



(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



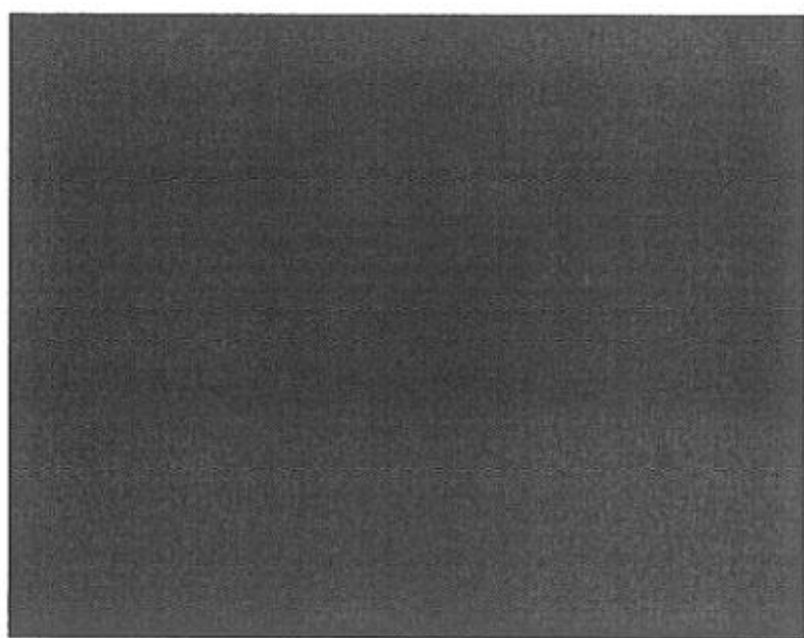
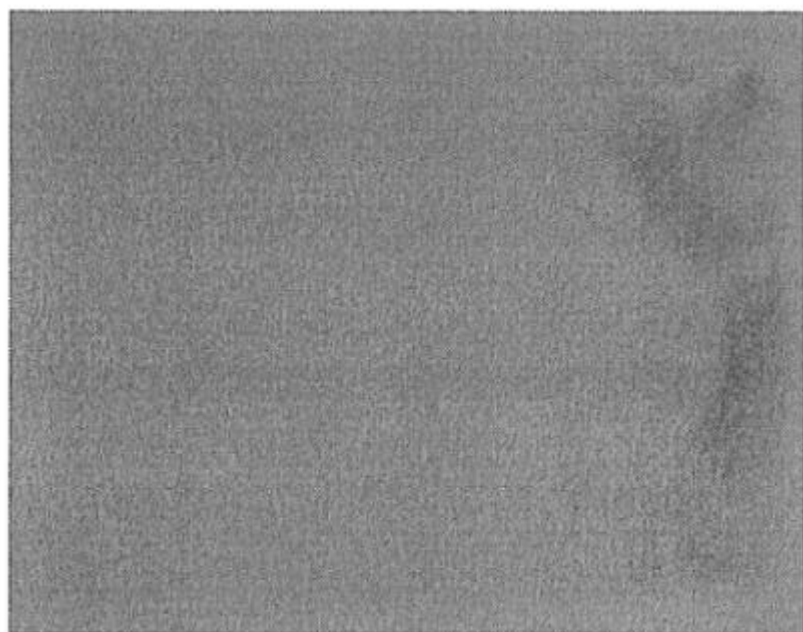
1-0026402

(51)<sup>7</sup> C23C 2/06; B32B 15/095; B32B 9/00; (13) B  
C22C 18/00; C22C 18/02; C22C 18/04;  
C23C 8/18; C23C 2/12; C23C 2/26;  
C23C 28/00; C23C 8/02; C23C 8/16;  
B32B 15/01; C22C 38/00

- 
- (21) 1-2014-03541 (22) 23/04/2013  
(86) PCT/JP2013/002717 23/04/2013 (87) WO 2013/161268 31/10/2013  
(30) 2012-100449 25/04/2012 JP; 2013-062233 25/03/2013 JP  
(45) 25/11/2020 392 (43) 26/01/2015 322A  
(73) NIPPON STEEL NISSHIN CO., LTD. (JP)  
3-4-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8366 Japan  
(72) Tadashi NAKANO (JP); Masaya YAMAMOTO (JP); Hirofumi TAKETSU (JP).  
(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)
- 

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP MẠ ĐEN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT PHẨM ĐƯỢC TẠO THÀNH TỪ TẤM THÉP MẠ ĐEN NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen và phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen. Tấm thép mạ đen này có khả năng hóa đen trong thời gian ngắn, và có khả năng duy trì vẻ bề ngoài màu đen sau khi xử lý gia công rất tốt. Để làm tấm nền, tấm này được sử dụng là tấm thép mạ kẽm chứa Al và Mg nóng chảy và có lớp mạ kẽm chứa Al và Mg nóng chảy, chứa Al với lượng từ 1,0 đến 22,0% khối lượng, và Mg với lượng từ 1,5 đến 10,0% khối lượng trong toàn bộ lớp. Lớp mạ này hóa đen bằng cách cho tấm thép mạ nóng tiếp xúc với hơi nước bên trong buồng kín. Khi thực hiện, nồng độ của oxy trong buồng kín là 13% hoặc thấp hơn.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen và phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen này.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Trong lĩnh vực như vật liệu lợp và vật liệu ốp ngoài của các tòa nhà, đồ gia dụng và xe ô tô, nhu cầu đối với tấm thép có màu đen đang tăng lên do quan điểm thiết kế và v.v.. Bề mặt của tấm thép có thể được sơn đen bằng cách phủ một lớp vật liệu phủ màu đen lên bề mặt của tấm thép để tạo ra lớp màng phủ màu đen. Tuy nhiên, trong lĩnh vực nêu trên, tấm thép được mạ, chẳng hạn như mạ kẽm nhúng nóng, thì lớp mạ kẽm chứa nhôm nhúng nóng, và lớp mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng được sử dụng trong nhiều trường hợp từ quan điểm về khả năng chống ăn mòn. Tấm thép mạ có bề mặt bóng kim loại với màu xám bạc. Do đó, để thu được thiết kế chất lượng với vẻ bề ngoài màu đen nhờ ứng dụng vật liệu phủ màu đen, cần có một lớp phủ dày để che giấu màu sắc của tấm thép mạ, dẫn đến chi phí sơn phủ cao. Hơn nữa, màng phủ dày ngăn cản việc hàn điện trở, chẳng hạn như hàn điểm, mà đó là một nhược điểm khác.

Để làm phương pháp che giấu độ bóng kim loại với màu xám bạc của tấm thép mạ mà không cần tạo ra màng phủ màu đen, phương pháp tự hóa đen lớp phủ đã được đề xuất (ví dụ, tham khảo tài liệu PTL 1). PTL 1 bộc lộ phương pháp tạo ra lớp màu đen mỏng ở bề mặt lớp mạ bằng cách thổi hơi nước ở nhiệt độ cao lên tấm thép mạ kẽm chứa nhôm nhúng nóng trong thời gian 24 giờ hoặc lâu hơn. Theo phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen được mô tả trong PTL 1, lớp mạ chứa các nguyên tố thúc đẩy hóa đen chẳng hạn như Mg, Cu và Bi. Tuy nhiên, được mô tả là hàm lượng các nguyên tố thúc đẩy hóa đen lớn hơn 1% sẽ ức chế sự oxy hóa của Zn, dẫn đến giảm hiệu quả thúc đẩy hóa đen.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số SHO 64-56881

## Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các nhược điểm trong phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen được mô tả trong PTL 1 là khi lớp mạ được hóa đen trong toàn bộ độ dày, thì lớp mạ bị giòn và dễ vỡ do giảm độ kết dính và do đó không thể tạo ra được lớp màu đen dày. Do đó, trong tấm thép mạ đen được sản xuất theo phương pháp được mô tả trong PTL 1, khi bề mặt của lớp mạ bị xước do gia công hoặc tương tự, thì màu trắng bạc là màu của chính lớp mạ bị lộ ra làm hỏng vẻ bề mặt ngoài, và do đó tấm thép mạ đen không thể chịu gia công nặng. Ngoài ra, một vấn đề hạn chế khác nữa trong phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen được mô tả trong PTL 1 là việc xử lý hóa đen mất nhiều thời gian.

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen có khả năng hóa đen trong thời gian ngắn và có khả năng duy trì vẻ bề ngoài màu đen sau khi gia công rất tốt. Ngoài ra, mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen này.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, có thể giải quyết các nhược điểm nêu trên bằng cách sử dụng, để làm tấm nền, tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% khối lượng và cho tấm thép mạ này tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín, và thực hiện các nghiên cứu khác để hoàn tất sáng chế.

Cụ thể, mục đích thứ nhất của sáng chế là đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen sau đây.

[1] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen, phương pháp này bao gồm các bước: chuẩn bị tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, lớp này chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% khối lượng; và cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín, trong đó nồng độ oxy trong buồng kín là 13% hoặc thấp hơn.

[2] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [1], trong đó phương pháp còn bao gồm bước tạo màng phủ vô cơ trên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và

nhôm nhúng nóng.

[3] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [2], trong đó màng phủ vô cơ bao gồm một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm chỉ gồm có oxit của kim loại van, oxoat của kim loại van, hydroxit của kim loại van, phosphat của kim loại van, và florua của kim loại van.

[4] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [3], trong đó kim loại van là một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm chỉ gồm có Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Si, và Al.

[5] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [1], trong đó phương pháp này còn bao gồm bước tạo màng phủ nhựa hữu cơ trên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng.

[6] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [5], trong đó nhựa hữu cơ có mặt trong màng phủ nhựa hữu cơ là nhựa nền uretan thu được bằng phản ứng của các polyol gồm có polyol nền ete và polyol nền este với polyisoxyanat, tỷ lệ polyol nền ete trong các polyol là từ 5 đến 30% khối lượng.

[7] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [6], trong đó màng phủ nhựa hữu cơ còn chứa phenol đã hóa trị.

[8] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [5] đến [7], trong đó màng phủ nhựa hữu cơ bao gồm a chất bôi trơn.

[9] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [5] đến [8], trong đó màng phủ nhựa hữu cơ chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm chỉ gồm có oxit của kim loại van, oxoat của kim loại van, hydroxit của kim loại van, phosphat của kim loại van, và florua của kim loại van.

[10] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo [9], trong đó kim loại van là một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm chỉ gồm có Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Si, và Al.

[11] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [5] đến [10], trong đó màng phủ nhựa hữu cơ là lớp được tạo lớp hoặc lớp phủ.

[12] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [5] đến [11], trong đó màng phủ nhựa hữu cơ là lớp phủ trong.

Ngoài ra, khía cạnh thứ hai của sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen sau đây.

