



(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)



1-0032878

(51)⁷ C23C 22/00; B32B 15/18; H01F 1/18; (13) B
C23C 22/22; B32B 15/04; C21D 9/46

(21) 1-2017-02750

(22) 21/12/2015

(86) PCT/JP2015/085637 21/12/2015

(87) WO 2016/104404 A1 30/06/2016

(30) 2014-266749 26/12/2014 JP

(45) 25/08/2022 413

(43) 25/10/2017 355A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

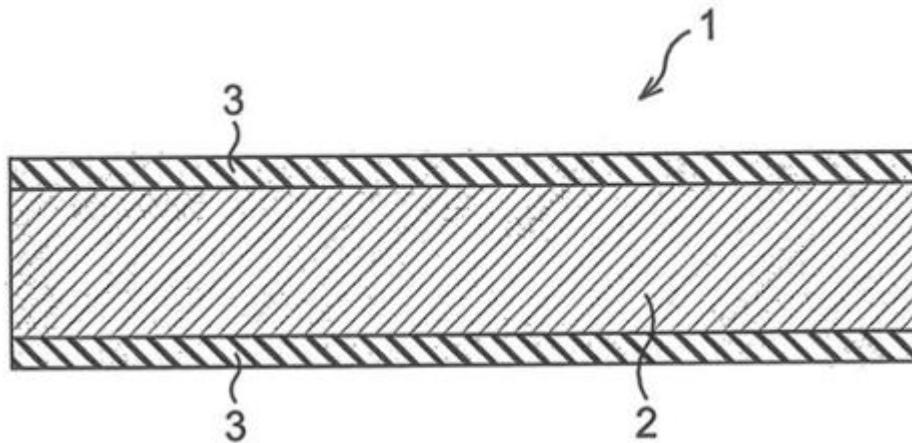
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) TAKAHASHI, Masaru (JP); YAMAZAKI, Shuichi (JP); TAKEDA, Kazutoshi (JP);
FUJII, Hiroyasu (JP).

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

(54) TẤM THÉP KỸ THUẬT ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện (1) bao gồm vật liệu nền (2) bằng thép kỹ thuật điện, và màng cách ly (3) được tạo trên bề mặt của vật liệu nền (2). Ba điều kiện $(1,8 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] + \sum n_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 3,6, 0,6 \leq \sum n_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 2,4, \text{ và } 0,6 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] \leq 2,4)$ được thỏa mãn trong vùng 50% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly. [Fe] là tỷ lệ (% nguyên tử) của Fe, [P] là tỷ lệ (% nguyên tử) của P, [M] là tỷ lệ (% nguyên tử) của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg và Ca, và n_{M} là hóa trị của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg và Ca.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép kỹ thuật điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng hoặc được vận chuyển trong môi trường ăn mòn. Ví dụ, tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng trong các vùng nóng và ẩm hoặc được vận chuyển bằng đường biển. Trong quá trình vận chuyển bằng đường biển, có lượng lớn muối bay đến. Do đó, tấm thép kỹ thuật điện cần có độ chống gỉ. Để có được độ chống gỉ, màng cách ly được tạo trên bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện. Ví dụ về màng cách ly là màng cách ly trên cơ sở cromit. Mặc dù màng cách ly trên cơ sở cromit thể hiện độ chống gỉ tốt, tuy nhiên crom hóa trị sáu được sử dụng làm vật liệu thô của màng cách ly trên cơ sở cromit lại gây ung thư. Do đó, cần phát triển màng cách ly có thể được tạo ra mà không sử dụng crom hóa trị sáu làm vật liệu thô.

Các ví dụ về màng cách ly có thể được tạo ra mà không sử dụng crom hóa trị sáu làm vật liệu thô bao gồm màng cách ly nền phosphat, màng cách ly nền silic oxit, và màng cách ly nền ziriconi (các tài liệu sáng chế từ 1 đến 12). Tuy nhiên, với các màng cách ly này, độ chống gỉ ở mức giống như của màng cách ly trên cơ sở cromit không thể thu được. Mặc dù độ chống gỉ được cải thiện bằng cách làm dày màng cách ly, khả năng hàn và đặc tính bịt kín lại giảm nhiều hơn với màng cách ly dày hơn.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 53-028375

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số

05-078855

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số
06-330338

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số
11-131250

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số
11-152579

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số
2001-107261

Tài liệu sáng chế 7: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số
2002-047576

Tài liệu sáng chế 8: Công bố đơn quốc tế số 2012/057168

Tài liệu sáng chế 9: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số
2002-47576

Tài liệu sáng chế 10: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản
số 2008-303411

Tài liệu sáng chế 11: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản
số 2002-249881

Tài liệu sáng chế 12: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản
số 2002-317277

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép kỹ thuật điện có độ chống gỉ tốt mà không cần sử dụng crom hóa trị sáu làm vật liệu thô của màng cách ly.

Giải pháp giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu nghiêm túc để giải

quyết vấn đề nêu trên. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng độ chống gỉ tốt thu được khi vùng chứa các nguyên tử Fe và các nguyên tử kim loại trong phosphat như Al với các tỷ lệ cụ thể được chứa tại phân diện tích cụ thể trong mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly (ví dụ, mặt cắt ngang vuông góc hướng cán của vật liệu nền). Cũng phát hiện ra rằng việc sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat là cần thiết để tạo màng cách ly.

Các tác giả sáng chế đã đạt được các khía cạnh của sáng chế được mô tả dưới đây nhờ kết quả của các nghiên cứu nghiêm túc hơn dựa vào các phát hiện trên đây.

(1)

Tấm thép kỹ thuật điện, bao gồm:

vật liệu nền bằng thép kỹ thuật điện; và

màng cách ly được tạo trên bề mặt của vật liệu nền,

trong đó ba điều kiện dưới đây được thỏa mãn trong vùng 50% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly,

$$1,8 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] + \sum_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 3,6 \text{ (điều kiện 1),}$$

$$0,6 \leq \sum_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 2,4 \text{ (điều kiện 2), và}$$

$$0,6 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] \leq 2,4 \text{ (điều kiện 3),}$$

trong đó [Fe] là tỷ lệ (% nguyên tử) của Fe, [P] là tỷ lệ (% nguyên tử) của P, [M] là tỷ lệ (% nguyên tử) của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg và Ca, và n_{M} là hóa trị của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg và Ca.

