giá độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện được tạo ra bằng cách bổ sung chất tạo chelat vào nhôm phosphat.

Fig.6 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong thử nghiệm số 9 của phần ví dụ.

Fig.7 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong thử nghiệm số 10 của phần ví dụ.

Fig.8 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong thử nghiệm số 15 của phần ví dụ.

Fig.9 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong thử nghiệm số 20 của phần ví dụ.

Fig.10 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong thử nghiệm số 2 của phần ví dụ.

Fig.11 là đồ thị minh họa sự phân bố nồng độ nguyên tố theo phương chiều dày lớp phủ trong thử nghiệm số 3 của phần ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

1. Liên quan đến lớp phủ cách điện

Lớp phủ cách điện theo sáng chế được tạo ra trên bề mặt của kim loại nền làm bằng tấm thép kỹ thuật điện. Loại kim loại nền không bị giới hạn một cách cụ thể, và tấm thép có thành phần hóa học và kết cấu kim loại phù hợp để dùng làm kim loại nền của tấm thép kỹ thuật điện có định hướng hoặc tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có thể được sử dụng.

Lớp phủ cách điện bao gồm một hoặc nhiều loại phosphat kim loại có nhiều hóa trị được chọn từ nhóm bao gồm Al, Zn, Mg và Ca. Cụ thể, nhôm mono-phosphat, kẽm mono-phosphat, magiê mono-phosphat và canxi mono-phosphat có thể được lấy làm các ví dụ về phosphat kim loại có nhiều hóa trị.

Tuy nhiên, nếu lớp phủ cách điện chỉ bao gồm các thành phần nêu trên, độ bền chống ăn mòn đầy đủ, cụ thể, độ bền chống ăn mòn cần thiết trong môi trường có lượng muối trong không khí cao trong quá trình vận chuyển bằng đường biển cũng như trong môi trường có nhiệt độ cao và độ ẩm cao tương ứng với các khu vực cận nhiệt đới và các khu vực nhiệt đới không đạt được. Do đó,

cần tạo ra lớp được làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai ở mặt phân cách với bề mặt của kim loại nền trong lớp phủ cách điện.

Bởi vì lớp được làm giàu nêu trên có kết cấu dày đặc và được liên kết chắc chắn với cả lớp phosphat kim loại có nhiều hóa trị và kim loại nền, nên được cho rằng lớp được làm giàu cải thiện độ bền chống ăn mòn và độ dính của lớp phủ cách điện và kết quả là tăng cường độ bền chống ăn mòn một cách đáng kể.

Tuy nhiên, nếu sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu (trong phần mô tả sau đây, được gọi một cách đơn giản là "sự làm giàu") là nhỏ hơn $0,010\text{g/m}^2$, thì tính liên tục của lớp phản ứng của chất tạo chelat của kim loại có hóa trị hai sẽ bị mất và hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn sẽ không đạt được. Mặt khác, nếu sự làm giàu được thực hiện ở mức $0,20\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn, thì chi phí sẽ là quá mức và hiệu quả kinh tế sẽ kém. Do đó, sự làm giàu là $0,010\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn và nhỏ hơn $0,20\text{g/m}^2$ được chấp nhận. Xét về việc cải thiện độ bền chống ăn mòn, tốt hơn là làm giàu ở mức $0,020\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn, và xét về hiệu quả kinh tế, tốt hơn là làm giàu ở mức $0,10\text{g/m}^2$ hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng, theo sáng chế, sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu được xác định bằng kỹ thuật được mô tả dưới đây. Giờ đây, kỹ thuật này sẽ được mô tả một cách chi tiết bằng cách sử dụng ví dụ cụ thể.

Đầu tiên, sự phân bố nồng độ theo chiều sâu của P và mỗi thành phần kim loại được bao gồm trong lớp phủ cách điện được đo bằng phép đo phổ phát quang phóng điện (glow discharge optical emission spectrometry – GDOES). Ví dụ về các kết quả đo được minh họa trên Fig.1 và Fig.2. Trên các Fig. này, trục tung thể hiện cường độ phát sáng của nguyên tố tương ứng, và trục hoành thể hiện khoảng thời gian phóng điện. Cường độ phát sáng tương ứng với nồng độ của mỗi nguyên tố, và khoảng thời gian phóng điện tương ứng với vị trí theo phương chiều sâu tính từ bề mặt.

Trong ví dụ được minh họa trên Fig.1, lớp phủ cách điện bao gồm nhôm mono-phosphat, và lớp được làm giàu bằng Ca được tạo ra. Trong trường hợp như vậy, biên dạng của kim loại có hóa trị hai có nguồn gốc từ lớp được làm giàu và biên dạng của kim loại có hóa trị hai có nguồn gốc từ phosphat có thể được phân biệt một cách dễ dàng.

Mặt khác, trong ví dụ được minh họa trên Fig.2, lớp phủ cách điện bao

gồm magiê mono-phosphat, và lớp được làm giàu bằng Mg được tạo ra. Trong trường hợp như vậy, như được minh họa trên Fig.3, đỉnh của Mg có nguồn gốc từ lớp được làm giàu được tính gần đúng bằng hàm Gaussian được tách ra từ biên dạng theo chiều sâu của Mg, và phần còn lại của nó được lấy làm Mg có nguồn gốc từ phosphat.

Có thể xác định tỷ lệ giữa sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu và lượng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp phủ cách điện không bao gồm lớp được làm giàu dựa trên các diện tích (S_I và S_C trên các hình vẽ) được đặt trong khung bằng đường cong được biểu thị bằng biên dạng nồng độ mà được tách ra bằng phương pháp nêu trên và trục tung và trục hoành.

Tiếp theo, bằng cách ngâm tấm thép có diện tích xác định trước có lớp phủ cách điện được tạo ra trên bề mặt trong dung dịch nước kiềm nóng, chỉ có lớp phủ cách điện bao gồm lớp được làm giàu được hòa tan hoàn toàn một cách chọn lọc. Sau đó, bằng cách sử dụng phép đo quang phổ phát xạ nguyên tử plasma ghép cặp cảm ứng (inductively coupled plasma atomic emission spectrophotometry (ICP-AES)) để phân tích dung dịch nước kiềm này sau khi xử lý hòa tan lớp màng phủ, tổng lượng kim loại có hóa trị hai M_T (g/m^2) được bao gồm trong lớp phủ cách điện cho mỗi đơn vị diện tích được xác định.

Có thể tính toán sự làm giàu M_I (g/m^2) của kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu dựa trên công thức (i) sau đây.

$$M_I = M_T \times S_I / (S_I + S_C) \dots (i)$$

Trong đó, ý nghĩa của mỗi ký hiệu trong công thức như sau:

M_I : sự làm giàu (g/m^2) của kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu;

M_T : tổng lượng kim loại có hóa trị hai (g/m^2) được bao gồm trong lớp phủ cách điện;

S_I : diện tích của biên dạng nồng độ có nguồn gốc từ lớp được làm giàu; và

S_C : diện tích của biên dạng nồng độ có nguồn gốc từ lớp phủ cách điện không bao gồm lớp được làm giàu.

Bởi vì lớp phủ cách điện bao gồm các thành phần nêu trên và còn có lớp được làm giàu, độ bền chống ăn mòn tuyệt vời được đạt được ngay cả khi chiều dày lớp màng là mỏng.

Lớp phủ cách điện cũng có thể bao gồm nhựa hữu cơ. Điều này là do, khi đưa tấm thép kỹ thuật điện đi đúc lỗ, sự mòn của khuôn đúc lỗ được ngăn chặn và khả năng gia công đúc lỗ cải thiện nếu nhựa hữu cơ được bao gồm trong lớp phủ cách điện.

Mặc dù loại nhựa hữu cơ không bị giới hạn một cách cụ thể, nhựa phân tán được trong nước được ưa thích, và nhựa acrylic, nhựa acrylic styren, nhựa alkyd, nhựa polyeste, nhựa silicon, nhựa flocacbon, nhựa polyolefin, nhựa styren, nhựa polyvinyl axetat, nhựa epoxy, nhựa phenol, nhựa uretan và nhựa melamin có thể được lấy làm các ví dụ của nhựa phân tán được trong nước.

2. Liên quan đến phương pháp sản xuất lớp phủ cách điện

Mặc dù phương pháp sản xuất lớp phủ cách điện theo sáng chế không bị giới hạn một cách cụ thể, ví dụ, lớp phủ cách điện có thành phần được mô tả ở trên có thể được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả sau đây.