[13] Phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen, phương pháp này bao gồm các bước: chuẩn bị tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, lớp này chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% khối lượng; cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín; và tạo hình tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trước hoặc sau khi cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước, trong đó nồng độ oxy trong buồng kín là 13% hoặc thấp hơn.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, tấm thép mạ đen có vẻ bề ngoài màu đen với đặc tính thiết kế rất tốt, tấm thép mạ đen có khả năng duy trì vẻ bề ngoài màu đen sau khi xử lý gia công rất tốt, và có thể sản xuất vật phẩm từ đó trong thời gian ngắn. Tấm thép mạ đen được sản xuất theo sáng chế rất tốt về mặt thiết kế, khả năng giữ màu, khả năng tạo hình nén, và khả năng chống ăn mòn, có thể ứng dụng làm tấm thép mạ để, ví dụ, làm vật liệu lợp và vật liệu ốp ngoài cho các tòa nhà, đồ gia dụng và xe ô tô.

**Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1A là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét minh họa mặt cắt ngang của lớp mạ của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trước khi xử lý bằng hơi nước, và Fig.1B là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét minh họa mặt cắt ngang của lớp mạ của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng sau khi xử lý bằng hơi nước;

Fig.2A là ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học mặt cắt ngang của lớp mạ của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng sau khi xử lý bằng hơi nước, và Fig.2B là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét mặt cắt ngang trong phạm vi tương tự như ở Fig.2A;

Fig.3A là ảnh chụp minh họa bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng sau khi xử lý bằng hơi nước trong hệ thống mở, và Fig.3B là ảnh chụp

minh họa bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng sau khi xử lý bằng hơi nước trong hệ thống kín; và

Fig.4 là hình vẽ sơ lược minh họa trạng thái tạo lớp của các mẫu tấm thép mạ và các tấm đệm trong Ví dụ thử nghiệm 3.

### Mô tả chi tiết sáng chế

#### 1. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen

Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo sáng chế bao gồm các bước: 1) bước thứ nhất là chuẩn bị tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng; và 2) bước thứ hai là cho tấm thép mạ kẽm chứa Al và Mg tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín. Phương pháp này còn bao gồm: 3) bước thứ ba là tạo ra màng phủ vô cơ hoặc màng phủ nhựa hữu cơ trên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, trước hoặc sau bước thứ hai như là một bước tùy chọn.

#### Bước thứ nhất

Tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trong đó lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng (sau đây được gọi là "lớp mạ") được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền được chuẩn bị trong bước thứ nhất.

(Tấm thép nền)

Loại tấm thép nền không bị giới hạn cụ thể. Để làm tấm thép nền, ví dụ tấm thép bao gồm thép cacbon thấp, thép cacbon trung bình, thép cacbon trung cao, thép hợp kim hoặc tương tự có thể được sử dụng. Trong trường hợp đòi hỏi khả năng tạo hình nén tốt, tấm thép để vuốt sâu bao gồm thép cacbon thấp có bổ sung Ti, thép cacbon thấp có bổ sung Nb, hoặc tương tự được ưu tiên sử dụng làm tấm thép nền. Ngoài ra, tấm thép có độ bền cao trong đó có bổ sung P, Si, Mn, hoặc tương tự cũng có thể được sử dụng.

#### Lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng

Là tấm nền để sử dụng trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và 10% khối lượng hoặc ít hơn được sử dụng. Tốt hơn là, tấm thép mạ kẽm chứa magie

và nhôm nhúng nóng được sử dụng, bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng còn chứa pha Al đơn dưới dạng kết cấu kim loại của lớp mạ. Thuật ngữ "pha Al đơn" có nghĩa là pha Al không có cấu trúc otecti, chẳng hạn như pha Al" với Zn ở trạng thái dung dịch rắn. Pha Al đơn là, ví dụ, Al" cơ bản. Al và Mg là các nguyên tố cải thiện khả năng chống ăn mòn của tấm thép mạ kẽm, và là các nguyên tố cần cho quá trình hóa đen theo sáng chế như sẽ được mô tả sau. Trong trường hợp hàm lượng Al hoặc hàm lượng Mg nhỏ hơn giá trị giới hạn dưới, không thu được đủ khả năng chống ăn mòn. Mặt khác, trong trường hợp hàm lượng Al hoặc hàm lượng Mg lớn hơn giá trị giới hạn trên, không thể thu được tấm thép mạ đẹp do tạo ra quá mức các oxit (gỉ) trên bề mặt mạ trong khi sản xuất tấm thép mạ.

Lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có thành phần được mô tả ở trên bao gồm cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg. Khi quan sát mặt cắt ngang của lớp mạ, ví dụ, như trên Fig.1A và Fig.1B, thành phần của cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg trong toàn bộ mặt cắt ngang là khác nhau phụ thuộc vào thành phần lớp mạ. Trong hệ ba thành phần Zn-Al-Mg, thành phần otecti bao gồm khoảng 4% khối lượng là Al và khoảng 3% khối lượng là Mg. Trong trường hợp thành phần lớp mạ gần với thành phần otecti, theo đó, cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg là pha có diện tích lớn nhất trong mặt cắt ngang của lớp mạ, có tỷ lệ diện tích khoảng 80%. Tuy nhiên, tỷ lệ diện tích làm giảm thành phần xuất phát từ thành phần otecti, sao cho pha khác ngoài cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg có thể có tỷ lệ diện tích lớn nhất trong một số trường hợp. Phụ thuộc vào thành phần lớp mạ, lớp mạ kẽm chứa Al và Mg nhúng nóng còn bao gồm Al" cơ bản. Hình ảnh sơ lược mặt cắt ngang của lớp mạ có thành phần lớp mạ với hàm lượng Al là 6,0% khối lượng, hàm lượng Mg là 3,0% khối lượng, và cân bằng Zn được minh họa, ví dụ, trên Fig.1A. Trong lớp mạ, cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg (được biểu diễn là "Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg" trên hình vẽ) và cấu trúc tinh thể cơ bản của Al (được biểu diễn là "Al" cơ bản" trên hình vẽ) được trộn lẫn. Al" cơ bản có thể được phân biệt rõ từ pha Al có cấu trúc otecti ba thành phần khi quan sát bằng kính hiển vi. Phụ thuộc vào thành phần lớp mạ, tinh thể cơ bản của lớp mạ có thể được tạo ra là pha Zn, pha Zn<sub>2</sub>Mg, hoặc pha Mg<sub>2</sub>Si, thay cho pha Al.

Như được minh họa trên Fig.1A, các pha riêng rẽ (pha Al, pha Zn, và pha Zn<sub>2</sub>Mg) tạo thành cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg, mỗi pha có kích thước



và hình dáng không đều, và được kết hợp với pha khác. Pha Zn (vùng màu xám nhạt trong cấu trúc otecti ba thành phần trên Fig.1A) trong cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg là dung dịch rắn Zn tạo ra dung dịch rắn chứa một lượng nhỏ Al và còn tạo ra dung dịch rắn với Mg phụ thuộc vào từng trường hợp. Pha Zn<sub>2</sub>Mg trong cấu trúc otecti ba thành phần (vùng màu xám đậm trong cấu trúc otecti ba thành phần trên Fig.1A và vùng được phân bố ở dạng lớp giữa các pha Zn) là pha hợp chất liên kim loại xuất hiện ở gần điểm nơi mà lượng Zn là khoảng 84% khối lượng trong sơ đồ cân bằng hai thành phần Zn-Mg.

Ngoài ra, pha Al và pha Al trong tinh thể cơ bản trong cấu trúc otecti ba thành phần được xuất phát từ pha Al'' (dung dịch rắn Al tạo dung dịch rắn chứa Zn và chứa một lượng nhỏ Mg) ở nhiệt độ cao trong sơ đồ cân bằng ba thành phần Al-Zn-Mg. Pha Al'' ở nhiệt độ cao thường xuất hiện tác biệt dưới dạng pha Al mịn và pha Zn mịn ở nhiệt độ thường. Pha Al mịn và pha Zn mịn trong cấu trúc otecti ba thành phần được phân tán trong pha Zn<sub>2</sub>Mg.

Sản xuất tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng

Tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có thể được sản xuất bằng cách, ví dụ, chuẩn bị dung dịch mạ nhúng nóng chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng, Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và 10% khối lượng, và cân bằng Zn, nhúng tấm thép nền trong dung dịch mạ nhúng nóng, và sau đó kéo tấm thép nền lên để tạo lớp mạ nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép nền.

Ngoài ra, có thể bổ sung thêm Si giúp ngăn cản sự phát triển của lớp hợp kim Al-Fe ở bề mặt tiếp xúc của tấm thép nền và lớp mạ vào dung dịch mạ trong khoảng từ 0,005% khối lượng đến 2,0% khối lượng để cải thiện độ bám dính của tấm thép nền với lớp mạ. Trong trường hợp, đôi khi xảy ra hiện tượng pha Mg<sub>2</sub>Si quan sát được là kết cấu kim loại trong lớp mạ. Khi nồng độ của Si vượt quá 2,0% khối lượng, có nguy cơ oxit nền Si ức chế quá trình hóa đen được tạo ra tại bề mặt của lớp mạ.

Ngoài ra, Ti, B, hợp kim Ti-B, hợp chất chứa Ti, hoặc hợp chất chứa B có thể được thêm vào dung dịch mạ để ức chế sự hình thành và phát triển pha Zn<sub>11</sub>Mg<sub>2</sub> gây ảnh hưởng xấu đến vẻ bề ngoài và khả năng chống ăn mòn. Tốt nhất là thiết lập hàm lượng các hợp chất được thêm vào nằm trong khoảng từ 0,001% khối lượng đến 0,1%

khối lượng đối với Ti, và nằm trong khoảng từ 0,0005% khối lượng đến 0,045% khối lượng đối với B. Khi thêm quá nhiều Ti hoặc B, có nguy cơ xảy ra hiện tượng kết tủa trong lớp mạ. Ngoài ra, việc bổ sung Ti, B, hợp kim Ti-B, hợp chất chứa Ti, hoặc hợp chất chứa B gây ảnh hưởng một chút đến việc hóa đen do xử lý bằng hơi nước.

Ngoài ra, theo phần mô tả này, giá trị hàm lượng mỗi thành phần trong lớp mạ là giá trị thu được bằng cách chia khối lượng mỗi thành phần kim loại trong lớp mạ cho tổng khối lượng của các kim loại chứa trong lớp mạ và được biểu diễn dưới dạng phần trăm. Nghĩa là, khối lượng của oxy và khối lượng của nước có trong các oxit hoặc các hydroxit không được đưa vào như là thành phần trong lớp mạ. Do đó, trong trường hợp không xảy ra hiện tượng rửa trôi thành phần kim loại trong khi xử lý bằng hơi nước, giá trị hàm lượng của mỗi thành phần trong lớp mạ trước và sau khi xử lý bằng hơi nước không thay đổi.

Độ dày của lớp mạ không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên, tốt hơn nếu là độ dày lớp mạ nằm trong khoảng từ 3 đến 100  $\mu\text{m}$ . Trong trường hợp độ dày lớp mạ nhỏ hơn 3  $\mu\text{m}$ , có khả năng xảy ra việc vết xước sẽ chạm đến tấm thép nền trong khi xử lý gia công, và do đó có nguy cơ làm giảm khả năng chống ăn mòn và khả năng duy trì vẻ bề ngoài màu đen. Mặt khác, khi độ dày lớp mạ vượt quá 100  $\mu\text{m}$ , có nguy cơ lớp mạ và tấm thép nền bị tách khỏi nhau ở phần được xử lý vì độ dẻo của lớp mạ khác với độ dẻo của tấm thép nền khi lớp mạ và tấm thép nền bị nén.