(2)

Tấm thép kỹ thuật điện theo mục (1), trong đó màng cách ly chứa nhựa hữu cơ.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, độ chống gỉ tốt có thể thu được mà không cần sử dụng crom hóa trị sáu làm vật liệu thô của màng cách ly vì các nguyên tử Fe và các nguyên tử kim loại trong phosphat như Al được chứa với các tỷ lệ cụ thể trong vùng 50% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly. Điều này có thể tránh được việc giảm khả năng hàn và đặc tính bịt kín đi kèm sự tăng chiều dày của màng cách ly.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang minh họa kết cấu của tấm thép kỹ thuật điện theo một phương án của sáng chế;

Fig.2A là hình vẽ minh họa ảnh TEM của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat;

Fig.2B là hình vẽ minh họa ảnh TEM của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat;

Fig.3A là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi nồng độ của natri clorua là 1,0% khối lượng;

Fig.3B là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi nồng độ của natri clorua là 0,3% khối lượng;

Fig.3C là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi nồng độ của natri clorua là 0,1% khối lượng;

Fig.3D là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi nồng độ của natri clorua là 0,03% khối lượng;

Fig.3E là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi nồng độ của natri clorua là 0,01% khối lượng;

Fig.4A là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat;

Fig.4B là hình vẽ minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm độ chống gỉ khi màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat; và

Fig.5 là hình vẽ minh họa kết quả phân tích các thành phần của các màng cách ly.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, một phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang minh họa kết cấu của tấm thép kỹ thuật điện theo phương án của sáng chế.

Như được minh họa trên Fig.1, tấm thép kỹ thuật điện 1 theo phương án của sáng chế bao gồm vật liệu nền 2 bằng thép kỹ thuật điện và màng cách ly 3 được tạo trên bề mặt của vật liệu nền 2. Vật liệu nền 2 có thành phần thích hợp cho tấm thép kỹ thuật điện định hướng hạt hoặc tấm thép kỹ thuật điện không định hướng.

Ba điều kiện dưới đây (điều kiện 1, điều kiện 2, và điều kiện 3) được thỏa mãn trong vùng 50% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly 3. [Fe] là tỷ lệ (% nguyên tử) của Fe, [P] là tỷ lệ (% nguyên tử) của P, [M] là tỷ lệ (% nguyên tử) của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg, Ca, Sr, Ba, Ti, Zr, V, Mo, W, Mn và Ni, và n_M là hóa trị của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg, Ca, Sr, Ba, Ti, Zr, V, Mo, W, Mn và Ni. Do đó, khi [Al] và n_{Al} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Al một cách tương ứng, [Zn] và n_{Zn} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Zn một cách tương ứng, [Mg] và n_{Mg} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Mg một cách tương ứng, [Ca] và n_{Ca} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Ca một cách tương ứng, [Sr] và n_{Sr} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Sr một cách tương ứng, [Ba] và n_{Ba} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Ba một cách tương ứng, [Ti] và n_{Ti} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Ti một cách tương ứng, [Zr] và n_{Zr} là tỷ lệ (% nguyên tử) và

hóa trị của Zr một cách tương ứng, $[V]$ và n_V là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của V một cách tương ứng, $[Mo]$ và n_{Mo} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Mo một cách tương ứng, $[W]$ và n_W là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của W một cách tương ứng, $[Mn]$ và n_{Mn} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Mn một cách tương ứng, và $[Ni]$ và n_{Ni} là tỷ lệ (% nguyên tử) và hóa trị của Ni một cách tương ứng, $\Sigma n_M[M]/[P]$ bằng tổng của $n_{Al}[Al]/[P]$, $n_{Zn}[Zn]/[P]$, $n_{Mg}[Mg]/[P]$, $n_{Ca}[Ca]/[P]$, $n_{Sr}[Sr]/[P]$, $n_{Ba}[Ba]/[P]$, $n_{Ti}[Ti]/[P]$, $n_{Zr}[Zr]/[P]$, $n_V[V]/[P]$, $n_{Mo}[Mo]/[P]$, $n_W[W]/[P]$, $n_{Mn}[Mn]/[P]$, và $n_{Ni}[Ni]/[P]$. Dưới đây, M đôi khi là Al, Zn, Mg hoặc Ca hoặc kết hợp bất kỳ của chúng.

$$1,8 \leq 3[Fe]/[P] + \Sigma n_M[M]/[P] \leq 3,6 \text{ (điều kiện 1)}$$

$$0,6 \leq \Sigma n_M[M]/[P] \leq 2,4 \text{ (điều kiện 2)}$$

$$0,6 \leq 3[Fe]/[P] \leq 2,4 \text{ (điều kiện 3)}$$

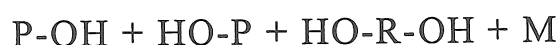
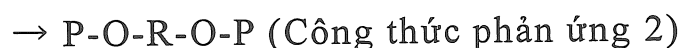
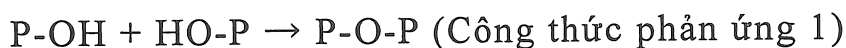
Trong vùng thỏa mãn điều kiện 1 đến điều kiện 3 nêu trên, P, M, và Fe được chứa với các lượng thích hợp. Mặc dù chi tiết sẽ được mô tả sau, vùng chứa P, M, và Fe với các lượng thích hợp là dày đặc hơn và có độ chống gỉ tốt hơn so với màng cách ly có trong tấm thép kỹ thuật điện thông thường. Do đó, theo tấm thép kỹ thuật điện 1, độ chống gỉ tốt có thể thu được mà không làm giảm khả năng hàn và đặc tính bịt kín mà không cần sử dụng crom hóa trị sáu làm vật liệu thô của màng cách ly 3.

Ví dụ, phần diện tích của vùng thỏa mãn ba điều kiện nêu trên có thể tính được như sau. Mẫu dùng cho TEM (transmission electron microscope - kính hiển vi điện tử truyền qua) được chuẩn bị từ tấm thép kỹ thuật điện, và $[P]$, $[Fe]$, và $[M]$ được đo tại các điểm đo sử dụng TEM. Việc đo được thực hiện tại 10 điểm, từng điểm dọc theo ba đường quét vuông góc bề mặt (bề mặt được cán) của tấm thép kỹ thuật điện. Khoảng giữa các đường quét là 1000 nm, và khoảng cách

của đường quét từ bề mặt của màng cách ly đến giao diện với vật liệu nền được chia đều thành 11 phần, và 10 điểm chia trong màng cách ly được coi là các điểm đo, trong từng đường quét. Khoảng đo trong đường quét là, ví dụ, khoảng 40 nm đến 60 nm, trong khi khoảng đo phụ thuộc vào chiều dày của một phần của màng cách ly nơi đường quét được định vị. $3[\text{Fe}]/[\text{P}]$ và $\sum_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}]$ tại từng điểm đo được tính, và tỷ lệ (%) của các điểm đo thỏa mãn ba điều kiện trong tổng cộng 30 điểm đo được tính, và tỷ lệ được coi là phần diện tích (% diện tích) của vùng thỏa mãn ba điều kiện nêu trên.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện 1 sẽ được mô tả. Phương pháp này bao gồm phủ dung dịch mạ gồm phosphat kim loại đa hóa trị chứa M, chất tạo chelat và nước vào vật liệu nền của thép kỹ thuật điện, và xử lý nhiệt dung dịch mạ. Nước với tổng nồng độ của các ion Ca và các ion Mg là 100 ppm hoặc nhỏ hơn được sử dụng làm nước trong dung dịch mạ. Các ví dụ về phosphat kim loại đa hóa trị bao gồm nhôm monophosphat, kẽm monophosphat, magiê monophosphat, và canxi monophosphat. Dưới đây, nhôm phosphat, kẽm phosphat, magiê phosphat, và canxi phosphat thể hiện nhôm monophosphat, kẽm monophosphat, magiê monophosphat, và canxi monophosphat một cách tương ứng.