Đầu tiên, chất lỏng phủ được chuẩn bị trong đó dung dịch nước phosphat kim loại có nhiều hóa trị bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Al, Zn, Mg và Ca, và hợp chất tạo chelat bao gồm kim loại có hóa trị hai được trộn. Chất lỏng phủ được phủ lên bề mặt của kim loại nền làm bằng tấm thép kỹ thuật điện, và sau đó nung để tạo ra lớp phủ cách điện. Lưu ý rằng, như được mô tả ở trên, nếu cần, nhựa hữu cơ có thể được bao gồm trong chất lỏng phủ.

Ví dụ, dung dịch nước bao gồm một loại hoặc sự kết hợp của hai hoặc nhiều loại dung dịch nước được chọn từ nhóm bao gồm dung dịch nước nhôm mono-phosphat, dung dịch nước kẽm mono-phosphat, dung dịch nước magiê mono-phosphat và canxi mono-phosphat và tương tự có thể được sử dụng làm dung dịch nước phosphat kim loại có nhiều hóa trị bao gồm một hoặc nhiều loại nguyên tố kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Al, Zn, Mg và Ca.

Một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Sr, Ba, Zn và tương tự có thể được tính là kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong hợp chất tạo chelat. Ngoài ra, chất tạo chelat gốc axit oxycacboxylic, axit dicacboxylic, hoặc axit phosphonic hoặc tương tự có thể được sử dụng làm thành phần tạo chelat.

Axit malic, axit glycolic và axit lactic có thể được lấy làm các ví dụ về các chất tạo chelat gốc axit oxycacboxylic. Axit oxalic, axit malonic và axit succinic có thể được lấy làm các ví dụ về các chất tạo chelat gốc axit dicacboxylic. Axit amino trimetylen phosphonic, axit hydroxyetyliden monophosphonic và axit

hydroxyetylidene diphosphonic có thể được lấy làm các ví dụ về các chất tạo chelat gốc axit phosphonic.

Lưu ý rằng, khi trộn hợp chất tạo chelat với dung dịch nước phosphat, thay vì bổ sung riêng rẽ kim loại có hóa trị hai và chất tạo chelat, tốt hơn là bổ sung hợp chất trong đó kim loại có hóa trị hai và chất tạo chelat đã tạo hợp chất từ trước. Điều này là do, nếu kim loại có hóa trị hai và chất tạo chelat được bổ sung một cách riêng rẽ, có rủi ro ở chỗ và các ion kim loại cấu thành phosphat sẽ phản ứng, và sự tạo ra lớp được làm giàu bằng chelat của kim loại có hóa trị hai sẽ không đủ.

Được cho rằng do hợp chất tạo chelat được bao gồm trong chất lỏng phủ ngoài dung dịch nước phosphat kim loại có nhiều hóa trị, trong quy trình nung kim loại có hóa trị hai M, thành phần tạo chelat L và thành phần sắt Fe trong kim loại nền phản ứng để tạo ra lớp được làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai có liên kết M-L-Fe ở mặt phân cách giữa lớp màng phủ và kim loại nền.

Tại thời điểm đó, để khiến cho lượng tạo ra của lớp được làm giàu nằm trong khoảng được xác định trước, tốt hơn là đặt tỷ lệ phức hợp m/l của lượng bổ sung m (mol) của kim loại có hóa trị hai M so với lượng bổ sung l (mol) của thành phần tạo chelat L trong hợp chất tạo chelat ở khoảng thích hợp. Cụ thể, đã phát hiện ra rằng bằng cách đặt giá trị của tỷ lệ phức hợp m/l nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,9, lớp được làm giàu được tạo ra một cách thuận lợi và độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện cải thiện.

Nếu giá trị của tỷ lệ phức hợp m/l vượt quá 0,9, tức là, trong trường hợp mà hợp chất tạo chelat gần đến trạng thái bão hòa trong đó kim loại có hóa trị hai tạo thành phức với hầu hết thành phần tạo chelat được bao gồm trong chất lỏng phủ, vì phần lớn hợp chất tạo chelat không thể phản ứng với Fe trong kim loại nền, nên rất khó tạo ra lớp được làm giàu có liên kết M-L-Fe. Mặt khác, trong trường hợp mà giá trị của tỷ lệ phức hợp m/l nhỏ hơn 0,1, hầu như toàn bộ lượng hợp chất tạo chelat phản ứng với Fe trong kim loại nền và LFe_2 được tạo ra, và do đó lớp được làm giàu dự kiến có liên kết M-L-Fe bị giảm đi.

Mặc dù lượng hợp chất tạo chelat trong chất lỏng phủ không bị giới hạn một cách cụ thể, ví dụ, trong trường hợp mà lượng tạo ra của toàn bộ lớp phủ cách điện là 1g/m^2 , 1% tính theo khối lượng hoặc lớn hơn của hợp chất tạo chelat so với tổng lượng phosphat kim loại có nhiều hóa trị (anhydrit đã chuyển hóa) và nhựa hữu cơ có thể được bổ sung.

Tiếp theo, các điều kiện phù thuận lợi và các điều kiện nung sẽ được mô tả. Việc nung chất lỏng phủ được thực hiện ở nhiệt độ 250°C hoặc lớn hơn, với tốc độ tăng nhiệt độ trung bình (tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất) từ nhiệt độ của kim loại nền trong quy trình phủ, ví dụ, nhiệt độ trong phòng khoảng 30°C, đến 100°C được đặt ở 8°C/giây hoặc lớn hơn, và tốc độ tăng nhiệt độ trung bình (tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai) từ 150°C đến 250°C được làm thấp hơn tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất. Lưu ý rằng nhiệt độ trong quy trình phủ hầu như bằng nhiệt độ của chất lỏng phủ.

Tiến trình liên kết của chất tạo chelat dừng lại nếu khả năng chảy của chất lỏng phủ ngừng. Do đó, để làm cho mức độ liên kết thấp nhất có thể, tốt hơn là làm cho tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất lên đến 100°C cao mà nhiệt độ 100°C này bằng với nhiệt độ sôi của nước. Nếu tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất nhỏ hơn 8°C/giây, sẽ khó để phản ứng tạo liên kết ngang xuất hiện bởi vì mức độ liên kết của chất tạo chelat trong khi nhiệt độ đang tăng lên sẽ tăng lên một cách nhanh chóng. Do đó, tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất được đặt ở mức 8°C/giây hoặc lớn hơn.

Phản ứng tạo liên kết ngang giữa phosphat và chất tạo chelat cũng như sự thoái hóa và sự bay hơi của chất tạo chelat xuất hiện trong vùng nhiệt độ từ 150°C đến 250°C. Do đó, bằng cách làm cho tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai nhỏ trong khoảng từ 150°C đến 250°C, phản ứng tạo liên kết ngang có thể được đẩy mạnh trong khi ngăn chặn sự thoái hóa của chất tạo chelat. Tuy nhiên, sự giảm tốc độ tăng nhiệt độ có thể dẫn đến sự giảm năng suất.

Một mặt, phản ứng tạo liên kết ngang của chất tạo chelat thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ liên kết của chất tạo chelat nêu trên. Do đó, bằng cách làm cho tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất cao và làm giảm nhiệt độ liên kết của chất tạo chelat từ trước, ngay cả khi tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai được tăng lên, phản ứng tạo liên kết ngang giữa phosphat và chất tạo chelat có thể được đẩy mạnh. Mặt khác, trong trường hợp mà tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất thấp và nhiệt độ liên kết của chất tạo chelat là lớn, trừ phi tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai được hạ thấp theo đó, phản ứng tạo liên kết ngang giữa chất tạo chelat và phosphat không thể được gây ra để tiến triển một cách đầy đủ.

Các nghiên cứu được thực hiện bởi các tác giả sáng chế đã tiết lộ rằng khi tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất là 8°C/giây hoặc lớn hơn và tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai được làm thấp hơn tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất, phản ứng tạo liên kết ngang giữa phosphat và chất tạo chelat tiến triển theo nhiệt độ liên kết của chất tạo chelat,

và thu được độ bền chống ăn mòn tuyệt vời. Tuy nhiên, trong trường hợp mà tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai là quá cao, ví dụ, lớn hơn $18^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, ngay cả khi tốc độ tăng nhiệt độ thứ nhất là $8^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, sự tạo thành liên kết ngang không được hoàn thành một cách thỏa đáng và độ bền chống ăn mòn tuyệt vời không đạt được. Do đó, tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai tốt hơn là được đặt ở mức $18^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, năng suất giảm đi khi tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai trở nên thấp hơn, và sự giảm năng suất là dễ nhận thấy khi tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Do đó, tốc độ tăng nhiệt độ thứ hai tốt hơn là được đặt ở mức $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn.