#### Bước thứ hai

Tấm thép mạ được chuẩn bị trong bước thứ nhất được tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín để hóa đen lớp mạ trong bước thứ hai. Bằng cách cho tấm thép mạ kèm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín, có thể làm giảm độ sáng bề mặt (giá trị  $L^*$ ) của lớp mạ đến 60 hoặc thấp hơn (tốt hơn là 40 hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là 35 hoặc thấp hơn). Độ sáng bề mặt (giá trị  $L^*$ ) của lớp mạ được đo bằng phương pháp phản xạ quang phổ theo chuẩn JIS K 5600 sử dụng dụng cụ đo sự chênh lệch phổ màu.

Khi tấm thép mạ được cho tiếp xúc với hơi nước trong bước thứ hai, oxit màu đen được tạo ra trong lớp mạ (xem Fig.2A). Ở đây, "trong lớp mạ" bao gồm cả bề mặt lớp mạ và ở bên trong lớp mạ. Cơ chế mà oxit màu đen được tạo ra không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên, cơ chế được ưu tiên là như sau.

Oxit của Al và Mg, là các nguyên tố có thể oxy hóa dễ dàng, có mặt tại bề mặt của lớp mạ. Khi bắt đầu xử lý bằng hơi nước, lớp oxit hóa ở bề mặt phản ứng với  $H_2O$  để tạo ra hydroxit ở vị trí thứ nhất, và  $H_2O$  đi qua lớp oxit để phản ứng với kim loại trong lớp mạ. Ở thời điểm này, Zn có trong pha  $Zn_2Mg$  cấu thành nên cấu trúc octeti ba thành phần được ưu tiên oxy hóa. Quá trình oxy hóa Zn chứa trong pha  $Zn_2Mg$  diễn ra ở sâu trong lớp mạ theo thời gian. Dưới môi trường hơi nước với thế oxy thấp, Mg ở lân cận các oxit kẽm hoạt động mạnh với oxy, chiếm lấy oxy của các oxit Zn để tạo ra các oxit Mg. Do đó, có thể xem coi là oxit kẽm được biến đổi thành oxit loại thiếu hụt oxy với thành phần không hợp thức (ví dụ  $ZnO_{1-x}$ ). Khi oxit loại thiếu hụt oxy được tạo ra như được mô tả ở trên, ánh sáng bị giữ lại ở phần thiếu hụt đó, và do đó oxit có vẻ bề ngoài màu đen. Do đó, phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo sáng chế cho phép thúc đẩy sự hóa đen do hàm lượng Mg trong lớp mạ tăng lên, đây là điều khác biệt so với tấm thép mạ đen theo PTL 1. Mặt khác, phản ứng oxy hóa Zn chứa trong pha Zn diễn ra chậm, sao cho phần lớn Zn vẫn ở dạng kim loại. Kết quả là, lớp mạ của tấm thép mạ đen thu được theo sáng chế bao gồm kết cấu kim loại của các oxit kẽm màu đen xuất phát từ các pha  $Zn_2Mg$  được phân bố ở dạng lớp. Phụ thuộc vào thành phần lớp mạ và các điều kiện làm lạnh của lớp mạ, các pha  $Zn_{11}Mg_2$  cũng có thể tồn tại trong lớp mạ trong một số trường hợp. Trong trường hợp này, Zn có trong pha  $Zn_{11}Mg_2$  cũng được oxy hóa, và Mg tồn tại trong vùng lân cận chiếm lấy oxy, để tạo ra các oxit kẽm thiếu hụt oxy có màu đen.

Trong trường hợp lớp mạ có các pha đơn Al, các oxit kẽm màu đen phát triển bên trong lớp mạ trong thời gian ngắn hơn. Al phản ứng với  $H_2O$  mạnh hơn so với Zn và Mg. Kết quả là, Al kim loại tiến đến tiếp xúc nhanh chóng với hơi nước ở nhiệt độ cao để tạo ra các oxit. Sau khi Al chứa trong pha đơn Al nhanh chóng bị oxy hóa, sự oxy hóa Zn có trong pha  $Zn_2Mg$  nằm dưới diễn ra ở sâu trong lớp mạ. Pha đơn Al do đó có chức năng như là “kênh dẫn” để thúc đẩy sự oxy hóa Al bên trong lớp mạ. Kết quả là, sự có mặt của pha đơn Al trong lớp mạ cho phép tạo ra các oxit kẽm màu đen trong lớp mạ trong thời gian ngắn hơn. Xem trên Fig.1B, thể hiện độ sâu nơi các oxit kẽm màu đen tồn tại là khác nhau giữa vùng có pha đơn Al (Al” cơ bản) và vùng không có pha đơn Al.

Theo phương pháp sản xuất trong PTL 1, chỉ có bề mặt của lớp mạ được hóa đen do sự tạo ra các tinh thể kim của  $ZnO_{1-x}$ . Mặt khác, trong phương pháp sản xuất tấm

thép mạ đen theo sáng chế, lớp oxit màu đen được tạo ra trên bề mặt lớp mạ, và các oxit kẽm màu đen được phân tán bên trong lớp mạ, xét đến cơ chế phản ứng được mô tả ở trên. Do đó, trong tấm thép mạ đen được sản xuất bằng phương pháp sản xuất theo sáng chế, ngay cả khi có vết xước trong lớp mạ khi xử lý gia công, thì vẫn giữ được vẻ bề ngoài màu đen. Điều này được xác nhận bằng cách quan sát mặt cắt ngang của lớp mạ bằng kính hiển vi quang học (xem Fig.2A), hoặc bằng cách loại bỏ các kim loại Zn, Al và Mg trong lớp mạ bằng cách tạo hỗn hống sử dụng dung dịch  $\text{HgCl}_2$  để chỉ thu lấy các oxit có mặt trong lớp mạ có màu đen. Đồng thời, oxit màu đen được phân tán trong lớp mạ có thể được hóa đen vào bên trong hoặc chỉ ở bề mặt của nó.

Khi có mặt oxy trong không khí khi tiến hành xử lý bằng hơi nước trong bước thứ hai, không thể hóa đen đủ. Có thể suy ra rằng điều này là vì khi tiến hành xử lý bằng hơi nước trong không khí, không khí chứa lượng lớn oxy, dẫn đến tạo ra cacbonat nhôm kẽm cơ bản có màu xám ở lớp bề mặt được ưu tiên hơn so với tạo ra oxit kẽm loại thiếu hụt oxy có màu đen. Do đó, cần tiến hành xử lý bằng hơi nước cùng với giảm nồng độ oxy (áp suất phần oxy) trong không khí trong bước thứ hai. Cụ thể, tốt nhất là nồng độ oxy trong khí xử lý bằng hơi nước là 13% hoặc thấp hơn. Phương pháp làm giảm nồng độ oxy trong không khí không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, nồng độ hơi nước (độ ẩm tương đối) có thể tăng lên, không khí trong buồng kín được thay thế bằng khí trơ, hoặc không khí trong buồng kín được loại bỏ bằng bơm chân không hoặc tương tự. Trong trường hợp bất kỳ, cần tiến hành xử lý bằng hơi nước trong buồng kín.

Trong phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen được mô tả trong PTL 1, hơi nước ở nhiệt độ cao được phun lên bề mặt của tấm thép mạ. Theo đó, tác giả sáng chế tin rằng việc xử lý bằng hơi nước được thực hiện trong hệ thống mở với nồng độ oxy không thể điều chỉnh được. Tuy nhiên, xử lý bằng hơi nước tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng được chuẩn bị ở bước thứ nhất trong hệ thống mở trong đó nồng độ oxy không thể điều chỉnh được không đủ để hóa đen lớp mạ. Fig.3A và Fig.3B là các ảnh chụp minh họa các kết quả xử lý bằng hơi nước của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có thành phần lớp mạ với hàm lượng Al là 6,0% khối lượng, hàm lượng Mg là 3,0% khối lượng. Fig.3A là ảnh chụp minh họa tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng sau khi phun hơi nước ở nhiệt độ 98°C trong thời gian 60 giờ trong hệ mở với nồng độ oxy lớn hơn 13% (giá trị  $L^*$ : 62). Fig.

3B là ảnh chụp minh họa tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng sau khi tiếp xúc với hơi nước ở nhiệt độ 140°C trong thời gian 4 giờ trong hệ kín với nồng độ oxy là 13% hoặc thấp hơn (giá trị  $L^*$ : 32). Các ảnh chụp chỉ ra rằng việc xử lý bằng hơi nước được đòi hỏi thực hiện trong hệ kín với nồng độ oxy có thể được điều chỉnh để hóa đen đủ lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% khối lượng.

#### Nhiệt độ xử lý

Tốt hơn nếu nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 50°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 350°C. Khi nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước dưới 50°C, tốc độ hóa đen chậm và năng suất giảm. Ngoài ra, khi nước được đun nóng đến nhiệt độ 100°C hoặc cao hơn trong buồng kín, áp suất trong buồng là 1 atm hoặc cao hơn và nồng độ oxy trong khí quyển dễ bị hạ xuống, và do đó, tốt hơn là nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước là 100°C hoặc cao hơn. Mặt khác, khi nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước vượt quá 350°C, thì khó điều khiển tốc độ hóa đen do tốc độ hóa đen rất cao. Ngoài ra, khi nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước vượt quá 350°C, không chỉ đòi hỏi thiết bị xử lý phải có kích thước lớn, mà còn đòi hỏi tổng thời gian xử lý kéo dài bao gồm thời gian để nâng và hạ nhiệt độ kéo dài, mà điều này là không có lợi. Do đó, từ các quan điểm loại bỏ oxy trong khí quyển và điều khiển tốc độ hóa đen, thì nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 100°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 200°C được ưu tiên.

Trong trường hợp muốn giảm nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước xuống dưới 100°C, khí trơ có thể được bơm vào buồng kín để ngăn việc trộn lẫn oxy bằng cách thiết lập áp suất trong buồng bằng áp suất khí quyển hoặc cao hơn. Loại khí trơ không bị giới hạn cụ thể miễn là không ảnh hưởng đến phản ứng hóa đen. Các ví dụ về khí trơ bao gồm Ar, N<sub>2</sub>, He, Ne, Kr và Xe. Trong số các chất này, Ar, N<sub>2</sub> và He có sẵn với chi phí thấp được ưu tiên. Ngoài ra, việc xử lý bằng hơi nước có thể được thực hiện sau khi loại bỏ không khí ra khỏi bình nhờ bơm chân không hoặc tương tự.

#### Độ ẩm tương đối

Tốt hơn nếu độ ẩm tương đối của hơi nước trong xử lý bằng hơi nước là trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 30% và nhỏ hơn hoặc bằng 100%, tốt hơn nếu nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 30% và nhỏ hơn 100%. Trong trường hợp độ ẩm tương đối của hơi nước dưới 30%, tốc độ hóa đen chậm và năng suất bị giảm xuống. Ngoài ra, trong trường hợp độ ẩm tương đối của hơi nước bằng 100% thì có thể có nguy cơ là về bề ngoài xấu do các khuyết tật co gán liền với việc ngưng tụ nước trên bề mặt của tấm thép mạ.