Trong xử lý nhiệt dung dịch mạ, các đầu của phosphat được liên kết ngang bằng phản ứng khử nước/ngưng tụ để tạo màng cách ly. Các ví dụ về công thức phản ứng của phản ứng khử nước/ngưng tụ bao gồm như sau. Chất tạo chelat được mô tả là "HO-R-OH" và kim loại được mô tả là "M".



→ P-O-M-O-R-O-P (Công thức phản ứng 3)

P-OH + HO-P + HO-R-OH + 2M

→ P-O-M-O-R-O-M-O-P (Công thức phản ứng 4)

Mặt khác, khi dung dịch mạ gồm phosphat kim loại đa hóa trị và nước nhưng không chứa chất tạo chelat được sử dụng, phản ứng của Công thức phản ứng 1 xảy ra nhưng các phản ứng của Công thức phản ứng 2 đến Công thức phản ứng 4 không xảy ra. Do đó, trong trường hợp sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat, có nhiều điểm liên kết ngang hơn nhiều trong màng cách ly và độ chống gỉ cao hơn có thể thu được so với trong trường hợp sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat. Với nhiều liên kết hơn của chất tạo chelat, có số lượng điểm liên kết ngang nhiều hơn và độ chống gỉ cao hơn có thể thu được.

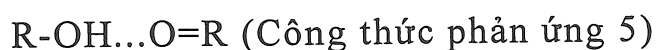
Để làm chất tạo chelat, ví dụ, chất tạo chelat nền axit oxycarbonic, nền axit dicarboxylic hoặc nền axit phosphonic được sử dụng. Các ví dụ về chất tạo chelat nền axit oxycarbonic bao gồm axit malic, axit glycolic và axit lactic. Các ví dụ về chất tạo chelat nền axit dicarboxylic bao gồm axit oxalic, axit malonic và axit succinic. Các ví dụ về chất tạo chelat nền axit phosphonic bao gồm axit aminotrimetylen phosphonic, axit hydroxyetyliden monophosphonic, và axit hydroxyetyliden diphosphonic.

Lượng chất tạo chelat được chứa trong dung dịch mạ nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 30% khối lượng so với khối lượng của màng cách ly sau khi xử lý nhiệt. Vì dung dịch mạ chứa phosphat có tính axit, Fe giải hấp từ vật liệu nền vào dung dịch mạ trong khi hoạt động sấy khô dung dịch mạ chưa kết thúc và dung dịch mạ được giữ tính axit. Khi Fe giải hấp quá mức vượt quá giới hạn phản ứng của chất tạo chelat, phosphat sắt và sắt hydroxit được tạo ra, để màng cách ly thỏa mãn điều kiện 1 đến điều kiện 3 không thể thu được. Hiện

tượng này là đáng chú ý khi lượng chất tạo chelat nhỏ hơn 1% khối lượng. Do đó, lượng chất tạo chelat là 1% khối lượng hoặc lớn hơn so với khối lượng của màng cách ly sau khi xử lý nhiệt. Mặt khác, khi lượng chất tạo chelat lớn hơn 30% khối lượng, phosphat trong dung dịch mạ nhỏ hơn 70% khối lượng, nên độ chịu nhiệt thích hợp không thể thu được trong màng cách ly. Do đó, lượng chất tạo chelat là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn so với khối lượng của màng cách ly sau khi xử lý nhiệt.

Chất tạo chelat là hợp chất hoạt tính nhưng khi đã phản ứng với kim loại, trở nên ổn định xét về năng lượng và không thể hiện hoạt tính thích hợp nữa. Do đó, để giữ hoạt tính của chất tạo chelat ở mức cao, kim loại không phải là kim loại được chứa trong phosphat được ngăn không phản ứng với chất tạo chelat trước khi xử lý nhiệt của dung dịch mạ được kết thúc. Do đó, tốt hơn là nồng độ của các ion kim loại có độ phản ứng cao với chất tạo chelat trong nước là thấp. Các ví dụ về ion kim loại bao gồm ion Ca và ion Mg. Khi tổng nồng độ của các ion Ca và các ion Mg lớn hơn 100 ppm, hoạt tính của chất tạo chelat giảm. Do đó, tổng nồng độ của các ion Ca và các ion Mg là 100 ppm hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 70 ppm hoặc nhỏ hơn. Lượng nhỏ hơn của các ion kim loại kiềm thổ không phải là các ion Ca và các ion Mg được ưu tiên hơn.

Chất tạo chelat chứa nhóm hydroxyl tại một đầu, và có khả năng có trạng thái kết hợp (liên kết hydro) được biểu diễn bằng Công thức phản ứng 5.



Khi mức độ kết hợp (độ liên kết hydro) của nhóm hydroxyl trong chất tạo chelat tăng, các phản ứng liên kết ngang được biểu diễn bằng Công thức phản ứng 2 đến Công thức phản ứng 4 gần như không xảy ra. Do đó, hoạt động phủ dung dịch mạ tốt hơn là được thực hiện để khiến mức độ kết hợp thấp nhất có thể. Ví dụ, trong trường hợp thực

hiện phủ bằng cách sử dụng trực lăn (phủ bằng trực lăn), tốt hơn là phủ dung dịch mạ trong khi tạo ứng suất cắt vào dung dịch mạ để giảm mức độ kết hợp của chất tạo chelat. Việc giảm đường kính của trực lăn và việc tăng tốc độ di chuyển của vật liệu nền có thể tạo ứng suất cắt thích hợp để giải phóng trạng thái kết hợp. Ví dụ, tốt hơn là sử dụng trực lăn có đường kính là 700 mm hoặc nhỏ hơn và thiết lập tốc độ di chuyển của vật liệu nền ở 60m/phút hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là sử dụng trực lăn có đường kính là 500 mm hoặc nhỏ hơn và thiết lập tốc độ di chuyển của vật liệu nền ở 70m/phút hoặc lớn hơn.

Hoạt động xử lý nhiệt dung dịch mạ được thực hiện tại nhiệt độ 250°C hoặc cao hơn, tốc độ gia nhiệt (tốc độ gia nhiệt thứ nhất) từ nhiệt độ của vật liệu nền khi phủ, ví dụ, nhiệt độ phòng khoảng 30°C, đến 100°C là 8°C/giây hoặc lớn hơn, và tốc độ gia nhiệt (tốc độ gia nhiệt thứ hai) từ 150°C đến 250°C thấp hơn tốc độ gia nhiệt thứ nhất. Nhiệt độ khi phủ gần bằng nhiệt độ của dung dịch mạ.