3. Liên quan đến phương pháp đánh giá độ bền chống ăn mòn

Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu liên quan đến chỉ số chống ăn mòn của tấm thép kỹ thuật điện có khả năng chịu đựng việc vận chuyển đường dài bằng đường biển và việc sử dụng trong điều kiện khí hậu nóng và ẩm nêu trên. Theo kết quả của các nghiên cứu, các tác giả sáng chế đã chấp nhận phương pháp trong đó các giọt nhỏ ($0,5\mu\text{L}$) của các dung dịch nước natri clorua có nồng độ khác nhau được bám vào và được sấy khô trên bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện có lớp phủ cách điện, tấm thép kỹ thuật điện được giữ trong khoảng thời gian xác định trước (48 giờ) ở trạng thái nhiệt độ không đổi và độ ẩm không đổi (50°C , RH 90%), và sau đó tình trạng ăn mòn của lớp phủ cách điện được kiểm tra và đánh giá dựa trên nồng độ natri clorua mà ở đó gỉ không xuất hiện.

Lý do của việc chấp nhận phương pháp đánh giá này như sau:

Cho đến nay, thí nghiệm buồng ẩm như được xác định trong JIS K 2246 đã được sử dụng trong một vài trường hợp để đánh giá độ bền chống ăn mòn của các tấm thép kỹ thuật điện. Trong thí nghiệm buồng ẩm nêu trên, tình trạng xuất hiện gỉ trên bề mặt tấm thép được quan sát và đánh giá sau khi tấm thép kỹ thuật điện được tiếp xúc với môi trường trong khoảng thời gian xác định trước trong khi quyền được duy trì ở nhiệt độ 49°C và độ ẩm tương đối 95% hoặc lớn hơn.

Tuy nhiên, ngay cả khi thí nghiệm buồng ẩm được áp dụng cho tấm thép kỹ thuật điện có lớp phủ cách điện, trong nhiều trường hợp sự ăn mòn không được quan sát. Do đó, với thí nghiệm buồng ẩm này, khó xác định sự tốt hơn hoặc sự kém hơn của độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện đối với môi trường có lượng muối trong không khí cao trong quá trình vận chuyển bằng đường biển cũng như môi trường có nhiệt độ cao và độ ẩm cao tương ứng với các khu vực cận nhiệt đới và các khu vực nhiệt đới.

Mặt khác, thử nghiệm phun muối được xác định trong JIS Z 2371 cũng là thử nghiệm đánh giá độ bền chống ăn mòn thông thường. Trong thử nghiệm phun muối này, dung dịch nước natri clorua 5% được điều chỉnh ở lượng phun xác định trước trong khoảng thời gian cố định trong buồng nhiệt tĩnh được duy trì ở nhiệt độ 35°C, và sau đó việc phun muối được thực hiện trên bề mặt tấm thép trong khoảng thời gian xác định trước, sau đó quan sát và đánh giá tình trạng xuất hiện gỉ trên tấm thép.

Khi thử nghiệm phun muối được áp dụng cho tấm thép kỹ thuật điện có lớp phủ cách điện, sự ăn mòn xuất hiện. Tuy nhiên, môi trường thử nghiệm của thử nghiệm phun muối khác với các môi trường lưu trữ, vận chuyển và sử dụng tấm thép kỹ thuật điện, chẳng hạn, trong nhà kho trên đất liền hoặc trong kho hàng của tàu thủy trong quá trình xuất khẩu, vì thử nghiệm phun muối được thực hiện trong tình trạng trong đó lớp phủ cách điện luôn ở trạng thái ướt và được dựa trên giả định rằng sự ăn mòn trong môi trường trong đó lượng muối trong không khí là cực kỳ cao, chẳng hạn, trong trường hợp gây hại bởi muối cho xe ô tô hoặc các kết cấu ở ngoài khơi. Đối với thử nghiệm kết hợp phun muối, các bước làm ướt và sấy khô cũng được mô tả trong tài liệu sáng chế 8, tình huống tương tự cũng được áp dụng nếu bước phun muối được đưa ra.

Trong quá trình lưu trữ hoặc sử dụng tấm thép kỹ thuật điện, trạng thái trong đó tấm thép kỹ thuật điện được nhúng trong nước muối hoặc nước muối được phun lên tấm thép và bề mặt bị làm ướt hoàn toàn bởi nước muối không xảy ra trong các điều kiện sử dụng thông thường. Ngoài ra, đối với sự ăn mòn xuất hiện khi nước muối được phun và sự ăn mòn xuất hiện trong môi trường ăn mòn (môi trường trong đó việc sấy khô và độ ẩm cao được lặp lại) trong nhà kho trên đất liền hoặc trong kho hàng của tàu thủy trong quá trình xuất khẩu, các môi trường của bề mặt tấm thép trong quy trình ăn mòn là khác nhau, và do đó các cơ chế ăn mòn cũng khác nhau. Do đó, cả việc phun muối và thử nghiệm bao gồm bước phun muối đều không phù hợp đối với việc đánh giá độ bền chống ăn mòn của tấm thép kỹ thuật điện.

Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu liên quan đến phương pháp mà có thể đánh giá một cách đúng đắn độ bền chống ăn mòn của các tấm thép kỹ thuật điện, và đã xác nhận rằng phương pháp được mô tả ở trên là thích hợp, tức là, phương pháp (phương pháp thử nghiệm khả năng chống ăn mòn) trong đó các giọt nhỏ (0,5µL) các dung dịch nước natri clorua có nồng độ khác nhau được làm bám chặt vào và khô trên bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện có lớp phủ cách điện, sau đó, tấm thép kỹ thuật điện được giữ trong khoảng thời gian xác định trước (48 giờ) ở trạng thái nhiệt độ không đổi và độ ẩm không đổi (50°C, RH

90%), và sau đó tình trạng ăn mòn của lớp phủ cách điện được kiểm tra và độ bền chống ăn mòn được đánh giá dựa trên nồng độ natri clorua mà ở đó gỉ không xuất hiện.

Trong trường hợp các giọt nhỏ của các dung dịch nước natri clorua có nồng độ cao, các giọt nhỏ của các dung dịch nước natri clorua này được làm bám chặt vào và khô, và sự ăn mòn xảy ra khi các chỗ mà ở đó natri clorua được sấy khô và được bám vào được lộ ra trong bước làm ướt sau đó. Quy trình thử nghiệm này phù hợp với môi trường thực tế trong đó muối bám vào bề mặt của tấm thép trong quy trình lưu kho và vận chuyển, muối này tan ra trong điều kiện môi trường có độ ẩm cao sau đó, và theo trường hợp này, sự ăn mòn xảy ra. Do lượng bám vào của muối giảm đi khi nồng độ natri clorua giảm đi, lượng gỉ xuất hiện giảm đi và gỉ cuối không còn được quan sát thấy nữa. Độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện có thể được đánh giá định lượng dựa trên nồng độ natri clorua của giới hạn trên mà ở nồng độ này gỉ không được quan sát thấy.

Một ví dụ về phương pháp đánh giá của thử nghiệm khả năng chống ăn mòn đối với lớp phủ cách điện được minh họa trên Fig.4. Các kết quả được trình bày trên Fig.4 được thu được khi nồng độ natri clorua đã được làm giảm với lượng giảm 0,1% từ 1,0% đến 0,1% và với lượng giảm 0,01% từ 0,1% đến 0,01%, và trạng thái xuất hiện gỉ (tình trạng ăn mòn) ở mỗi nồng độ được quan sát. Trong trường hợp các kết quả được trình bày trên Fig.4, do sự xuất hiện của gỉ không được quan sát khi nồng độ natri clorua là 0,01%, nồng độ tới hạn của natri clorua là 0,01%. Lưu ý rằng, có thể được xác nhận rằng tình trạng gỉ hầu như không thay đổi ngay cả khi khoảng thời gian giữ trong buồng có nhiệt độ và độ ẩm không đổi được kéo dài từ 48 giờ.

Sau đây, sáng chế được mô tả một cách cụ thể bằng cách dựa vào các ví dụ, tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các chất lỏng phủ bao gồm các thành phần được trình bày trong bảng 1 được phủ lên bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện có chiều dày 0,5mm và chứa 0,3% tính theo khối lượng Si và được nung trong các điều kiện được trình bày trong bảng 1 để tạo ra lớp phủ cách điện ở cả hai mặt của tấm thép kỹ thuật điện. Sau đó, kết cấu của lớp phủ cách điện (sự có mặt hoặc vắng mặt của lớp được làm giàu) và sự làm giàu được kiểm tra bằng GDOES và ICP-AES. Ngoài ra, độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện và khả năng hàn được đánh giá. Bảng 1 trình bày tóm tắt các kết quả. Để so sánh, các lớp phủ cách điện gốc crôm cũng được chuẩn bị và đánh giá theo cách này.