Thời gian để xử lý bằng hơi nước có thể được thiết lập thích hợp phụ thuộc vào các điều kiện để xử lý bằng hơi nước (nhiệt độ, độ ẩm tương đối, áp suất và v.v.), lượng Al và Mg trong lớp mạ, và độ sáng yêu cầu, và v.v..

#### Nung nóng sơ bộ

Ngoài ra trước khi xử lý bằng hơi nước, tấm thép mạ có thể được nung nóng để tạo ra  $Zn_{11}Mg_2$  từ  $Zn_2Mg$  trong lớp mạ, điều này có thể rút ngắn thời gian xử lý bằng hơi nước để đạt được vẻ bề ngoài màu đen cho lớp mạ. Nhiệt độ nung nóng tấm thép mạ thích hợp là nằm trong khoảng từ 150 đến 350°C. Trong trường hợp nhiệt độ nung nóng dưới 150°C, thời gian xử lý đến khi tạo ra  $Zn_{11}Mg_2$  từ  $Zn_2Mg$  bằng nung nóng sơ bộ bị kéo dài, và do đó không thể rút ngắn thời gian xử lý bằng hơi nước. Mặt khác, trong trường hợp nhiệt độ nung nóng cao hơn 350°C, có thể chuyển hóa  $Zn_2Mg$  thành  $Zn_{11}Mg_2$  trong thời gian ngắn, nhưng khi phản ứng diễn ra, có nguy cơ thay đổi trạng thái của lớp mạ tiếp theo và lớp mạ trong đó các pha riêng rẽ bị phân tách và lớp mạ có khả năng chống ăn mòn kém được tạo ra, và do đó khó điều khiển sự nung nóng sơ bộ. Thời gian xử lý để nung nóng sơ bộ có thể được thiết lập thích hợp phụ thuộc vào nhiệt độ xử lý, lượng Al và Mg trong lớp mạ, và v.v.. Thông thường, việc nung nóng ở nhiệt độ 250°C trong thời gian 2 giờ là đủ.

Việc xử lý bằng hơi nước có thể được áp dụng cho loại bất kỳ trong số tấm thép mạ được quấn thành cuộn, tấm thép mạ phẳng trước khi tạo hình, và tấm thép mạ sau khi tiến hành tạo hình, hàn hoặc tương tự.

#### Bước tùy chọn

Màng phủ vô cơ hoặc màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trong bước tùy chọn là bước được tùy ý

thực hiện trước hoặc sau bước thứ hai. Màng phủ vô cơ và màng phủ nhựa hữu cơ giúp cải thiện khả năng chống ăn mòn và khả năng chống xước (duy trì vẻ bề ngoài màu đen) cho tấm thép mạ đen.

#### Màng phủ vô cơ

Màng phủ vô cơ tốt hơn nếu chứa một hoặc nhiều hợp chất (sau đây được gọi là "hợp chất kim loại van") được chọn từ nhóm chỉ gồm có oxit của kim loại van, oxoat của kim loại van, hydroxit của kim loại van, phosphat của kim loại van, và florua của kim loại van. Việc có lẫn hợp chất kim loại van làm giảm tải trọng môi trường và có chức năng hàng rào bảo vệ tốt. Kim loại van có nghĩa là kim loại mà oxit của nó có khả năng cách điện cao. Các ví dụ về kim loại van bao gồm một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm chỉ gồm có Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Si, và Al. Hợp chất đã biết có thể được sử dụng như là hợp chất kim loại van.

Việc có lẫn muối florua hòa tan của kim loại van trong màng phủ vô cơ có thể tạo ra chức năng tự sửa chữa. Muối florua của kim loại van tan trong hơi ẩm trong không khí để tạo ra các oxit hoặc hydroxit có độ tan kém, kết tủa trên tấm thép lộ ra từ các vùng thiếu hụt trong màng phủ để che lấp các vùng thiếu hụt. Về việc có lẫn muối florua hòa tan của kim loại van trong màng phủ vô cơ, có thể thêm muối florua của kim loại van vào vật liệu phủ vô cơ hoặc muối florua hòa tan chẳng hạn như  $(\text{NH}_4)\text{F}$  có thể được thêm vào hợp chất kim loại van.

Màng phủ vô cơ có thể còn chứa thêm muối phosphat kim loại hoặc phức phosphat ít tan hoặc hòa tan. Muối phosphat hòa tan được rửa giải từ màng phủ vô cơ vào các vùng thiếu hụt trong màng phủ phản ứng với kim loại của tấm thép mạ để tạo ra phosphat không tan, hỗ trợ cho chức năng tự sửa chữa của kim loại van được tạo ra từ florua hòa tan. Muối phosphat ít tan được phân tán trong màng phủ vô cơ để cải thiện độ bền của màng phủ. Các ví dụ về kim loại có trong phosphat kim loại hoặc phức phosphat hòa tan bao gồm kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ và Mn. Các ví dụ về phosphat kim loại hoặc phức phosphat ít tan bao gồm Al, Ti, Zr, Hf và Zn.

Màng phủ vô cơ có thể được tạo ra bằng phương pháp đã biết. Ví dụ, vật liệu phủ vô cơ có chứa kim loại van hoặc tương tự có thể được phủ lên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trước hoặc sau khi tiếp xúc với hơi nước, và sau đó được sấy khô mà không rửa với nước. Các ví dụ về phương pháp phủ bao gồm

phương pháp lăn phủ, phương pháp quay phủ và phương pháp phun phủ. Trong trường hợp bổ sung hợp chất kim loại van vào vật liệu phủ vô cơ, axit hữu cơ có chức năng tạo chelat có thể được thêm vào vật liệu phủ vô cơ sao cho hợp chất kim loại van có thể tồn tại ổn định trong vật liệu phủ vô cơ. Các ví dụ về axit hữu cơ bao gồm axit tannic, axit tartaric, axit citric, axit oxalic, axit malonic, axit lactic, và axit axetic.

#### Màng phủ nhựa hữu cơ

Nhựa hữu cơ cấu thành nên màng phủ nhựa hữu cơ có thể là nhựa nền uretan, nhựa nền epoxy, nhựa nền olefin, nhựa nền styren, nhựa nền polyeste, nhựa nền acrylic, nhựa nền florin, hỗn hợp của các nhựa này, hoặc chất đồng trùng hợp hoặc sản phẩm biến đổi của các nhựa này. Việc sử dụng các nhựa hữu cơ có tính chất dẻo giúp ngăn cản sự xuất hiện của các vết nứt trong khi tạo hình tấm thép mạ đen, cải thiện khả năng chống ăn mòn. Hơn nữa, các hợp chất kim loại van có trong màng nhựa hữu cơ có thể được phân tán trong màng nhựa hữu cơ (nền nhựa hữu cơ), như được mô tả sau đây.

Màng phủ nhựa hữu cơ tốt hơn nếu chứa chất bôi trơn. Việc chứa chất bôi trơn làm giảm ma sát giữa khuôn đúc và bề mặt của tấm thép mạ trong khi xử lý gia công chẳng hạn như dập sao cho việc ăn mòn tấm thép mạ có thể được ngăn chặn (cải thiện khả năng chống xước). Loại chất bôi trơn không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn từ các chất bôi trơn đã biết. Các ví dụ về các chất bôi trơn bao gồm sáp hữu cơ chẳng hạn như sáp nền florin, sáp nền polyetylen, và sáp nền styren, và chất bôi trơn vô cơ chẳng hạn như molybden disulfua và bột tan.

Tương tự màng phủ vô cơ, màng phủ nhựa hữu cơ tốt hơn nếu có chứa các hợp chất kim loại van được mô tả ở trên. Việc chứa các hợp chất kim loại van làm giảm tải trọng môi trường và tạo ra chức năng hàng rào bảo vệ rất tốt.

Tương tự màng phủ vô cơ, màng phủ nhựa hữu cơ có thể còn bao gồm muối phosphat kim loại hoặc phức phosphat ít tan hoặc hòa tan. Muối phosphat hòa tan được tách ra từ màng phủ hữu cơ vào vùng thiếu hụt phản ứng với kim loại của tấm thép mạ để tạo ra muối phosphat không tan, hỗ trợ cho chức năng tự sửa chữa của kim loại van được cho bởi muối florua tan. Muối phosphat ít tan được phân tán trong màng phủ hữu cơ để cải thiện độ bền của màng phủ.

Màng phủ nhựa hữu cơ bao gồm hợp chất kim loại van và muối phosphat thường



cho phép tạo ra lớp phản ứng bề mặt tiếp xúc giữa tấm thép mạ và màng phủ nhựa hữu cơ. Lớp phản ứng bề mặt tiếp xúc là lớp đặc được tạo ra bằng kẽm florua, kẽm phosphat, và florua hoặc phosphat của kim loại van, là các sản phẩm phản ứng của muối florua hoặc phosphat có trong vật liệu phủ hữu cơ với các kim loại có trong tấm thép mạ hoặc kim loại van. Lớp phản ứng bề mặt tiếp xúc có khả năng phong tỏa môi trường, ngăn các thành phần ăn mòn trong khí quyển không đến gần với tấm thép mạ. Đồng thời, màng phủ nhựa hữu cơ chứa các hạt oxit của kim loại van, hydroxit của kim loại van, florua và phosphat của kim loại van, là các chất được phân tán trong nền nhựa hữu cơ. Vì các hạt oxit của kim loại van, v.v. được phân tán ba chiều trong nền nhựa hữu cơ, các thành phần ăn mòn chẳng hạn như hơi ẩm đi qua nền nhựa hữu cơ có thể bị bắt giữ lại. Kết quả là, màng phủ nhựa hữu cơ gần như cản trở không cho các thành phần ăn mòn đi đến gần lớp phản ứng bề mặt tiếp xúc. Nhờ có màng phủ nhựa hữu cơ và lớp phản ứng bề mặt tiếp xúc, có thể đạt được hiệu quả chống ăn mòn rất tốt.

Màng phủ nhựa hữu cơ có thể là, ví dụ, màng phủ nhựa nền uretan có chứa nhựa nền uretan có độ dẻo vượt trội. Nhựa nền uretan cấu thành nên màng phủ nhựa nền uretan có thể thu được bằng cách phản ứng polyol với polyisoxyanat. Trong trường hợp xử lý với hơi nước để hóa đen sau khi tạo ra màng phủ nhựa nền uretan, polyol để sử dụng thích hợp bao gồm sự kết hợp của polyol nền ete (polyol có liên kết ete) và polyol nền este (polyol có liên kết este) theo tỷ lệ định trước.