Tiến trình kết hợp được mô tả trên đây của chất tạo chelat không xảy ra nữa nếu độ chảy của dung dịch mạ không còn. Do đó, để khiến mức độ kết hợp thấp nhất có thể, tốt hơn là tăng tốc độ gia nhiệt thứ nhất đến điểm sôi của nước (100°C). Khi tốc độ gia nhiệt thứ nhất nhỏ hơn 8°C/giây, mức độ kết hợp của chất tạo chelat tăng nhanh trong khi tăng nhiệt độ để khiến các phản ứng liên kết ngang được biểu diễn bằng Công thức phản ứng 2 đến Công thức phản ứng 4 gần như không xảy ra. Do đó, tốc độ gia nhiệt thứ nhất là 8°C/giây hoặc lớn hơn.

Các phản ứng liên kết ngang của phosphat và chất tạo chelat và sự phân hủy và sự bay hơi của chất tạo chelat của Công thức phản ứng 1 đến Công thức phản ứng 4 xảy ra trong khoảng nhiệt độ từ 150°C đến 250°C. Do đó, bằng cách tăng tốc độ gia nhiệt thứ hai từ 150°C đến 250°C, có thể đẩy nhanh các phản ứng liên kết ngang trong khi giảm sự phân hủy của chất tạo chelat. Tuy nhiên, tốc độ gia nhiệt giảm

có thể làm giảm năng suất. Mặt khác, phản ứng liên kết ngang của chất tạo chelat thay đổi phụ thuộc vào độ kết hợp được mô tả trên đây của chất tạo chelat. Do đó, khi tốc độ gia nhiệt thứ nhất là cao và mức độ kết hợp của chất tạo chelat là thấp, phản ứng liên kết ngang của phosphat và chất tạo chelat có thể được đẩy nhanh ngay cả nếu tốc độ gia nhiệt thứ hai được tăng. Mặt khác, khi tốc độ gia nhiệt thứ nhất là thấp và mức độ kết hợp của chất tạo chelat là cao, phản ứng liên kết ngang của chất tạo chelat và phosphat không thể diễn ra thích hợp trừ khi tốc độ gia nhiệt thứ hai giảm. Từ kết quả nghiên cứu của các tác giả sáng chế, đã phát hiện ra rằng khi tốc độ gia nhiệt thứ nhất là $8^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn và tốc độ gia nhiệt thứ hai thấp hơn tốc độ gia nhiệt thứ nhất, phản ứng liên kết ngang của phosphat và chất tạo chelat diễn ra theo mức độ kết hợp của chất tạo chelat và độ chống gỉ tốt có thể thu được. Tuy nhiên, khi tốc độ gia nhiệt thứ hai cao quá mức, ví dụ, lớn hơn $18^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, liên kết ngang không được kết thúc thích hợp, do vậy độ chống gỉ tốt không thể thu được ngay cả nếu tốc độ gia nhiệt thứ nhất là $8^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Do đó, tốc độ gia nhiệt thứ hai là $18^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, với tốc độ gia nhiệt thứ hai thấp hơn, năng suất trở nên thấp hơn, mà là đáng chú ý khi nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Do đó, tốc độ gia nhiệt thứ hai tốt hơn là $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn.

Tấm thép kỹ thuật điện 1 có thể được sản xuất bằng việc phủ dung dịch mạ vào vật liệu nền của thép kỹ thuật điện và xử lý nhiệt dung dịch mạ.

Dung dịch mạ có thể chứa nhựa hữu cơ. Nhựa hữu cơ được chứa trong dung dịch mạ có tác dụng giảm sự mài mòn của khuôn đúc. Do đó, việc sử dụng dung dịch mạ chứa nhựa hữu cơ cải thiện khả năng gia công đúc của tấm thép kỹ thuật điện. Nhựa hữu cơ tốt hơn là được sử dụng làm nhũ tương hữu cơ tan được trong nước. Trong trường hợp mà nhũ tương hữu cơ tan được trong nước được sử dụng, tốt hơn nữa

là có ít hơn các ion kim loại kiềm thổ như các ion Ca, các ion Mg được chứa trong đó. Các ví dụ về nhựa hữu cơ bao gồm nhựa acrylic, nhựa acrylic styren, nhựa alkyd, nhựa polyeste, nhựa silicon, nhựa flocarbon, nhựa polyolefin, nhựa styren, nhựa vinyl axetat, nhựa epoxy, nhựa phenol, nhựa uretan, và nhựa melamin.

Tiếp theo, tác dụng của chất tạo chelat sẽ được mô tả.

Để làm rõ tác dụng của chất tạo chelat, các tác giả sáng chế đã quan sát, bằng cách sử dụng TEM, các mặt cắt ngang của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat và màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat. Nhôm phosphat được sử dụng làm phosphat kim loại đa hóa trị được chứa trong dung dịch mạ. Khi quan sát, mặt cắt ngang của tấm thép kỹ thuật điện có màng cách ly được tạo trên đó được xử lý với chùm ion hội tụ, JEM-2100F được sản xuất bởi JEOL Ltd. được sử dụng làm TEM, và điện áp gia tốc là 200kV. Fig.2A minh họa ảnh TEM của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat, và Fig.2B minh họa ảnh TEM của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat.

Như được minh họa trên Fig.2A, chủ yếu hai vùng có thành phần khác nhau nhiều được quan sát trong màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat. Mặt khác, như được minh họa trên Fig.2B, chủ yếu một vùng với ít thay đổi thành phần được quan sát trong màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat. Mặc dù chi tiết sẽ được mô tả sau, một trong số hai vùng được minh họa trên Fig.2A là vùng chứa P và Al là các thành phần chính (dưới đây, đôi khi được gọi là "vùng giàu Al"), và vùng kia là vùng chứa P và Fe là các thành phần chính (dưới đây, đôi khi được gọi là "vùng giàu Fe"). Thành phần của vùng với ít thay đổi thành phần được minh họa trên Fig.2B là thành phần trung gian giữa thành phần của vùng giàu Al và thành phần của vùng giàu Fe.

Các tác giả sáng chế tập trung vào các điểm khác nhau trong các ảnh TEM trên đây và coi là vùng có thành phần trung gian giữa thành phần của vùng giàu Al và thành phần của vùng giàu Fe (dưới đây, đôi khi được gọi là "vùng thành phần trung gian") góp phần lớn vào sự cải thiện độ chống gỉ của màng cách ly, và nghiên cứu quan hệ giữa chúng.

Ở đây, phương pháp đánh giá độ chống gỉ sẽ được mô tả.