Phép đo sự làm giàu được thực hiện bằng phương pháp sau đây. Đầu tiên, sự phân bố nồng độ theo chiều sâu của P và mỗi thành phần kim loại được bao gồm trong lớp phủ cách điện được đo bằng GDOES. Ngoài ra, diện tích được đặt trong khung được tạo thành bởi đường cong được xác định bởi biên dạng nồng độ và trục tung và trục hoành lần lượt được xác định đối với kim loại có hóa trị hai trong lớp được làm giàu và kim loại có hóa trị hai trong lớp phủ cách điện ngoài lớp được làm giàu. Lưu ý rằng, trong trường hợp mà cùng loại kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong phosphat và trong hợp chất tạo chelat, đỉnh của kim loại có hóa trị hai có nguồn gốc từ lớp được làm giàu được tính gần đúng bằng hàm Gaussian được tách riêng khỏi biên dạng theo chiều sâu của kim loại có hóa trị hai trong lớp được làm giàu, và phần còn lại của nó được lấy làm kim loại có hóa trị hai có nguồn gốc từ phosphat.

Tiếp theo, bằng cách ngâm tấm thép có diện tích xác định trước có lớp phủ cách điện được tạo ra trên bề mặt trong dung dịch nước NaOH 20% ở nhiệt độ 80°C trong thời gian 30 phút, chỉ lớp phủ cách điện bao gồm lớp được làm giàu được hòa tan một cách chọn lọc hoàn toàn mà không hòa tan kim loại nền. Sau đó, tổng lượng kim loại có hóa trị hai (g/m^2) được bao gồm trong lớp phủ cách điện cho mỗi đơn vị diện tích được xác định bằng cách phân tích dung dịch nước NaOH sau khi xử lý hòa tan lớp màng phủ bằng cách sử dụng phép đo quang phổ phát xạ nguyên tử plasma ghép cặp cảm ứng (ICP-AES).

Sau đó, sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu được tính toán dựa trên công thức (i) sau đây.

$$M_I = M_T \times S_I / (S_I + S_C) \dots (i)$$

Trong đó, ý nghĩa của mỗi ký hiệu trong công thức như sau:

M_I : sự làm giàu (g/m^2) của kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu;

M_T : tổng lượng kim loại có hóa trị hai (g/m^2) được bao gồm trong lớp phủ cách điện;

S_I : diện tích của biên dạng nồng độ có nguồn gốc từ lớp được làm giàu; và

S_C : diện tích của biên dạng nồng độ có nguồn gốc từ lớp phủ cách điện không bao gồm lớp được làm giàu.

Việc đánh giá độ bền chống ăn mòn được thực hiện bằng phương pháp sau đây. Mẫu thử nghiệm được cắt ra từ tấm thép kỹ thuật điện không định hướng có lớp phủ cách điện được tạo ra trên đó, các giọt nhỏ ($0,5\mu\text{L}$) của các dung dịch nước natri clorua có nồng độ khác nhau nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1,0%

được làm bám chặt vào và khô trên bề mặt của mẫu thử nghiệm, và sau đó mẫu thử nghiệm được giữ trong thời gian 48 giờ trong buồng được duy trì ở trạng thái nhiệt độ không đổi và độ ẩm không đổi (50°C , RH 90%), và sau đó, tình trạng ăn mòn của bề mặt được quan sát. Độ bền chống ăn mòn được đánh giá bằng cách sử dụng nồng độ natri clorua tối đa mà ở nồng độ này gỉ không xuất hiện làm chỉ số.

Ngoài ra, việc đánh giá khả năng hàn được thực hiện bằng phương pháp sau đây. Ở các điều kiện dòng điện hàn 120A, các điện cực La-W ($2,4\text{mm}\phi$), khe hở 1,5mm, tốc độ dòng chảy Ar 6L/phút, và áp suất giữ 50 kg/cm^2 , tốc độ hàn được thay đổi và tốc độ hàn tối đa mà ở đó các vết rỗ không xuất hiện được xác định. Khả năng hàn được đánh giá bằng cách sử dụng tốc độ hàn tối đa này làm chỉ số.

Lưu ý rằng, theo sáng chế, đối với việc đánh giá độ bền chống ăn mòn, độ bền chống ăn mòn được đánh giá là tuyệt vời trong trường hợp mà nồng độ natri clorua tối đa mà ở nồng độ đó gỉ không xuất hiện là 0,2% hoặc lớn hơn.

Bảng 1

Thử nghiệm số	Thành phần của chất lỏng phủ				Điều kiện phủ			Điều kiện nung			Kết cấu lớp phủ	Kết quả thử nghiệm		Ví dụ theo sáng chế
	Phosphat	Hợp chất tạo chelat		Nhựa	Lượng phủ (g/m ²)	Lượng sung chelat của kim loại có hóa trị hai ^{#2} (g/m ²)	Tốc độ làm nóng đầu điện của quy trình tăng nhiệt độ (°C/giây)	Tốc độ làm nóng thứ hai của quy trình tăng nhiệt độ (°C/giây)	Nhiệt độ đạt đến (°C)	Độ bền chống ăn mòn ^{#3}		Khả năng hàn ^{#4} (cm/phút)		
		Loại	m/l ^{#1}											
1	Al phosphat	Zn gluconat	0,6	-	0,5	0,01	12	10	300	0,01	0,20%	100		
2	Al phosphat	Ca oxalat	0,7	Acrylic	0,5	0,02	12	8	300	0,02	0,30%	100		
3	Mg phosphat	Mg phosphonat	0,1	Acrylic	0,5	0,03	12	10	300	0,03	0,40%	100		
4	Zn phosphat	Ca xitrat	0,5	Aacrylic styren	0,5	0,03	10	8	200	0,03	0,60%	100		
5	Al phosphat+ Mg phosphat	Zn phosphonat	0,4	Polyeste	0,5	0,05	12	10	250	0,05	0,80%	100		
6	Al phosphat+ Zn phosphat	Sr gluconat	0,5	Epoxy	0,5	0,1	12	10	350	0,1	1,00%	100		
7	Al phosphat	Ca phosphonat	0,9	Acrylic	0,5	0,2	12	10	300	0,2	1,00%	100		
8	Al phosphat	-	-	-	2	0	12	10	300	0 *	0,02%	50	Ví dụ	

9	Al phosphat	-	-		Acrylic	2	0	12	10	300	0 *	0,02%	50	Số sánh
10	Mg phosphat	-	-		Acrylic	1	0	12	20	300	0 *	0,01%	100	
11	Al phosphat	-	-		Acrylic+copolyme của floolefin và hợp chất không bão hòa etylen	2	0	12	10	300	0 *	0,03%	50	
12	Al phosphat		0,05	Mg gluconat	Acrylic	1	0,1	12	10	300	0,001 *	0,01%	100	
13	Mg phosphat		1	Ca phosphonat	Acrylic	1	0,1	8	5	300	0,001 *	0,01%	100	
14	Mg phosphat		0,2	Sr oxalat	Acrylic	1	0,008	12	10	300	0,008 *	0,01%	100	
15	Al phosphat		0,2	Ca phosphonat	Acrylic	1	0,1	12	15	300	0,001 *	0,01%	100	
16	phosphat+ Mg phosphat		0,2	Mg xitrat	Acrylic	1	0,1	12	15	300	0,001 *	0,02%	100	
17	Al phosphat		0,5	Mg gluconat	Acrylic	0,5	0,1	8	8	300	0,001 *	0,02%	100	
18	Mg phosphat		0,5	Mg gluconat	Acrylic	0,5	0,1	8	8	300	0,001 *	0,02%	100	
19	Al phosphat		0,5	Axit gluconic+ Mg hydroxit	Acrylic	0,5	0,1	12	10	300	0,001 *	0,02%	100	
20	Mg phosphat		0,5	Axit gluconic+ Mg hydroxit	Acrylic	0,5	0,1	12	10	300	0,001 *	0,02%	100	
21	Mg crômat *		-	-	Acrylic	0,5	0	12	10	300	0 *	0,2%	100	

* chỉ ra rằng các điều kiện không thỏa mãn các điều kiện được xác định theo sáng chế.