Màng phủ nhựa nền uretan được tạo ra chỉ bằng polyol nền este dưới dạng polyol cho phép các liên kết este trong nhựa nền uretan được thủy phân bởi hơi nước, dẫn đến không thể cải thiện được khả năng chống ăn mòn. Mặt khác, màng phủ nhựa nền uretan được tạo ra chỉ bằng polyol nền ete dưới dạng polyol không có đủ độ bám dính với tấm thép mạ, nên không thể cải thiện được khả năng chống ăn mòn. Ngược lại, các tác giả sáng chế đã phát hiện rằng, việc sử dụng kết hợp polyol nền ete và polyol nền este theo tỷ lệ định trước giúp cải thiện đáng kể khả năng chống ăn mòn của tấm thép mạ, với việc sử dụng hiệu quả ưu điểm của cả polyol nền ete và polyol nền este, và bù trừ các nhược điểm cho nhau. Tác dụng của màng phủ nhựa nền uretan trong việc cải thiện khả năng chống ăn mòn nhờ đó có thể được duy trì ngay cả khi được xử lý với hơi nước để có màu đen sau khi tạo ra màng phủ nhựa nền uretan. Do đó, có thể tạo ra tấm thép mạ đen có màu đen và khả năng chống ăn mòn rất tốt.

Loại polyol nền ete không bị giới hạn cụ thể, và có thể được chọn thích hợp từ các loại polyol đã biết. Các ví dụ về polyol nền ete bao gồm polyetylen glycol, polypropylen glycol, và polyalkylen polyol mạch thẳng chẳng hạn như sản phẩm cộng etylen oxit hoặc propylen oxit của glycerin.

Loại polyol nền este cũng không bị giới hạn cụ thể, và có thể được chọn từ các loại polyol đã biết. Polyol nền este để sử dụng có thể là, ví dụ, polyeste mạch thẳng có nhóm hydroxyl trong mạch phân tử thu được nhờ phản ứng của axit hai bazơ với polyol có trọng lượng phân tử thấp. Các ví dụ về axit hai bazơ bao gồm axit adipic, axit azelaic, axit dodecandioic, axit nhị trùng, axit isophthalic, hexahydro phthalic anhydrit, axit terephthalic, dimetyl terephthalat, axit itaconic, axit fumaric, maleic anhydrit, và các este của mỗi axit.

Tỷ lệ của polyol nền ete trong polyol được tạo ra nhờ sự kết hợp của polyol nền ete và polyol nền este tốt nhất là nằm trong khoảng từ 5 đến 30% khối lượng. Tỷ lệ polyol nền ete dưới 5% khối lượng dẫn đến tăng quá mức thành phần polyol nền este, khiến cho màng phủ nhựa nền uretan dễ bị thủy phân. Do đó, không cải thiện được khả năng chống ăn mòn. Mặt khác, tỷ lệ polyol nền ete cao hơn 30% khối lượng dẫn đến tăng quá mức thành phần polyol nền ete, dẫn đến làm giảm độ kết dính với tấm thép mạ. Vì vậy, có thể không cải thiện được khả năng chống ăn mòn.

Loại polyisoxyanat không bị giới hạn cụ thể, và có thể được chọn thích hợp từ các loại đã biết. Polyisoxyanat để sử dụng có thể là, ví dụ, hợp chất polyisoxyanat có vòng thơm. Các ví dụ về các hợp chất polyisoxyanat có vòng thơm bao gồm hexametylen diisoxyanat, o-, m-, hoặc p-phenylen diisoxyanat, 2,4- hoặc 2,6-tolylen diisoxyanat, 2,4- hoặc 2,6-tolylen diisoxyanat có vòng thơm được hydro hóa, diphenylmetan-4,4'-diisoxyanat, 3,3'-dimetyl-4,4'-biphenylen diisoxyanat,  $\omega,\omega'$ -diisoxyanat-1,4-dimetylbenzen, và  $\omega,\omega'$ -diisoxyanat-1,3-dimetylbenzen. Các chất này có thể được sử dụng riêng biệt hoặc có thể được sử dụng kết hợp từ hai chất hoặc nhiều hơn.

Tốt hơn nếu là màng phủ nhựa nền uretan còn chứa thêm phenol đa hóa trị. Màng phủ nhựa nền uretan chứa phenol đa hóa trị cho phép tạo ra lớp phenol đa hóa trị tập trung ở bề mặt tiếp xúc giữa tấm thép mạ và màng phủ nhựa nền uretan để tạo ra độ bám dính mạnh giữa chúng. Theo đó, việc phối trộn phenol đa hóa trị trong màng

phủ nhựa nền uretan còn cải thiện khả năng chống ăn mòn của màng phủ nhựa nền uretan.

Loại phenol đa hóa trị không bị giới hạn cụ thể và có thể được chọn từ các chất đã biết. Các ví dụ về phenol đa hóa trị bao gồm axit tannic, axit gallic, hydroquinon, catechol, và phloroglucinol. Lượng phenol đa hóa trị được phối trộn trong màng phủ nhựa nền uretan tốt nhất là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 30% khối lượng. Lượng phenol đa hóa trị được phối trộn dưới 0,2% khối lượng, dẫn đến hiệu quả của phenol đa hóa trị là không đủ. Mặt khác, với lượng phenol đa hóa trị được phối trộn nhiều hơn 30% khối lượng, có thể làm giảm độ ổn định của vật liệu phủ.

Màng phủ nhựa hữu cơ có thể là lớp phủ hoặc lớp được tạo lớp. Màng phủ nhựa hữu cơ tốt nhất là lớp phủ trong để tận dụng vẻ bề ngoài màu đen của tấm thép mạ đen.

Màng phủ nhựa hữu cơ có thể được tạo ra bằng phương pháp đã biết. Ví dụ, trong trường hợp màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra bởi lớp phủ, vật liệu phủ hữu cơ có chứa nhựa hữu cơ và kim loại van, v.v., có thể được phủ lên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trước hoặc sau khi tiếp xúc với hơi nước, và sau đó được sấy khô mà không cần rửa với nước. Các ví dụ về phương pháp phủ bao gồm phương pháp lăn phủ, phương pháp quay phủ, và phương pháp phun phủ. Trong trường hợp bổ sung hợp chất kim loại van vào vật liệu phủ hữu cơ, axit hữu cơ có chức năng tạo chlat có thể được thêm vào vật liệu phủ hữu cơ sao cho hợp chất kim loại van có thể tồn tại ổn định trong vật liệu phủ hữu cơ. Trong trường hợp phủ vật liệu phủ hữu cơ có chứa nhựa hữu cơ, hợp chất kim loại van, florua, và phosphat lên bề mặt của tấm thép mạ, màng phủ (lớp phản ứng bề mặt tiếp xúc) bao gồm sản phẩm phản ứng của các ion âm vô cơ chẳng hạn như các ion flo và các ion phospho với các kim loại có chứa trong tấm thép mạ hoặc kim loại van được tạo ra ưu tiên và dày đặc trên bề mặt của tấm thép mạ, trên đó màng phủ nhựa hữu cơ bao gồm các hạt phân tán của oxit của kim loại van, hydroxit của kim loại van, florua và phosphat của kim loại van được tạo ra. Ngược lại, trong trường hợp màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra là lớp được tạo lớp, màng nhựa hữu cơ có chứa kim loại van hoặc tương tự có thể được phân lớp trên bề mặt của tấm thép mạ.

Theo các bước được mô tả ở trên, lớp mạ có thể được hóa đen để tạo ra tấm thép

mạ đen có thể giữ vẻ bề ngoài màu đen và khả năng tạo hình nén rất tốt.

Phương pháp sản xuất theo sáng chế sử dụng hơi nước để hóa đen, sao cho tấm thép mạ đen có thể được tạo ra mà không cần đặt tải trọng lên môi trường.

Ngoài ra, trong tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế, oxit màu đen cho màu đen không chỉ trên bề mặt của lớp mạ mà còn ở bên trong lớp mạ. Do đó, tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế có thể duy trì vẻ bề ngoài màu đen ngay cả khi bề mặt của lớp mạ bị xước, và có khả năng giữ màu đen rất tốt.

Ngoài ra, trong tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế, oxit màu đen cho màu đen được phân tán trong lớp mạ mà không tạo ra một màng phủ đơn lẻ. Do đó, tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế có khả năng tạo hình nén rất tốt mà không làm giảm độ bám dính của lớp mạ. Dĩ nhiên, tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế cũng có khả năng chống ăn mòn rất tốt tương tự với khả năng chống ăn mòn của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng thông thường.

Ngoài ra, tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế không có màng phủ, và do đó việc hàn điểm có thể được áp dụng theo cách tương tự như với tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng thông thường.

## 2. Phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen

Phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen theo sáng chế bao gồm các bước 1) chuẩn bị tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, 2) cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín, và 3) tạo hình tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trước hoặc sau bước 2).

### Bước thứ nhất và Bước thứ hai

Bước thứ nhất và bước thứ hai giống như bước thứ nhất và bước thứ hai của phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen được mô tả ở trên.

### Bước thứ ba

Tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng được tạo hình trong bước thứ ba, là bước được thực hiện trước hoặc sau bước thứ hai. Cụ thể là, trong trường

hợp bước thứ ba được tiến hành sau bước thứ hai, tấm thép mạ đen được cho tiếp xúc với hơi nước được tạo ra để thu được vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen. Mặt khác, trong trường hợp bước thứ ba được tiến hành trước bước thứ hai, tấm thép mạ trước khi tiếp xúc với hơi nước được tạo hình. Trong trường hợp này, vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ được hóa đen bằng cách cho sản phẩm được tạo ra từ tấm thép mạ tiếp xúc với hơi nước trong bước thứ hai được tiến hành sau khi tạo hình.

Phương pháp tạo hình tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp từ các phương pháp đã biết chẳng hạn như các phương pháp dập ép, khoan, và kéo.

Vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen có khả năng giữ vẻ bề ngoài màu đen rất tốt và có khả năng tạo hình nén rất tốt có thể được sản xuất bằng các phương pháp nêu trên.

Theo phương pháp sản xuất của sáng chế, việc hóa đen được tiến hành sử dụng hơi nước, và do đó vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen có thể được sản xuất mà không cần áp tải trọng lên môi trường.

Ngoài ra, trong vật phẩm được tạo hình từ tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế, oxit màu đen cho màu đen không chỉ có tại bề mặt của lớp mạ mà còn ở bên trong lớp mạ. Do đó, vật phẩm được tạo hình từ tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế có thể duy trì được vẻ bề ngoài màu đen ngay cả khi bề mặt của lớp mạ bị xước và có khả năng duy trì bề ngoài màu đen rất tốt.

Ngoài ra, vật phẩm được tạo hình từ tấm thép mạ đen thu được nhờ phương pháp sản xuất theo sáng chế không có màng phủ, và do đó việc hàn điểm cũng có thể được tiến hành theo cách tương tự như trong vật phẩm được tạo hình từ tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng thông thường.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Các ví dụ sau đây sẽ minh họa rõ hơn sáng chế, nhưng phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

#### **Ví dụ thử nghiệm 1**

Tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có lớp mạ với độ dày từ 3

đến 100  $\mu\text{m}$  được chuẩn bị từ đế là SPCC với độ dày tấm là 1,2 mm. Thành phần dung dịch mạ (tập trung của Zn, Al và Mg) được thay đổi để chuẩn bị 30 mẫu tấm thép mạ, mỗi loại có lớp mạ với thành phần khác nhau và độ dày khác nhau. Thành phần dung dịch mạ và độ dày lớp mạ đối với mỗi loại trong số 30 mẫu tấm thép mạ đã chuẩn bị được thể hiện trong Bảng 1. Thành phần dung dịch mạ và thành phần lớp mạ là như nhau.