Các ví dụ về thử nghiệm đánh giá độ chống gỉ của tấm thép kỹ thuật điện bao gồm thử nghiệm buồng độ ẩm được định nghĩa trong JIS K 2246 và thử nghiệm phun muối được định nghĩa trong JIS Z 2371. Tuy nhiên, vì các môi trường ăn mòn trong các thử nghiệm này khác nhiều môi trường ăn mòn nơi tấm thép kỹ thuật điện bị gỉ, độ chống gỉ của tấm thép kỹ thuật điện không thể đánh giá được thích hợp bằng các thử nghiệm này.

Do đó, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu phương pháp có thể đánh giá thích hợp độ chống gỉ trong môi trường ăn mòn nơi tấm thép kỹ thuật điện bị gỉ. Kết quả là, đã phát hiện ra là phương pháp sau có thể đánh giá thích hợp độ chống gỉ. Theo phương pháp này, các giọt chất lỏng nhỏ của các dung dịch natri clorua có nồng độ khác nhau được gắn với lượng 0,5 μ l vào bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện có màng cách ly và được sấy khô, và tấm thép kỹ thuật điện được giữ trong môi trường với nhiệt độ và độ ẩm không đổi là nhiệt độ 50°C và độ ẩm tương đối RH là 90% trong 48 giờ. Trạng thái nhiệt-định ẩm có thể được sử dụng. Sau đó, sự có mặt hoặc không có mặt của gỉ được quan sát, và nồng độ của dung dịch natri clorua mà tấm thép kỹ thuật điện không gỉ được nhận dạng. Độ chống gỉ được đánh giá dựa vào nồng độ của dung dịch natri clorua mà gỉ không tạo ra.

Cụ thể hơn là, theo phương pháp này, sau khi gắn và sấy khô các giọt chất lỏng nhỏ của các dung dịch natri clorua, tấm thép kỹ thuật điện được cho lộ ra môi trường ẩm. Xử lý này tương tự như môi trường

ăn mòn mà tấm thép kỹ thuật điện được lộ ra. Trong môi trường ăn mòn, muối bám vào bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện trong khi lưu trữ, vận chuyển và sử dụng và sau đó muối tan ra do sự tăng độ ẩm. Với nồng độ cao hơn của dung dịch natri clorua, lượng lớn hơn của natri clorua vẫn còn sau khi sấy khô và gi dễ tạo ra. Do đó, bằng cách quan sát trong khi giảm từng bước nồng độ của dung dịch natri clorua, và xác định nồng độ khi gi không tạo ra (dưới đây, đôi khi được gọi là "nồng độ natri clorua giới hạn"), độ chống gi trong môi trường ăn mòn mà tấm thép kỹ thuật điện được lộ ra thực có thể được đánh giá về lượng dựa vào nồng độ natri clorua giới hạn.

Fig.3A đến Fig.3E minh họa các ví dụ về kết quả thử nghiệm bằng phương pháp trên đây. Trong thử nghiệm này, nồng độ của natri clorua là 1,0% khối lượng (Fig.3A), 0,3% khối lượng (Fig.3B), 0,1% khối lượng (Fig.3C), 0,03% khối lượng (Fig.3D), hoặc 0,01% khối lượng (Fig.3E). Như được minh họa trên Fig.3A đến Fig.3E, gi được quan sát khi nồng độ của natri clorua là 1% khối lượng, 0,3% khối lượng, 0,1% khối lượng, hoặc 0,03% khối lượng, và gi không được quan sát khi nồng độ của natri clorua là 0,01% khối lượng. Do đó, nồng độ natri clorua giới hạn của tấm thép kỹ thuật điện là 0,01% khối lượng. Các tác giả sáng chế đã xác nhận là trạng thái gi hiếm khi thay đổi ngay cả khi thời gian giữ trong môi trường với nhiệt độ và độ ẩm không đổi trên 48 giờ.

Fig.4A minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm bằng phương pháp trên đây về tấm thép kỹ thuật điện có màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat, và Fig.4B minh họa ví dụ về kết quả thử nghiệm bằng phương pháp trên đây về tấm thép kỹ thuật điện có màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat. Từng dung dịch mạ chứa nhôm phosphat làm phosphat kim loại đa hóa trị. Trên tấm thép kỹ thuật điện có màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không

chứa chất tạo chelat, gi được quan sát trong trường hợp sử dụng dung dịch natri clorua có nồng độ 0,03% khối lượng như được minh họa trên Fig.4A. Mặt khác, trên tấm thép kỹ thuật điện có màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat, gi không được quan sát thấy ngay cả trong trường hợp sử dụng dung dịch natri clorua có nồng độ 0,2% khối lượng như được minh họa trên Fig.4B.

Như được mô tả trên đây, nồng độ natri clorua giới hạn là cao hơn và độ chống gi tốt hơn có thể thu được trong trường hợp tạo màng cách ly bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat so với trong trường hợp tạo màng cách ly bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat.

Các tác giả sáng chế đã phân tích vùng thành phần trung gian có trong màng cách ly bằng cách sử dụng máy phân tích tia X phân tán năng lượng (JED-2300T được gắn vào TEM (JEM-2100F) được sản xuất bởi JEOL Ltd.) để làm rõ kết cấu của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat. Trong phân tích này, thành phần được đo tại các điểm với đường kính 1 nm để tìm tỷ lệ (% nguyên tử) của P, tỷ lệ (% nguyên tử) của Fe, và tỷ lệ (% nguyên tử) của Al tại điểm và tính $3[Fe]/[P]$ và $3[Al]/[P]$ từ các giá trị này. Kết quả được minh họa trên Fig.5. Fig.5 cũng minh họa, để tham chiếu, $3[Fe]/[P]$ và $3[Al]/[P]$ trong vùng giàu Al và vùng giàu Fe có trong màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat. Trên Fig.5, ● là kết quả đo được của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat và ◆ là kết quả đo được của màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat.

Như được minh họa trên Fig.5, trong màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ chứa chất tạo chelat (●), điều kiện 1 đến điều kiện 3 được thỏa mãn tại tất cả các điểm đo. Mặt khác, trong

màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng dung dịch mạ không chứa chất tạo chelat (◆), một hoặc nhiều điều kiện 1 đến điều kiện 3 không được thỏa mãn tại phần lớn các điểm đo. Xu hướng xuất hiện không chỉ trong nhôm phosphat mà cả trong kẽm phosphat, magiê phosphat, canxi phosphat, stronti phosphat, bari phosphat, titan phosphat, ziriconi phosphat, vanadi phosphat, molybden phosphat, vonfram phosphat, mangan phosphat, và niken phosphat.