- #1 chỉ ra tỷ lệ thành phần của lượng bổ sung m (mol) của kim loại có hóa trị hai so với lượng bổ sung 1 (mol) của hợp chất tạo chelat
- #2 chỉ ra các giá trị đã biến thành các lượng kim loại có hóa trị hai
- #3 chỉ ra nồng độ natri clorua tối đa mà ở đó gì không xuất hiện
- #4 chỉ ra tốc độ hàn tối đa mà ở tốc độ này các vết rỗ không xuất hiện

Dựa trên bảng 1, được thấy rằng độ bền chống ăn mòn cao đáng kể trong các thử nghiệm từ 1 đến 7 mà các ví dụ này là các ví dụ theo sáng chế. Ở các ví dụ theo sáng chế, với chiều dày lớp màng mỏng ở mức $0,5\text{g/m}^2$ (xấp xỉ $0,2\mu\text{m}$), tức là, chiều dày lớp màng giống với mức chiều dày lớp màng của lớp phủ cách điện gốc crômat, có thể đảm bảo độ bền chống ăn mòn tuyệt vời bằng hoặc tốt hơn độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện gốc crômat. Ngoài ra, được nhận thấy rằng do chiều dày lớp màng có thể được làm mỏng, khả năng hàn cũng bằng với khả năng hàn của lớp phủ cách điện gốc crômat thông thường.

Ngược lại, đối với các thử nghiệm từ 8 đến 11 là các ví dụ so sánh trong đó hợp chất tạo chelat không được bổ sung vào chất lỏng phủ, vì lớp được làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai không được tạo ra, ngay cả khi chiều dày của lớp phủ cách điện được làm dày, các kết quả thể hiện rằng độ bền chống ăn mòn là kém. Ngoài ra, liên quan đến các thử nghiệm 8, 9 và 11, do chiều dày lớp màng là dày, các kết quả chỉ ra rằng khả năng hàn kém.

Trong các thử nghiệm 12 và 13, do các giá trị đối với tỷ lệ phức hợp m/l của hợp chất tạo chelat lần lượt là quá nhỏ và quá lớn, sự làm giàu là không đủ. Trong thử nghiệm số 14, do lượng bổ sung của hợp chất tạo chelat trong chất lỏng phủ là không đủ, sự làm giàu là không đủ. Ngoài ra, trong các thử nghiệm từ 15 đến 18, do điều kiện tăng nhiệt độ trong quy trình nướng là không thích hợp, sự làm giàu là không đủ.

Ngoài ra, trong các thử nghiệm 19 và 20, do kim loại có hóa trị hai và thành phần tạo chelat được bổ sung một cách riêng biệt vào dung dịch nước phosphat, sự làm giàu là không đủ. Ở mỗi trong số các thử nghiệm từ 12 đến 20 trong đó sự làm giàu là không đủ, các kết quả thể hiện rằng độ bền chống ăn mòn là kém.

Ví dụ về các kết quả thu được bằng cách sử dụng thử nghiệm khả năng chống ăn mòn nêu trên để kiểm tra ảnh hưởng mà lớp được làm giàu kim loại có hóa trị hai có mặt ở vùng lân cận của mặt phân cách với kim loại nền lên độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện được minh họa trên Fig.5. Fig.5(a) thể hiện kết quả thu được bằng cách sử dụng dung dịch nước natri clorua có nồng độ natri clorua là 0,03% để đánh giá độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện trong thử nghiệm số 8 mà thử nghiệm này được tạo ra mà không bổ sung hợp chất tạo chelat vào nhôm phosphat. Fig.5(b) thể hiện kết quả thu được bằng cách sử dụng dung dịch nước natri clorua có nồng độ natri clorua là 0,2% để đánh giá độ bền chống ăn mòn của lớp phủ cách điện trong thử nghiệm số 1 mà thử nghiệm này được tạo

ra bằng cách bổ sung hợp chất tạo chelat bao gồm Zn là kim loại có hóa trị hai vào nhôm phosphat.

Trong trường hợp lớp phủ cách điện được tạo ra mà không bổ sung hợp chất tạo chelat vào nhôm phosphat, một lượng lớn gỉ xuất hiện trong dung dịch nước natri clorua có nồng độ natri clorua là 0,03%. Mặt khác, trong trường hợp lớp phủ cách điện được tạo ra bằng cách bổ sung hợp chất tạo chelat bao gồm Zn là kim loại có hóa trị hai vào nhôm phosphat, hầu như không có gỉ phát sinh trong dung dịch nước natri clorua có nồng độ natri clorua 0,2%.

Ngoài ra, từ Fig.6 đến Fig.11 là hình vẽ minh họa các kết quả phân tích độ dày lần lượt đối với các thử nghiệm 9, 10, 15 và 20 là các ví dụ so sánh và các thử nghiệm 2 và 3 là các thử nghiệm theo sáng chế.

Trong các thử nghiệm 9 và 10 trong đó hợp chất tạo chelat không được bổ sung vào chất lỏng phủ, như được minh họa trên Fig.6 và Fig.7, đỉnh của kim loại có hóa trị hai không được quan sát thấy. Ngoài ra, trong các thử nghiệm 15 và 20 trong đó, mặc dù hợp chất tạo chelat được bổ sung, nhưng các điều kiện sản xuất là không thích hợp, như được minh họa trên Fig.8 và Fig.9, mặc dù đỉnh của kim loại có hóa trị hai được quan sát thấy, nhưng đỉnh này rất nhỏ.

Ngược lại với các ví dụ so sánh nêu trên, trong các thử nghiệm 2 và 3 mà các thử nghiệm này thỏa mãn các điều kiện được định rõ theo sáng chế, như được minh họa trên Fig.10 và Fig.11, đỉnh của kim loại có hóa trị hai có thể được xác nhận một cách rõ ràng.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, do độ bền chống ăn mòn tuyệt vời có thể được đảm bảo ngay cả với chiều dày lớp màng giống với mức chiều dày lớp màng của lớp phủ cách điện gốc crômat, có thể thu được lớp phủ cách điện thân thiện với môi trường dùng cho tấm thép kỹ thuật điện mà có khả năng hàn và đặc tính liên kết tuyệt vời. Do đó, tấm thép kỹ thuật điện có lớp phủ cách điện theo sáng chế được tạo ra trên tấm thép này thích hợp để sử dụng trong môi trường có lượng muối trong không khí cao trong quá trình vận chuyển bằng đường biển và trong môi trường có nhiệt độ cao và độ ẩm cao ở các khu vực cận nhiệt đới và các khu vực nhiệt đới.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện được tạo ra trên bề mặt của kim loại nền của tấm thép kỹ thuật điện, trong đó:

lớp phủ cách điện bao gồm phosphat kim loại có nhiều hóa trị của một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Al, Zn, Mg và Ca, và

lớp phủ cách điện có lớp được làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai ở mặt phân cách với bề mặt của kim loại nền, trong đó:

sự làm giàu bằng kim loại có hóa trị hai được bao gồm trong lớp được làm giàu là $0,01\text{g/m}^2$ hoặc lớn hơn, và nhỏ hơn $0,2\text{g/m}^2$.