Bảng 1

Tấm thép mạ	Thành phần dung dịch mạ (%khối lượng)					Độ dày lớp mạ ( $\mu\text{m}$ )
	Al	Mg	Si	Ti	B	
1	1,0	3,0	-	-	-	10
2	6,0	3,0	-	-	-	
3	11,0	3,0	0,200	-	-	
4	6,0	1,5	-	-	-	
5	22,0	3,0	-	-	-	
6	2,3	2,3	0,005	-	-	
7	3,8	3,2	0,005	-	-	
8	6,0	6,0	-	-	-	
9	6,0	10,0	-	-	-	
10	6,0	3,0	-	-	-	
11	6,0	3,0	0,020	-	-	
12	6,0	3,0	2,000	-	-	
13	6,0	3,0	-	0,001	-	
14	6,0	3,0	-	0,020	-	
15	6,0	3,0	-	0,100	-	
16	6,0	3,0	-	-	0,0005	
17	6,0	3,0	-	-	0,045	10
18	6,0	3,0	-	0,001	0,0005	
19	6,0	3,0	-	0,001	0,045	
20	6,0	3,0	-	0,100	0,0005	
21	6,0	3,0	-	0,100	0,045	
22	6,0	3,0	0,020	0,020	-	
23	6,0	3,0	0,020	0,020	0,0005	
24	6,0	3,0	0,020	0,020	-	3
25	6,0	3,0	0,020	0,020	-	20
26	6,0	3,0	0,020	0,020	-	100
27	-	3,0	-	-	-	10
28	30,0	3,0	-	-	-	

29	6,0	-	-	-	-	
30	6,0	15,0	-	-	-	

Fig.1A là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử minh họa mặt cắt ngang của lớp mạ của tấm thép mạ số 2. Trên Fig.1A, "A" dùng để chỉ phần tương ứng với Al" cơ bản, "B" dùng để chỉ phần tương ứng với cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg.

Mỗi mẫu tấm thép mạ chuẩn bị được được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm có nhiệt độ cao và độ ẩm cao (Hisaka Works, Ltd.) để cho lớp mạ tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng từ 2 đến 4. Trong xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao, các điều kiện để tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước được quản lý và đo theo cách sau đây. Với nhiệt độ, cặp nhiệt điện có ống bảo vệ được đặt gần tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao, và ghi lại giá trị được hiển thị trên cặp nhiệt điện. Độ ẩm tương đối được đo bởi nhiệt kế bầu ướt. Với áp suất tuyệt đối, máy đo áp suất nhỏ của hệ thống chuyển đổi tín hiệu dòng được gắn vào phần trên của thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao, và ghi lại giá trị được hiển thị trên máy đo áp suất. Bình phụ trợ thông với thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao thông qua van và ống dẫn được lắp đặt nhằm mục đích đo nồng độ oxy. Bình phụ trợ bao gồm cơ cấu cấp nhiệt và cơ cấu làm lạnh giống như thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao (thân chính). Van được mở và không khí trong thân chính được phân vào bình phụ trợ thông qua ống nổi trong khi nhiệt độ của bình phụ trợ được giữ giống như thân chính. Sau đó van được đóng lại, chỉ cho bình phụ trợ được làm nguội đến nhiệt độ bình thường để ngưng tụ, nhờ đó lượng nước ngưng tụ từ hơi được đo lại, và khí còn lại được phân tích để xác định định lượng nồng độ oxy trong bình phụ trợ. Nồng độ oxy được xác định định lượng được chuyển thành nồng độ oxy trong thân chính bằng cách xác định nồng độ hơi nước trong thân chính từ lượng nước đo được.

Fig.1B là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử minh họa mặt cắt ngang của lớp mạ của tấm thép mạ trong Ví dụ 5 sau khi xử lý bằng hơi nước. Trên Fig.1B, "A" dùng để chỉ ra phần tương ứng với Al" cơ bản, "B" dùng để chỉ ra phần tương ứng với cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg. Trên Fig.1B, để tiện cho việc mô tả, vùng kim loại bị oxi hóa cũng được phân vào cùng nhóm như trước khi oxi hóa (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/Zn<sub>2</sub>Mg và Al" cơ bản) trên hình vẽ. Khi so sánh Fig.1A và Fig.1B,

có thể thấy rằng sự thay đổi diễn ra chủ yếu ở pha Al.

Fig.2A là ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học mặt cắt ngang của lớp mạ của tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước ở Ví dụ 5. Fig.2B là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét mặt cắt ngang theo phạm vi giống như trên Fig.2A. Như được minh họa trên các ảnh chụp, các oxit màu đen tồn tại không chỉ ở bề mặt mà còn ở trong lớp mạ. Có thể quan sát được là trong mỗi lớp mạ của các mẫu tấm thép mạ trong các ví dụ khác (các ví dụ từ 1 đến 4, và từ 6 đến 50), các oxit màu đen đã tồn tại ở trong lớp mạ.

Độ sáng (giá trị  $L^*$ ) của bề mặt lớp mạ được đo đối với mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước (các ví dụ từ 1 đến 50, và các ví dụ so sánh từ 1 đến 11) bằng phổ phản xạ với dụng cụ đo độ chênh lệch phổ màu (TC-1800, do Tokyo Denshoku Co., Ltd. sản xuất), theo chuẩn JIS K 5600. Các điều kiện đo được thể hiện sau đây:

Điều kiện quang học: phương pháp  $d/8^\circ$  (hệ quang học chùm kép)

Trường nhìn thấy: 2 độ

Phương pháp đo: phản xạ

Ánh sáng tiêu chuẩn: C

Hệ màu: CIELAB

Bước sóng đo: từ 380 đến 780 nm

Khoảng bước sóng đo: 5 nm

Kính quang phổ: cách tử nhiễu xạ 1.200/mm

Nguồn sáng: đèn halogen (điện áp: 12 V, công suất: 50 W, tuổi thọ: 2.000 giờ)

Vùng đo: đường kính = 7,25 mm

Phần tử phát hiện: bộ nhân quang (R928, sản xuất bởi Hamamatsu Photonics K.K.)

Năng suất phản xạ: từ 0 đến 150%

Nhiệt độ đo: 23°C

Kính tiêu chuẩn: màu trắng

Đối với mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước (các ví dụ từ 1 đến 50



và các ví dụ so sánh từ 1 đến 11), có giá trị  $L^*$  bằng 35 hoặc nhỏ hơn được đánh giá là "A", lớn hơn 35 và nhỏ hơn hoặc bằng 40 được đánh giá là "B", lớn hơn 40 và nhỏ hơn hoặc bằng 60 được đánh giá là "C", và lớn hơn 60 được đánh giá là "D".

Khả năng chống ăn mòn được đánh giá đối với mỗi tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước (các ví dụ từ 1 đến 50 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 11). Sau khi hàn kín các mặt đầu của mẫu thử nghiệm (dài 150 mm và rộng 70 mm) được cắt ra từ các mẫu tấm thép mạ, mẫu thử nghiệm phải trải qua các chu trình lặp lại bao gồm bước phun nước muối, bước sấy khô, và bước làm ẩm trong mỗi chu trình (8 giờ). Đánh giá được đưa ra dựa vào số chu trình khi phần vùng bị gỉ màu đỏ đạt đến 5%. Trong bước phun nước muối, dung dịch nước NaCl 5% ở nhiệt độ 35°C được phun lên mẫu thử nghiệm trong thời gian 2 giờ. Trong bước sấy khô, mẫu thử nghiệm được để yên trong thời gian 4 giờ trong môi trường có nhiệt độ không khí là 60°C và độ ẩm tương đối là 30%. Trong bước làm ẩm, mẫu thử nghiệm được để yên trong thời gian 2 giờ trong môi trường có nhiệt độ không khí là 50°C và độ ẩm tương đối là 95%. Mẫu thử nghiệm đòi hỏi nhiều hơn 120 chu trình để có phần vùng bị gỉ màu đỏ đạt đến 5% được đánh giá là "A", nhiều hơn hoặc bằng 70 chu trình và ít hơn hoặc bằng 120 được đánh giá là "B", và ít hơn hoặc bằng 70 chu trình được đánh giá là "D".

Độ sáng và các kết quả của thử nghiệm về khả năng chống ăn mòn đối với bề mặt lớp mạ của mỗi tấm thép đã mạ sau khi xử lý bằng hơi nước được thể hiện trong các bảng từ 2 đến 3.

Bảng 2

	Tấm thép mạ (theo Bảng 1)	Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước						Độ đen	Khả năng chống ăn mòn	
		Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Khí quyển	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)			
Ví dụ 1	1	140	95	Không có	1	0,34	6	34(A)	Số chu trình (số lần lặp lại)	95(B)
Ví dụ 2	1	95	95	Ar	2	0,10	140	37(B)		95(B)
Ví dụ 3	2	105	97	Không có	<1	0,12	48	32(A)		120<(A)
Ví dụ 4	2	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)		120<(A)
Ví dụ 5	2	120	85	Không có	1	0,17	20	32(A)		120<(A)
Ví dụ 6	2	140	95	Không có	1	0,34	2	37(B)		120<(A)
Ví dụ 7	2	140	95	Ar	1	0,70	2	32(A)		120<(A)
Ví dụ 8	2	190	30	Không có	4	0,40	8	32(A)		120<(A)
Ví dụ 9	2	100	80	O <sub>2</sub>	6	0,38	3	35(A)		120<(A)

Ví dụ 10	2	150	80	O <sub>2</sub>	10	0,39	3	40(B)	120<(A)
Ví dụ 11	2	150	80	O <sub>2</sub>	13	0,40	3	55(C)	120<(A)
Ví dụ 12	2	95	95	N <sub>2</sub>	2	0,10	140	33(A)	120<(A)
Ví dụ 13	2	95	95	Ar	2	0,10	140	32(A)	120<(A)
Ví dụ 14	1	95	95	He	2	0,10	140	33(A)	120<(A)
Ví dụ 15	3	140	95	Không có	1	0,34	6	29(A)	120<(A)
Ví dụ 16	3	150	85	Không có	1	0,41	2	31(A)	120<(A)
Ví dụ 17	3	200	100	Không có	<1	1,64	0,25	29(A)	120<(A)
Ví dụ 18	3	350	100	Không có	<1	18,0	0,25	27(A)	120<(A)
Ví dụ 19	3	95	95	N <sub>2</sub>	2	0,10	140	31(A)	120<(A)
Ví dụ 20	3	95	95	Ar	2	0,10	140	31(A)	120<(A)
Ví dụ 21	3	95	95	Ar + N <sub>2</sub>	2	0,10	140	32(A)	120<(A)