Rõ ràng từ phần trên đây là vùng thỏa mãn điều kiện 1 đến điều kiện 3 góp phần tạo độ chống gỉ. Điều kiện 1 đến điều kiện 3 được thỏa mãn trong vùng 50% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly 3 theo phương án của sáng chế. Do đó, theo tám thép kỹ thuật điện 1, độ chống gỉ tốt có thể thu được. Khi tỷ lệ của vùng thỏa mãn điều kiện 1 đến điều kiện 3 nhỏ hơn 50% diện tích, độ chống gỉ thích hợp không thể thu được.

Tốt hơn là một hoặc nhiều điều kiện trong số điều kiện 4 đến điều kiện 6 được thỏa mãn trong vùng 50% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly 3.

$$2,1 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] + \sum_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 3,2 \text{ (điều kiện 4)}$$

$$0,6 \leq \sum_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 1,7 \text{ (điều kiện 5)}$$

$$0,9 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] \leq 2,1 \text{ (điều kiện 6)}$$

Độ chống gỉ tốt có thể thu được mà không cần sử dụng crom hóa trị sáu làm vật liệu thô của màng cách ly 3 bằng tám thép kỹ thuật điện 1 theo phương án. Ví dụ, tám thép kỹ thuật điện 1 thể hiện độ chống gỉ thích hợp ngay cả ở môi trường muối trong đường bay cao trong khi vận chuyển bằng đường biển hoặc tương tự hoặc ở môi trường nóng và ẩm tương ứng với vùng cận nhiệt đới hoặc vùng nhiệt đới. Vì màng cách ly 3 không cần được tạo dày, sự giảm khả năng hàn và đặc tính bịt kín có thể tránh được.

Cần lưu ý rằng phương án trên đây chỉ minh họa các ví dụ cụ thể về thực hiện sáng chế, và phạm vi kỹ thuật của sáng chế không được coi theo cách hạn chế bởi phương án. Cụ thể là, sáng chế có thể được thực hiện trong các dạng khác nhau mà không chệch khỏi bản chất kỹ thuật hoặc các dấu hiệu chính của chúng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các ví dụ về sáng chế sẽ được mô tả. Điều kiện trong các ví dụ là một ví dụ điều kiện được sử dụng để xác nhận tính khả thi và hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn ở một ví dụ điều kiện. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác nhau mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế và đạt được mục đích của sáng chế.

Các tác giả sáng chế chuẩn bị các dung dịch mạ, từng dung dịch mạ gồm phosphat, chất tạo chelat, nhựa hữu cơ và nước được nêu trong Bảng 1 và được phủ vào cả hai bề mặt của vật liệu nền bằng thép kỹ thuật điện và được xử lý nhiệt. Tổng nồng độ (tổng nồng độ ion) của các ion Ca và các ion Mg được chứa trong nước cũng được nêu trong Bảng 1. Điều kiện phủ và điều kiện xử lý nhiệt cũng được nêu trong Bảng 1. Tốc độ gia nhiệt thứ nhất là tốc độ gia nhiệt từ 30°C đến 100°C, và tốc độ gia nhiệt thứ hai là tốc độ gia nhiệt từ 150°C đến 250°C. Vật liệu nền chứa 0,3% khối lượng Si, và chiều dày của vật liệu nền là 0,5 mm. Trong mẫu số 23, màng cách ly được tạo bằng cách sử dụng cromat thay vì phosphat.

[Bảng 1]

Mẫu số	Dung dịch phủ					Điều kiện phủ				Điều kiện xử lý nhiệt			Lưu ý
	PHOSPHAT	NHỰA HỮU CỎ	CHẤT TẠO CHELAT	VẬT LIỆU KHÁC	TỔNG NỒNG ĐỘ ION (ppm)	PHƯƠNG PHÁP	ĐƯỜNG KÍNH TRỤC CÁN (mm)	TỐC ĐỘ PHỤ (m/PHÚT)	CHIỀU DÀY (µm)	TỐC ĐỘ GIA NHIỆT THỨ NHẤT (°C/GIẤY)	TỐC ĐỘ GIA NHIỆT THỨ HAI (°C/GIẤY)	NHIỆT ĐỘ ĐẠT ĐƯỢC (°C)	
1	NHÓM PHOSPHAT	N/A	N/A	N/A	200	CÁN	300	80	1,0	12	10	300	VÍ DỤ SO SÁNH
2	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	N/A	N/A	50	CÁN	300	80	1,0	12	10	300	VÍ DỤ SO SÁNH
3	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	N/A	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	20	300	VÍ DỤ SO SÁNH
4	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC VÀ *1	N/A	N/A	50	CÁN	300	80	1,0	12	10	300	VÍ DỤ SO SÁNH
5	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	200	CÁN	300	80	0,5	12	15	300	VÍ DỤ SO SÁNH
6	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	300	80	0,5	12	10	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
7	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	8	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
8	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	500	60	0,5	12	8	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
9	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	700	60	0,5	12	20	300	VÍ DỤ SO SÁNH
10	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	700	45	0,5	12	30	300	VÍ DỤ SO SÁNH
11	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	300	80	0,5	10	6	280	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
12	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	300	80	0,5	8	15	250	VÍ DỤ SO SÁNH
13	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	300	80	0,5	12	30	180	VÍ DỤ SO SÁNH

14	MAGIẾ PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	10	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
15	CANXI PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	8	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
16	KẼM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	10	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
17	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT OXALIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	10	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
18	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT PHOSPHONIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	10	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
19	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT XITRIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	10	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
20	NHÓM PHOSPHAT	N/A	AXIT GLUCONIC	N/A	50	CÁN	300	80	0,5	12	8	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
21	NHÓM PHOSPHAT	N/A	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	500	60	0,5	12	8	300	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
22	NHÓM PHOSPHAT	ACRYLIC	AXIT GLUCONIC	N/A	50	NHÚNG	-	-	0,5	12	20	300	VÍ DỤ SO SÁNH
23	(MAGIẾ CROMAT)	ACRYLIC	N/A	N/A	100	CÁN	500	60	0,5	12	8	300	VÍ DỤ SO SÁNH
24	NHÓM PHOSPHAT	N/A	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	300	80	0,5	8	8	270	VÍ DỤ SO SÁNH
25	NHÓM PHOSPHAT	N/A	AXIT GLUCONIC	N/A	100	CÁN	300	80	0,5	8	8	300	VÍ DỤ SO SÁNH
26	NHÓM PHOSPHAT VÀ MAGIẾ PHOSPHAT	N/A	AXIT GLUCONIC	AXIT FLOTITANIC	100	CÁN	300	80	0,5	8	8	270	VÍ DỤ SO SÁNH
27	NHÓM PHOSPHAT VÀ MAGIẾ PHOSPHAT	N/A	AXIT GLUCONIC	AXIT FLOTITANIC	100	CÁN	300	80	0,5	8	8	300	VÍ DỤ SO SÁNH

*1: Copolyme của floetylen và hợp chất chứa no etylen

Sau đó, việc phân tích thành phần và đánh giá độ chống gỉ và khả năng hàn của màng cách ly được thực hiện.