2. Lớp phủ cách điện dùng cho tấm thép kỹ thuật điện theo điểm 1, trong đó lớp phủ cách điện còn bao gồm nhựa hữu cơ.

FIG.1

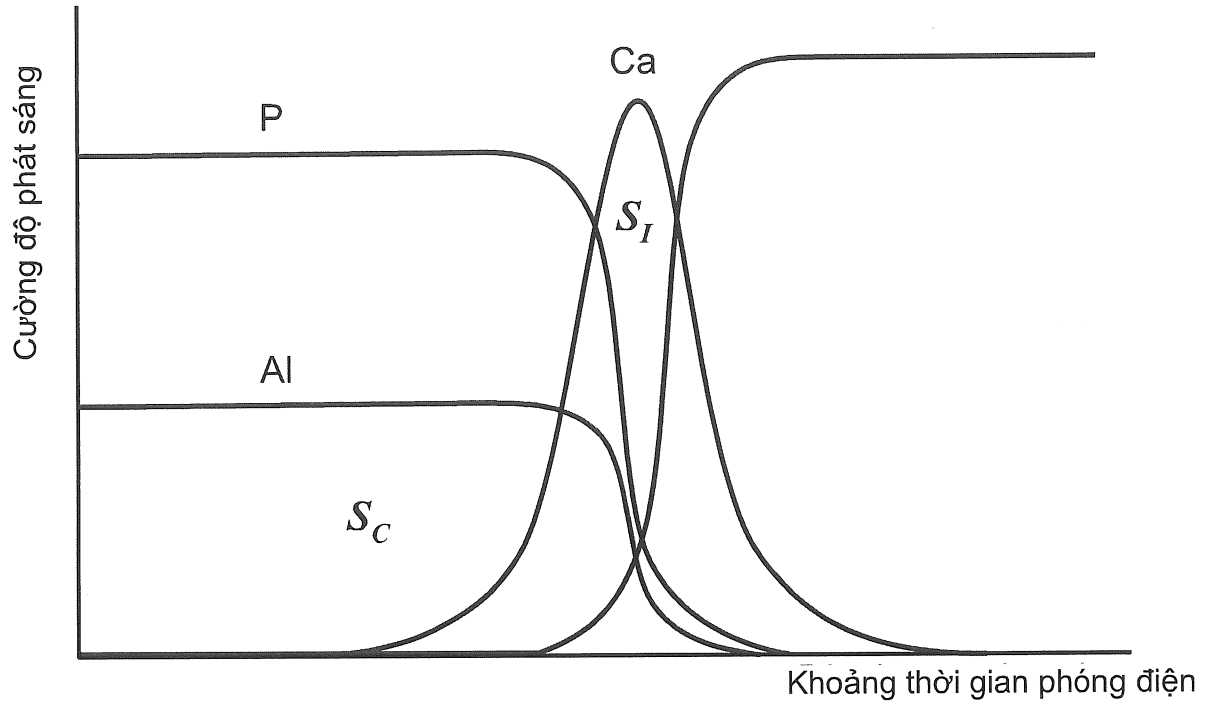


FIG.2

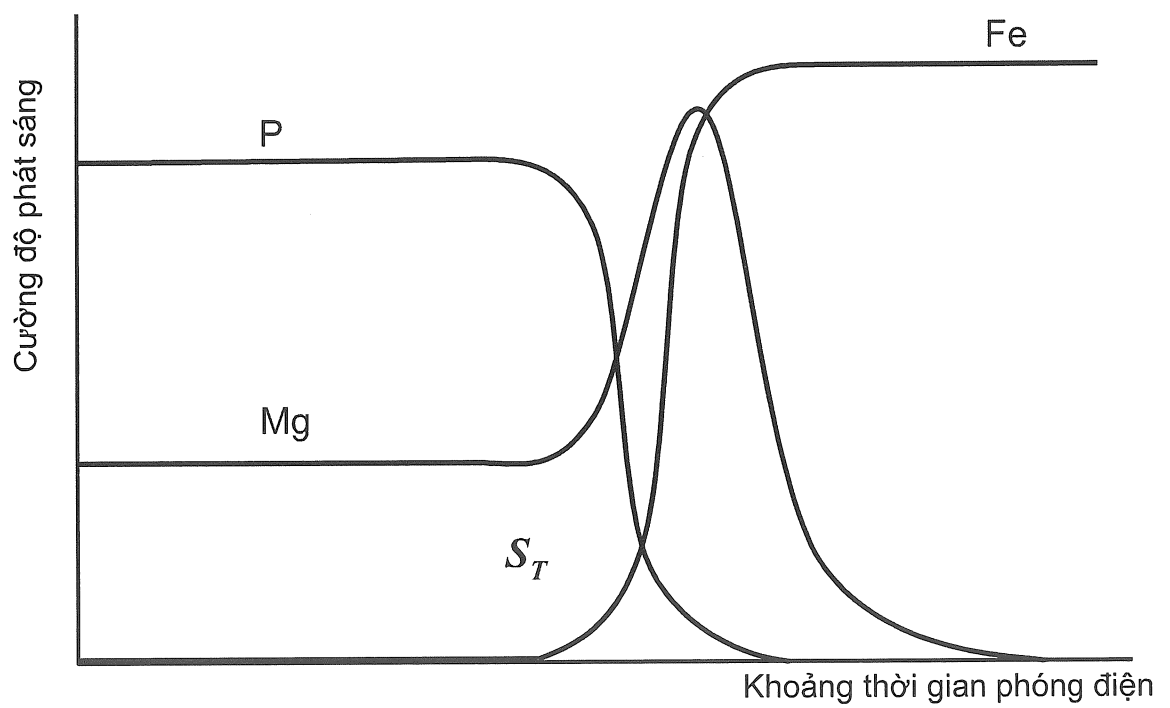


FIG.3

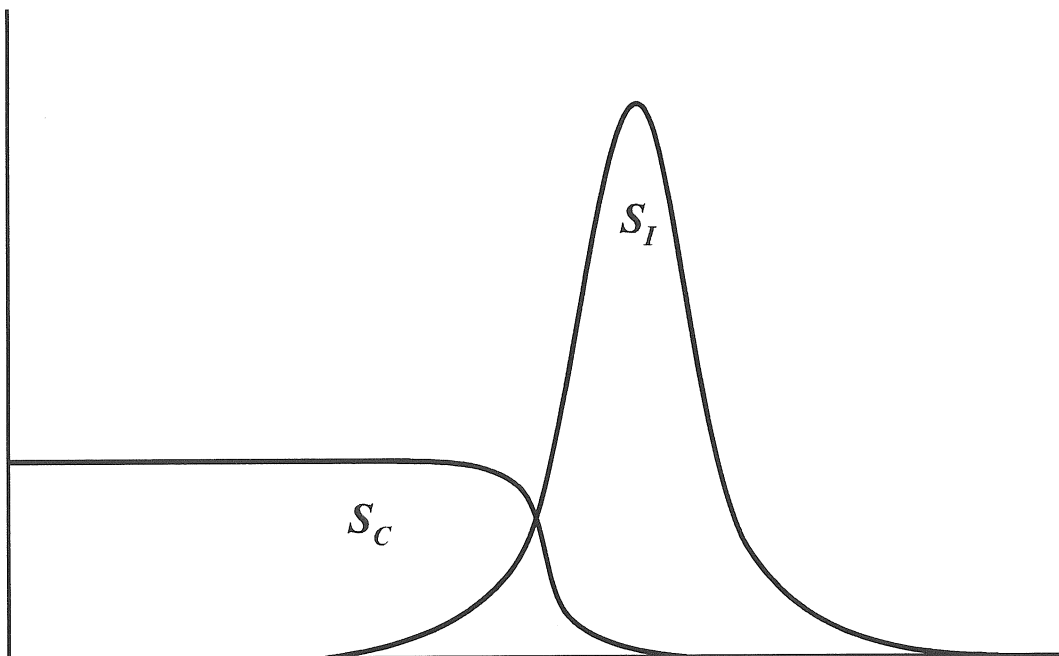
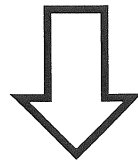
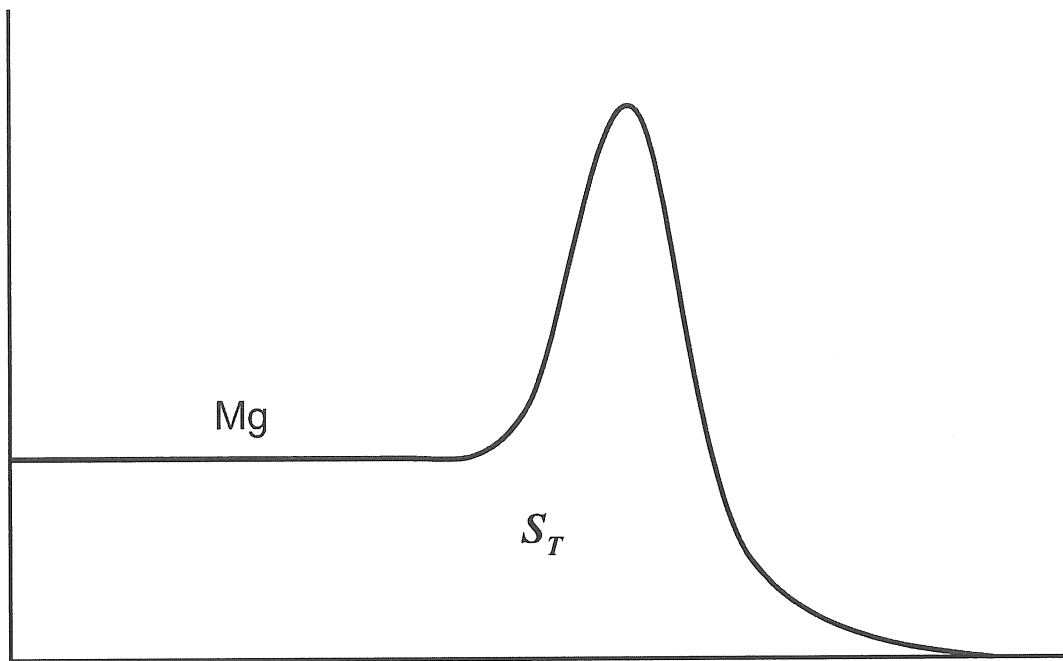
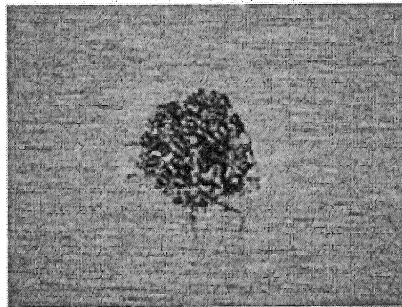
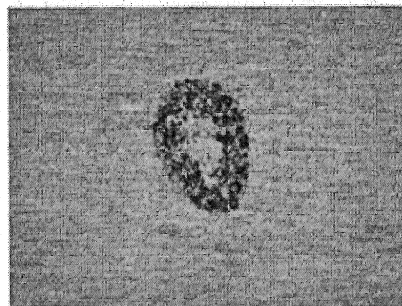