Bảng 3

	Tấm thép mạ (theo Bảng 1)	Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước						Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Khí quyển	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)		
Ví dụ 22	4	140	95	Không có	1	0,34	6	37(B)	73(B)
Ví dụ 23	4	95	95	Ar	2	0,10	140	38(B)	73(B)
Ví dụ 24	5	140	95	Không có	1	0,34	6	26(A)	120<(A)
Ví dụ 25	5	95	95	Ar	2	0,10	140	27(A)	120<(A)
Ví dụ 26	6	140	95	Không có	1	0,34	6	32(A)	78(B)
Ví dụ 27	6	95	95	Ar	2	0,10	140	35(A)	78(B)
Ví dụ 28	7	140	95	Không có	1	0,34	6	33(A)	120<(A)
Ví dụ 29	7	95	95	Ar	2	0,10	140	33(A)	120<(A)

Ví dụ 30	8	140	80	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)
Ví dụ 31	8	95	80	Ar	2	0,10	140	30(A)	120<(A)
Ví dụ 32	9	140	80	Không có	1	0,34	6	29(A)	120<(A)
Ví dụ 33	9	95	95	Ar	2	0,10	140	28(A)	120<(A)
Ví dụ 34	10	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)
Ví dụ 35	11	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)
Ví dụ 36	12	140	95	Không có	1	0,34	6	31(A)	120<(A)
Ví dụ 37	13	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)
Ví dụ 38	14	140	95	Không có	1	0,34	6	29(A)	120<(A)
Ví dụ 39	15	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)
Ví dụ 40	16	140	95	Không có	1	0,34	6	32(A)	120<(A)
Ví dụ 41	17	140	95	Không có	1	0,34	6	29(A)	120<(A)

Bảng 4

	Tầm thép mạ (theo Bảng 1)	Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước							Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Khí quyển	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)	Độ sáng (giá trị L*)		
Ví dụ 42	18	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)	
Ví dụ 43	19	140	95	Không có	1	0,34	6	31(A)	120<(A)	
Ví dụ 44	20	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)	
Ví dụ 45	21	140	95	Không có	1	0,34	6	29(A)	120<(A)	
Ví dụ 46	22	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)	
Ví dụ 47	23	140	95	Không có	1	0,34	6	31(A)	120<(A)	
Ví dụ 48	24	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)	
Ví dụ 49	25	140	95	Không có	1	0,34	6	30(A)	120<(A)	

Ví dụ 50	26	140	95	Không có	1	0,34	6	29(A)	120<(A)
Ví dụ so sánh 1	27	140	95	Không có	1	0,34	6	38(B)	60(D)
Ví dụ so sánh 2	27	95	95	Ar	2	0,10	140	38(B)	60(D)
Ví dụ so sánh 3	28	140	95	Không có	1	0,34	6	25(A)	120<(A)
Ví dụ so sánh 4	28	95	95	N <sub>2</sub>	2	0,10	140	26(A)	120<(A)
Ví dụ so sánh 5	29	140	95	Không có	1	0,34	6	39(B)	20(D)
Ví dụ so sánh 6	29	95	95	Ar	2	0,10	140	39(B)	20(D)
Ví dụ so sánh 7	30	140	95	Không có	1	0,34	6	28(A)	120<(A)
Ví dụ so sánh 8	30	95	95	Ar	2	0,10	140	26(A)	120<(A)
Ví dụ so sánh 9	2	140	80	O <sub>2</sub>	15	0,60	6	62(D)	120<(A)
Ví dụ so sánh 10	2	140	80	O <sub>2</sub>	18	0,60	6	65(D)	120<(A)
Ví dụ so sánh 11	2	95	95	O <sub>2</sub>	20	0,10	140	71(D)	120<(A)

Như được thể hiện trong các Bảng từ 2 đến 4, các mẫu tấm thép mạ trong các ví dụ so sánh 1 và 2 có khả năng chống ăn mòn kém do hàm lượng Al thấp hơn giới hạn dưới trong lớp mạ. Các mẫu tấm thép mạ trong các ví dụ so sánh 5 và 6 có khả năng chống ăn mòn kém do hàm lượng Mg thấp hơn giới hạn dưới trong lớp mạ. Mỗi mẫu trong số các mẫu tấm thép mạ ở các ví dụ so sánh 3, 4, 7, và 8 không được mạ đẹp, vì có quá nhiều oxit (gỉ) được tạo ra trên bề mặt mạ trong khi sản xuất thép dẫn đến sự bám dính gỉ lên bề mặt lớp mạ, mặc dù có khả năng chống ăn mòn tốt. Trong các mẫu tấm thép mạ ở các ví dụ so sánh từ 9 đến 11, nồng độ oxy trong khi xử lý bằng hơi nước cao, và do đó không đủ để hóa đen. Ngược lại, các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 1 đến 50 được hóa đen đủ và khả năng chống ăn mòn của các lớp mạ là rất tốt.

Ngoài ra, độ bám dính của lớp mạ cũng được đánh giá đối với mỗi tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước. Việc đánh giá độ bám dính được tiến hành bằng cách cắt rời các mẫu thử nghiệm ra khỏi mỗi tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước, gập mẫu thử nghiệm  $180^\circ$  (3 t), và tiến hành thử nghiệm bóc ở phần gập. Nếu có bất kỳ mẫu nào trong số các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 1 đến 50 có tỷ lệ vùng bị bóc nhỏ hơn hoặc bằng 10%, thì nó được xác nhận là vẫn giữ được độ bám dính tốt khi xử lý ngay cả sau khi xử lý bằng hơi nước.

Từ các kết quả nêu trên có thể hiểu rằng phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo sáng chế có thể đạt được tấm thép mạ đen có khả năng duy trì màu đen rất tốt, khả năng biến dạng nén và khả năng chống ăn mòn rất tốt.

#### Ví dụ thử nghiệm 2

Tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có lớp mạ với độ dày là 10  $\mu\text{m}$  được chuẩn bị từ nền là SPCC với độ dày tấm là 1,2mm. Thành phần dung dịch mạ (nồng độ Zn, Al, Mg, Si và Ti) được thay đổi để chuẩn bị 9 mẫu tấm thép mạ, mỗi loại có lớp mạ với thành phần khác nhau. Thành phần dung dịch mạ đối với mỗi loại trong số 9 mẫu tấm thép mạ đã chuẩn bị được thể hiện trong bảng 5. Thành phần dung dịch mạ và thành phần lớp mạ là giống nhau.



Bảng 5

Tấm thép mạ	Thành phần dung dịch mạ (%khối lượng)				Độ dày lớp mạ ( $\mu\text{m}$ )
	Al	Mg	Si	Ti	
31	6,0	3,0	0,020	0,020	10
32	11,0	3,0	0,200	-	
33	1,8	1,9	0,006	0,002	
34	2,3	2,3	0,005	-	
35	6,0	6,0	-	-	
36	6,0	10,0	-	-	
37	1,0	3,0	-	-	
38	15,0	3,0	-	-	
39	20,0	3,0	-	-	

Mỗi mẫu trong số các mẫu tấm thép mạ chuẩn bị được được đặt trong lò (PV(H)-331; ESPEC CORP.) và được nung nóng sơ bộ trong không khí dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng 6 và 7. Tiếp theo, tấm thép mạ đã nung nóng sơ bộ được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao để cho lớp mạ tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng 6 và 7.

Độ sáng bề mặt (giá trị  $L^*$ ) của lớp mạ của mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước (các ví dụ từ 51 đến 77) được đo sử dụng thiết bị đo sự chênh lệch phổ màu. Thử nghiệm khả năng chống ăn mòn cũng được thực hiện đối với mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước (các ví dụ từ 51 đến 77). Độ sáng và các kết quả của thử nghiệm về khả năng chống ăn mòn đối với bề mặt lớp mạ của mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước được thể hiện trong các bảng 6 và 7.

[Bảng 6]

	Tấm thép mạ (theo bảng 5)	Nung nóng sơ bộ		Các điều kiện để tiếp xúc với hơi nước						Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Khí quyển	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)		
Ví dụ 51	31	Không có	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	43(C)	120<(A)
Ví dụ 52	31	Không có	Không có	95	95	Ar	1	0,10	48	47(C)	120<(A)
Ví dụ 53	31	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	31(A)	120<(A)
Ví dụ 54	31	250	6	95	95	Ar	1	0,10	48	33(A)	120<(A)
Ví dụ 55	31	250	6	145	85	Không có	4	0,35	1	30(A)	120<(A)
Ví dụ 56	31	250	2	145	85	Không có	4	0,35	1	38(B)	120<(A)
Ví dụ 57	31	250	1	145	85	Không có	4	0,35	1	42(C)	120<(A)
Ví dụ 58	32	Không có	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	42(C)	120<(A)

Ví dụ 59	32	Không có	95	95	Ar	1	0,10	48	44(C)	120<(A)
Ví dụ 60	32	200	10	145	Không có	4	0,35	1	28(A)	120<(A)
Ví dụ 61	32	250	6	95	Ar	1	0,10	48	30(A)	120<(A)
Ví dụ 62	33	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	52(C)	78(B)
Ví dụ 63	33	200	10	145	Không có	4	0,35	1	39(B)	78(B)
Ví dụ 64	34	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	45(C)	78(B)
Ví dụ 65	34	Không có	95	95	Ar	1	0,10	48	46(C)	78(B)
Ví dụ 66	34	200	10	145	Không có	4	0,35	1	34(A)	78(B)
Ví dụ 67	34	250	6	95	Ar	1	0,10	48	33(A)	78(B)
Ví dụ 68	35	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	44(C)	120<(A)
Ví dụ 69	35	200	10	145	Không có	4	0,35	1	32(A)	120<(A)

Bảng 7

	Tâm thép mạ (theo bảng 5)	Nung nóng sơ bộ		Các điều kiện để tiếp xúc với hơi nước							Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Khí quyển	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)			
Ví dụ 70	36	Không có	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	41(C)	120<(A)	
Ví dụ 71	36	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	31(A)	120<(A)	
Ví dụ 72	37	Không có	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	49(C)	95(B)	
Ví dụ 73	37	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	36(B)	95(B)	
Ví dụ 74	38	Không có	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	39(B)	120<(A)	
Ví dụ 75	38	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	30(A)	120<(A)	
Ví dụ 76	39	Không có	Không có	145	85	Không có	4	0,35	1	39(B)	120<(A)	
Ví dụ 77	39	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	29(A)	120<(A)	

Như được thể hiện trong các bảng 6 và 7, các mẫu tấm thép mạ được nung nóng sơ bộ trước khi xử lý bằng hơi nước trong các ví dụ từ 53 đến 57, 60, 61, 63, 66, 67, 69, 71, 73, 75 và 77 được hóa đen đủ trong thời gian ngắn hơn so với mẫu tấm thép mạ không được nung nóng sơ bộ. Trong đánh giá độ kết dính đối với mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước, hầu hết không thấy có vết bóc trong bất kỳ mẫu nào trong số các mẫu tấm thép mạ trong các ví dụ. Do đó, đã xác nhận được rằng độ kết dính tốt khi gia công vẫn giữ được sau khi xử lý bằng hơi nước.