Khi phân tích thành phần của màng cách ly, mẫu TEM được chuẩn bị từ từng tấm thép kỹ thuật điện, và [P], [Fe], và [M] được đo tại 30 điểm đo cho từng mẫu bằng cách sử dụng TEM. Việc đo được thực hiện tại 10 điểm, từng điểm dọc theo ba đường quét vuông góc bề mặt (bề mặt được cán) của tấm thép kỹ thuật điện. Khoảng giữa các đường quét là 1000 nm; và khoảng cách của đường quét từ bề mặt của màng cách ly đến giao diện với vật liệu nền được chia đều thành 11 phần trong từng đường quét, và 10 điểm chia trong màng cách ly được coi là các điểm đo. Khoảng đo trong đường quét phụ thuộc vào chiều dày của một phần của màng cách ly nơi đường quét được định vị, và nằm trong khoảng từ khoảng 40 nm đến 60 nm. $3[Fe]/[P]$ và $\Sigma n_M[M]/[P]$ được tính, và tỷ lệ (%) của các điểm đo thỏa mãn ba điều kiện của điều kiện 1 đến điều kiện 3 trong 30 điểm đo được tính. Kết quả được nêu trong Bảng 2. Bảng 2 cũng nêu giá trị trung bình của $\Sigma n_M[M]/[P]$ tại tất cả các điểm đo thỏa mãn ba điều kiện trong từng mẫu. Phần gạch chân trong Bảng 2 thể hiện là giá trị số nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Khi đánh giá độ chống gỉ, chi tiết thử nghiệm được chuẩn bị từ từng tấm thép kỹ thuật điện, các giọt chất lỏng nhỏ của các dung dịch natri clorua có nồng độ khác nhau được gắn với lượng 0,5 μ l vào bề mặt của chi tiết thử nghiệm và được sấy khô, và chi tiết thử nghiệm được giữ trong môi trường với nhiệt độ và độ ẩm không đổi là nhiệt độ 50°C và độ ẩm tương đối RH là 90% trong 48 giờ. Các nồng độ của các dung dịch natri clorua là 0,001% khối lượng, 0,01% khối lượng, 0,02% khối lượng, 0,03% khối lượng, 0,10% khối lượng, 0,20% khối lượng, 0,30% khối lượng, và 1,0% khối lượng. Sau đó, sự có mặt hoặc không có mặt của gỉ được quan sát, và nồng độ natri clorua (NaCl) giới hạn của từng chi tiết thử nghiệm được nhận dạng.

Kết quả cũng được nêu trong Bảng 2.

Khi đánh giá khả năng hàn, dòng điện hàn là 120A, La-W (ϕ 2,4 mm) được sử dụng làm điện cực, khe là 1,5 mm, tốc độ chảy của khí Ar là 6l/phút, và áp suất kẹp là 50 kg/cm², hàn được thực hiện tại các tốc độ hàn khác nhau. Sau đó, tốc độ hàn lớn nhất tại đó lỗ thối không được tạo ra được xác định. Kết quả cũng được nêu trong Bảng 2.

[Bảng 2]

MẪU SỐ	MÀNG CÁCH LY	ĐỘ CHỐNG GI	ĐỘ HÀN	LƯU Ý
	TỶ LỆ CÁC ĐIỂM ĐO THỎA MẮN BA ĐIỀU KIỆN (%)	NỒNG ĐỘ NATRI CLORUA GIỚI HẠN (% khối lượng)	TỐC ĐỘ HÀN LỚN NHẤT (cm/phút)	
1	<u>20</u>	0,02	100	VÍ DỤ SO SÁNH
2	<u>30</u>	0,02	50	VÍ DỤ SO SÁNH
3	<u>30</u>	0,01	100	VÍ DỤ SO SÁNH
4	<u>30</u>	0,03	50	VÍ DỤ SO SÁNH
5	<u>30</u>	0,02	100	VÍ DỤ SO SÁNH
6	85	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
7	95	0,30	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
8	85	0,30	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
9	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
10	<u>25</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
11	80	0,10	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
12	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
13	<u>30</u>	0,02	100	VÍ DỤ SO SÁNH
14	80	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
15	80	0,30	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
16	75	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
17	80	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
18	75	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
19	80	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
20	90	0,20	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
21	90	0,10	100	VÍ DỤ THEO SÁNG CHẾ
22	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
23	KHÔNG CHỨA P	0,30	100	VÍ DỤ SO SÁNH
24	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
25	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
26	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH
27	<u>30</u>	0,03	100	VÍ DỤ SO SÁNH

Như được nêu trong Bảng 2, cả nồng độ natri clorua giới hạn là 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn và tốc độ hàn là 100 cm/phút thu được trong các mẫu số 6 đến 8, 11, 14 đến 21 trong khoảng của sáng chế. Nói cách khác, độ chống gi tốt và khả năng hàn thu được.

Nồng độ natri clorua giới hạn là 0,03% khối lượng hoặc nhỏ hơn hoặc tốc độ hàn là 50 cm/phút trong các mẫu số 1 đến 5, 9 đến 10, 12 đến 13, 22, 24 đến 27. Nói cách khác, độ chống gỉ hoặc khả năng hàn hoặc cả hai đều thấp.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế ứng dụng được, ví dụ, trong công nghiệp sản xuất tấm thép kỹ thuật điện và công nghiệp sử dụng tấm thép kỹ thuật điện.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép kỹ thuật điện, bao gồm:

vật liệu nền bằng thép kỹ thuật điện; và

màng cách ly được tạo trên bề mặt của vật liệu nền,

trong đó ba điều kiện dưới đây được thỏa mãn trong vùng bao gồm 75% diện tích hoặc lớn hơn của mặt cắt ngang song song với phương chiều dày của màng cách ly khi [P], [Fe] và [M] được đo tại nhiều điểm đo của màng cách ly bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử truyền qua (transmission electron microscope – TEM),

$$1,8 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] + \sum n_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 3,6 \text{ (điều kiện 1),}$$

$$0,6 \leq \sum n_{\text{M}}[\text{M}]/[\text{P}] \leq 2,4 \text{ (điều kiện 2), và}$$

$$0,6 \leq 3[\text{Fe}]/[\text{P}] \leq 2,4 \text{ (điều kiện 3),}$$

trong đó [Fe] là tỷ lệ (% nguyên tử) của Fe, [P] là tỷ lệ (% nguyên tử) của P, [M] là tỷ lệ (% nguyên tử) của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg và Ca, và n_{M} là hóa trị của từng nguyên tố trong số Al, Zn, Mg và Ca.