FIG.4

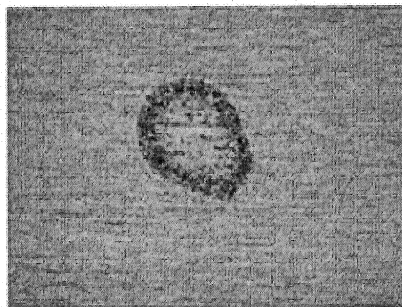
1,0%



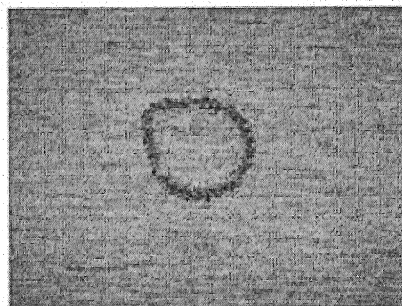
0,3%



0,1%



0,03%



0,01%

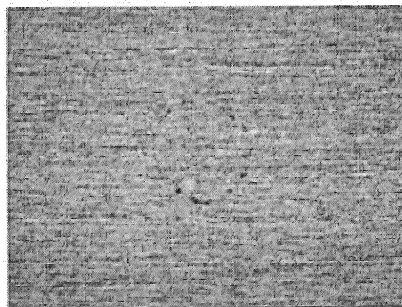
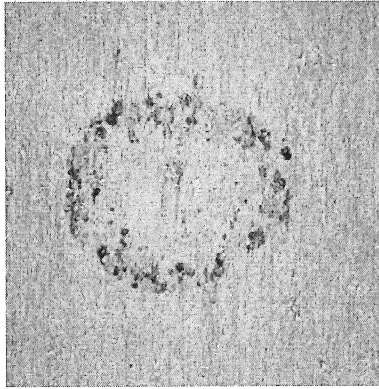
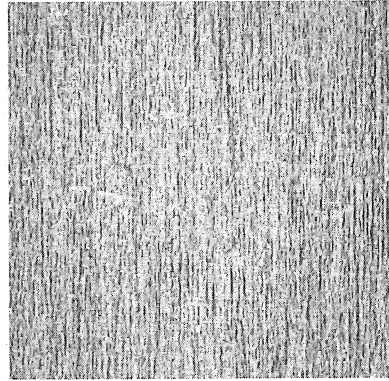


FIG.5



(a) Không bổ sung hợp chất
tạo chelat
Nồng độ NaCl: 0,03%



(b) Bổ sung chất tạo chelat
Nồng độ NaCl: 0,2%

FIG.6

Thử nghiệm số 9
(Ví dụ so sánh)

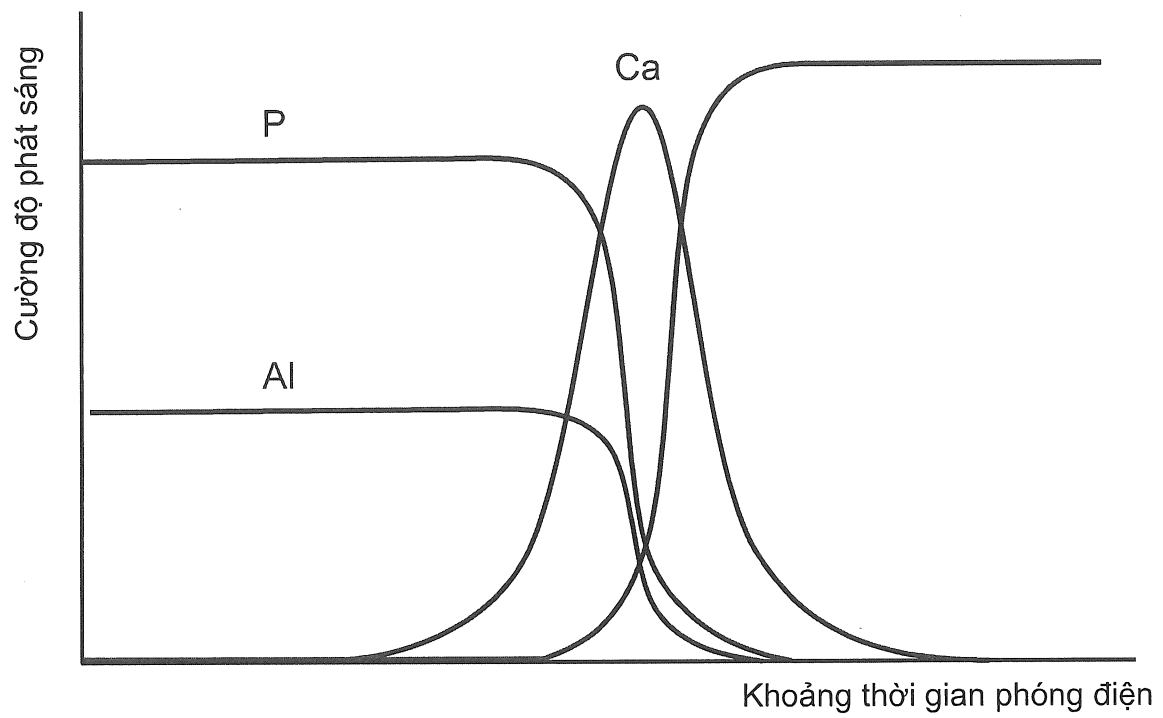


FIG.7

Thử nghiệm số 10
(Ví dụ so sánh)

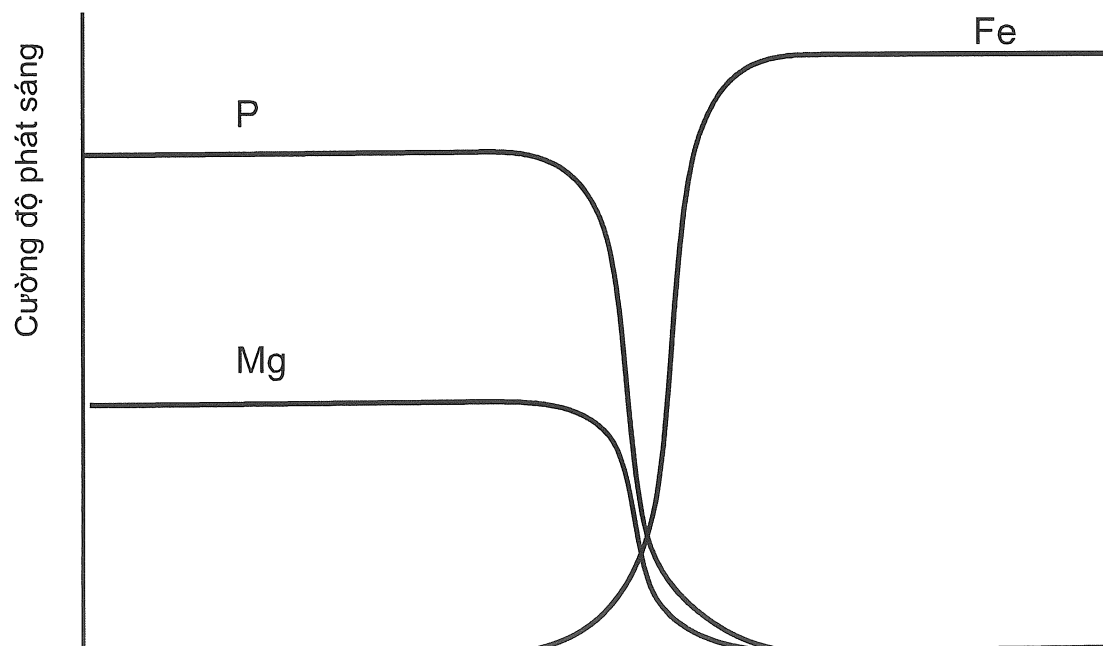


FIG.8

Thử nghiệm số 15
(Ví dụ so sánh)