2. Tấm thép kỹ thuật điện theo điểm 1, trong đó màng cách ly chứa nhựa hữu cơ.

FIG. 1

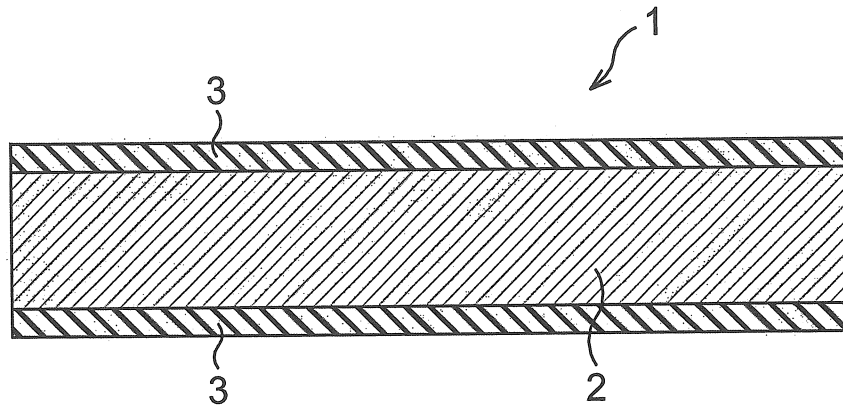


FIG. 2A

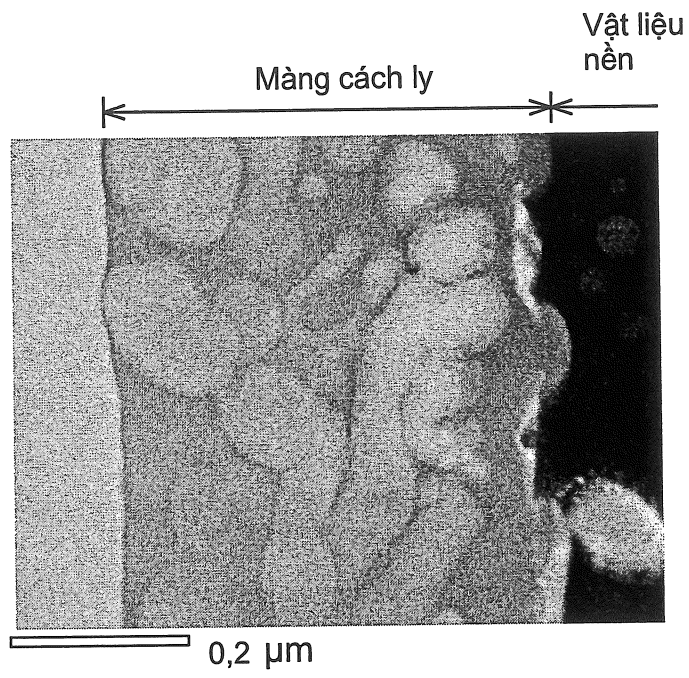


FIG. 2B

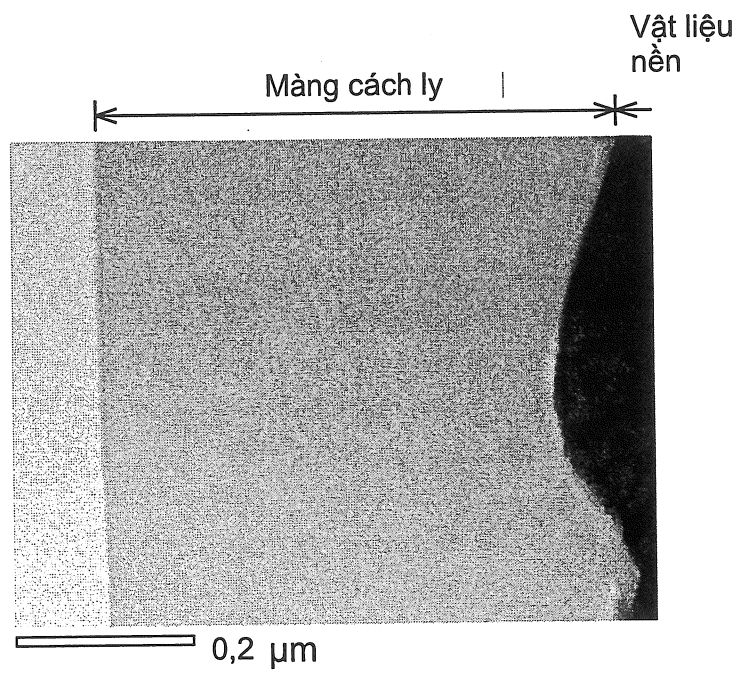
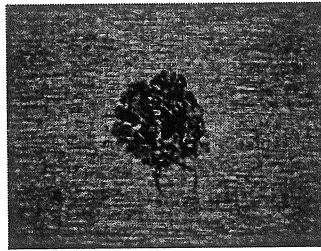
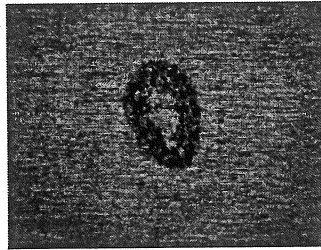


FIG. 3A



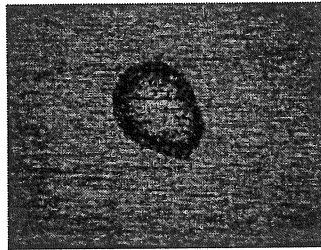
1,0%

FIG. 3B



0,3%

FIG. 3C



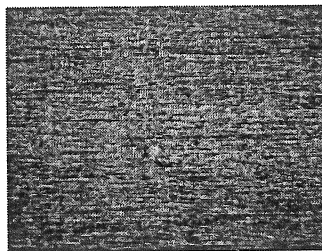
0,1%

FIG. 3D



0,03%

FIG. 3E



0,01%

FIG. 4A

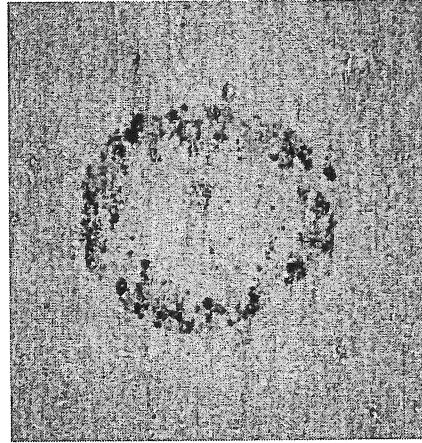


FIG. 4B

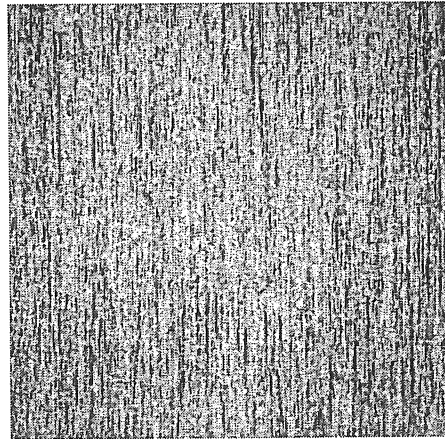


FIG. 5