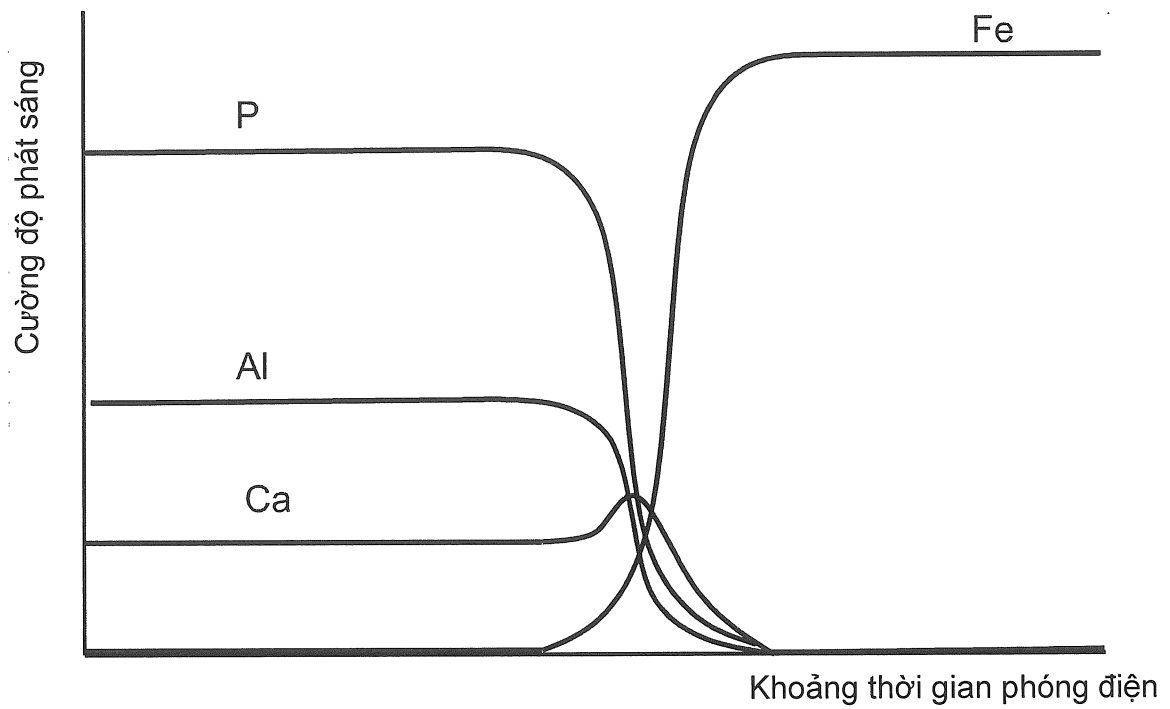
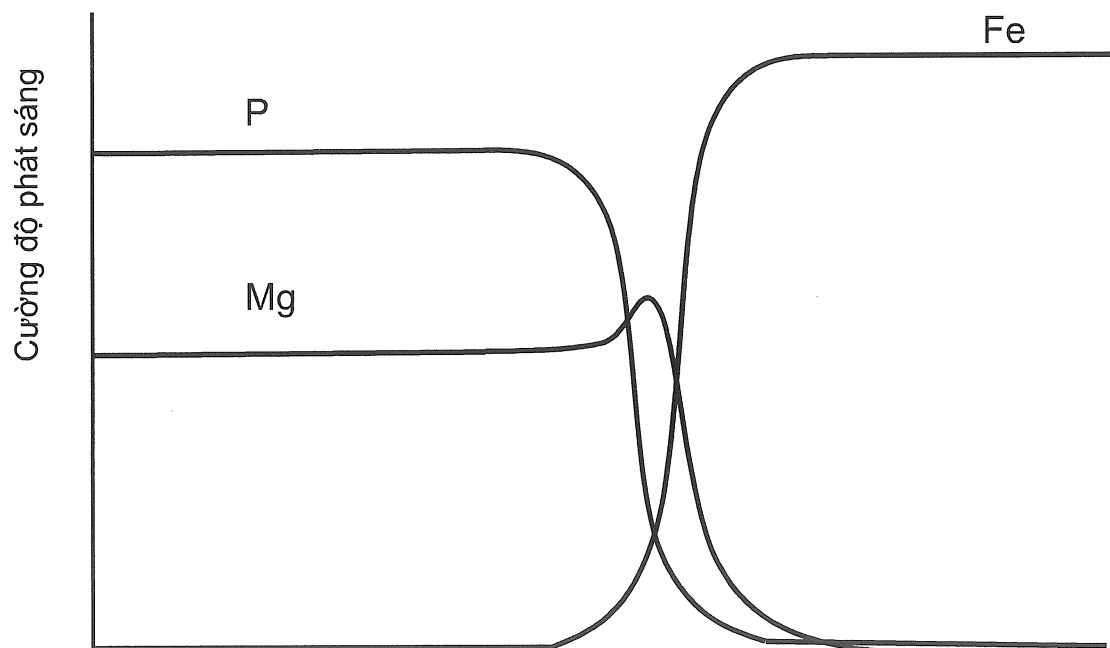


FIG.9

Thử nghiệm số 20
(Ví dụ so sánh)



29501

FIG.10

Thử nghiệm số 2
(Ví dụ theo sáng chế)

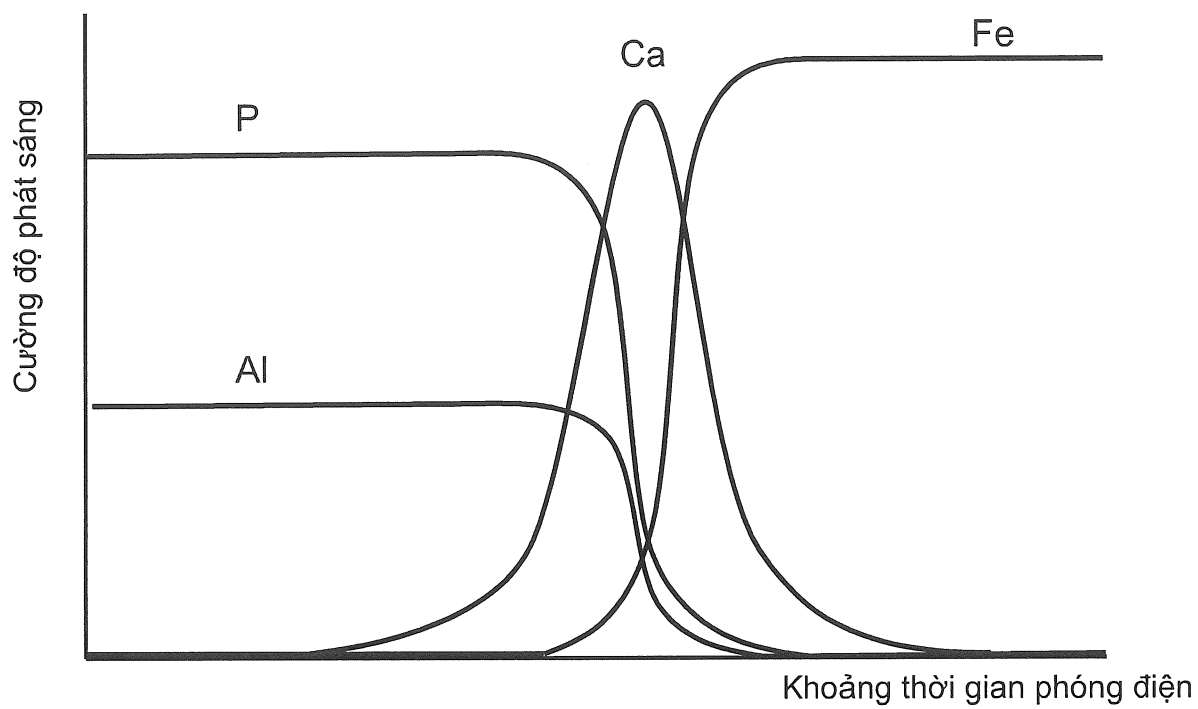


FIG.11

Thử nghiệm số 3
(Ví dụ theo sáng chế)