Từ các kết quả nêu trên có thể hiểu rằng có thể rút ngắn thời gian cần để xử lý hơi nước bằng cách tiến hành nung nóng sơ bộ trước khi xử lý bằng hơi nước.

### Ví dụ thử nghiệm 3

Từ mỗi mẫu tấm thép mạ số 1, 2, và 24 trong Bảng 1, 7 mẫu thử nghiệm (500 mm × 500 mm) được cắt ra. Ngoài ra, từ vải không dệt polypropylen có độ dày khoảng 0,7 mm, 9 miếng đệm phẳng (450 mm × 450 mm) được cắt ra. Như được minh họa trên Fig.4, thể phân lớp bao gồm 21 mẫu thử nghiệm (các mẫu tấm thép mạ) và 9 miếng đệm (vải không dệt) được tạo ra. Quan sát ở tấm thép mạ số 1, có 3 phần mà các mẫu tấm thép mạ được tiếp xúc trực tiếp với nhau, và có 3 phần mà tấm đệm được giữ giữa các mẫu tấm thép mạ. Cũng trong mỗi mẫu tấm thép mạ số 2 và 24, có 3 phần mà các mẫu tấm thép mạ được tiếp xúc trực tiếp với nhau, và có 3 phần mà miếng đệm được giữ giữa các mẫu tấm thép mạ.

Thể phân lớp được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao, và việc xử lý bằng hơi nước được tiến hành dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 8.

Bảng 8

Điều kiện	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (MPa)	Thời gian xử lý (giờ)
A	115	95	1	0,17	34
B					24
C		85		0,15	36

Độ đồng đều về mức độ hóa đen và khả năng chống ăn mòn được đánh giá với mỗi mẫu thử nghiệm sau khi xử lý bằng hơi nước. Trước hết, thể phân lớp được tách ra,

và, với mỗi mẫu tấm thép mạ, các mẫu thử nghiệm (3 mẫu ở phía dưới trên Fig.4) phải chịu xử lý bằng hơi nước ở trạng thái miếng đệm không được giữ giữa các mẫu tấm thép mạ và các mẫu thử nghiệm (3 mẫu ở phía trên trên Fig.4) phải chịu xử lý bằng hơi nước ở trạng thái miếng đệm được giữ giữa các mẫu tấm thép mạ được lấy ra.

Độ sáng (giá trị  $L^*$ ) ở các phần ngoài (4 phần tùy chọn được đặt 20 mm bên trong từ mép của mỗi mẫu thử nghiệm) và các phần tâm (4 phần tùy chọn được đặt gần tâm của mỗi mẫu thử nghiệm) được đo sử dụng thiết bị đo sự chênh lệch phổ màu đối với mỗi loại trong số 3 mẫu thử nghiệm với các điều kiện xử lý bằng hơi nước là như nhau. Giá trị trung bình của 3 mẫu được tính toán đối với mỗi loại trong số các phần ngoài và các phần tâm. Và độ chênh lệch, giá trị  $\Delta L^*$ , của giá trị trung bình của các giá trị  $L^*$  ở các phần tâm và giá trị trung bình của các giá trị  $L^*$  ở các phần ngoài được sử dụng làm chỉ số đánh giá độ đồng đều về độ hóa đen. Mỗi mẫu thử nghiệm được đánh giá là "A" trong trường hợp giá trị  $\Delta L^*$  nhỏ hơn hoặc bằng 5, "B" trong trường hợp giá trị  $\Delta L^*$  là lớn hơn 5 và nhỏ hơn hoặc bằng 10, "C" trong trường hợp giá trị  $\Delta L^*$  là lớn hơn 10 và nhỏ hơn hoặc bằng 15, và "D" trong trường hợp giá trị  $\Delta L^*$  lớn hơn 15.

Ngoài ra, mẫu thử nghiệm 70 mm × 150 mm được cắt ra từ phần tâm của mỗi mẫu thử nghiệm, và khả năng chống ăn mòn được đánh giá theo phương pháp tương tự như trong Ví dụ thử nghiệm 1.

Độ sáng bề mặt của lớp mạ và kết quả thử nghiệm khả năng chống ăn mòn đối với mỗi mẫu thử nghiệm sau khi xử lý bằng hơi nước được thể hiện trong Bảng 9.

Bảng 9

	Xử lý bằng hơi nước		Tấm thép mạ (theo bảng 1)	Độ đen			Khả năng chống ăn mòn
	Điều kiện	Đệm		Độ sáng phần ngoài (giá trị L*)	Độ sáng phần tâm (giá trị L*)	Độ chênh lệch độ sáng (giá trị $\Delta L^*$ )	Số lượng chu trình (lặp lại)
Ví dụ 78	A	Có	4	32	32	0(A)	120<(A)
Ví dụ 79	A	Không	4	33	78	45(D)	120<(A)
Ví dụ 80	A	Có	24	30	30	0(A)	120<(A)
Ví dụ 81	A	Không	24	30	78	48(D)	120<(A)
Ví dụ 82	A	Có	1	31	31	0(A)	120<(A)
Ví dụ 83	A	Không	1	30	79	40(D)	120<(A)
Ví dụ 84	B	Có	4	35	35	0(A)	120<(A)
Ví dụ 85	B	Không	4	36	78	42(D)	120<(A)
Ví dụ 86	B	Có	24	31	31	0(A)	120<(A)
Ví dụ 87	B	Không	24	32	79	45(D)	120<(A)
Ví dụ 88	B	Có	1	32	33	1(A)	120<(A)
Ví dụ 89	B	Không	1	31	77	46(D)	120<(A)
Ví dụ 90	C	Có	4	30	31	1(A)	120<(A)
Ví dụ 91	C	Không	4	30	78	48(D)	120<(A)
Ví dụ 92	C	Có	24	31	32	1(A)	120<(A)
Ví dụ 93	C	Không	24	31	77	46(D)	120<(A)
Ví dụ 94	C	Có	1	30	30	0(A)	120<(A)
Ví dụ 95	C	Không	1	30	78	48(D)	120<(A)

Như được thể hiện trong Bảng 9, trong các mẫu thử nghiệm (các ví dụ 79, 81, 83, 85,

87, 89, 91, 93, và 95) mỗi mẫu phải chịu xử lý bằng hơi nước ở trạng thái miếng đệm không được giữ giữa các mẫu tấm thép mạ, độ đen của các phần ngoài là thích hợp, tuy nhiên, độ đen ở các phần tâm là không đủ. Lý do được đưa ra là các mẫu thử nghiệm được tiếp xúc với nhau mà không có khe hở và không có một lượng hơi nước đủ đến được các phần tâm. Mặt khác, trong các mẫu thử nghiệm (các ví dụ 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, và 94) mỗi mẫu phải chịu xử lý bằng hơi nước ở trạng thái miếng đệm được giữ giữa các mẫu tấm thép mạ, nên không chỉ các phần ngoài mà các phần tâm cũng được hóa đen đủ, và độ đồng đều hóa đen cũng tốt. Trong các mẫu thử nghiệm này, các vết do đệm không được loại bỏ.

Từ các kết quả nêu trên có thể hiểu rằng tấm thép mạ đen có bề ngoài rất tốt và khả năng chống ăn mòn rất tốt có thể được sản xuất bằng cách giữ đệm giữa các mẫu tấm thép mạ ngay cả trong trường hợp việc xử lý bằng hơi nước được tiến hành đồng thời cho nhiều mẫu tấm thép mạ.

#### Ví dụ thử nghiệm 4

Tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có lớp mạ với độ dày là 10  $\mu\text{m}$  được chuẩn bị từ nền là SPCC với độ dày tấm là 1,2 mm. Thành phần dung dịch mạ (tập trung Zn, Al, Mg, Si, Ti và B) được thay đổi để chuẩn bị 2 mẫu tấm thép mạ, mỗi loại có lớp mạ với thành phần khác nhau. Thành phần dung dịch mạ đối với mỗi loại trong số 2 mẫu tấm thép mạ đã chuẩn bị được thể hiện trong bảng 10. Thành phần dung dịch mạ và thành phần lớp mạ là giống nhau.

Bảng 10

Tấm thép mạ	Thành phần dung dịch mạ (%khối lượng)					Độ dày lớp mạ ( $\mu\text{m}$ )
	Al	Mg	Si	Ti	B	
40	6,0	3,0	0,020	0,020	0,0050	10
41	11,0	3,0	0,200	0,020	-	

Mỗi chất lỏng xử lý hóa vô cơ được thể hiện trong bảng 11 được đưa lên tấm thép mạ đã chuẩn bị, và tấm thép mạ được đặt vào lò điện mà không cần rửa bằng nước, và sau đó được nung nóng và được sấy khô trong điều kiện nhiệt độ điểm cuối của tấm là 120°C để



tạo ra màng phủ vô cơ trên bề mặt của tấm thép mạ.

Bảng 11

Chất lỏng xử lý	Thành phần kim loại van		Phosphat		Axit hữu cơ	
	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)
1	H <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>	Ti:2	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:4	-	-
2	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>	Ti:6	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:4	-	-
3	H <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>	Ti:8	-	-	Axit tannic	10
4	(NH <sub>4</sub> )VO <sub>3</sub>	V:5	-	-	-	-
5	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ZrO(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	V:5 Zr:6	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:4	-	-
6	H <sub>2</sub> ZrF <sub>6</sub>	Zr:6	-	-	-	-
7	Zr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Zr:6	-	-	-	-
8	HfF <sub>4</sub>	Hf:1	-	-	-	-
9	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	Si:2	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:4	-	-
10	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	Al:1	-	-	-	-
11	(NH <sub>4</sub> ) <sub>10</sub> W <sub>12</sub> O <sub>41</sub>	W:3	-	-	-	-
12	sol axit niobic	Nb:2	-	-	Axit tartaric	10
13	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·nH <sub>2</sub> O	Ta:1	-	-	-	-
14	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ZrO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	V:5 Zr:6	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:4	-	-
15	ZrO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Zr:10	-	-	-	-

Tấm thép mạ trên đó màng phủ vô cơ được tạo ra được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao để cho lớp mạ tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng 12 và 13.

Độ sáng bề mặt (giá trị L\*) của lớp mạ đối với mỗi mẫu tấm thép mạ (các ví dụ từ 96 đến 127) sau khi xử lý bằng hơi nước được đo sử dụng thiết bị đo sự chênh lệch phổ màu. Ngoài ra, thử nghiệm khả năng chống ăn mòn đối với mỗi mẫu tấm thép mạ (các ví dụ từ 96 đến 127) sau khi xử lý bằng hơi nước cũng được tiến hành. Thử nghiệm khả năng chống ăn mòn được tiến hành bằng cách phun dung dịch nước NaCl có nhiệt độ 35°C lên mẫu thử

thử nghiệm trong thời gian 12 giờ theo chuẩn JIS Z2371. Trường hợp tỷ lệ diện tích vùng tạo ra gỉ màu trắng sau khi phun là 0% được đánh giá là "A", trường hợp lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 10% hoặc được đánh giá là "B", trường hợp lớn hơn 10% và nhỏ hơn hoặc bằng 20% được đánh giá là "C", và trường hợp lớn hơn 20% được đánh giá là "D."

Độ sáng bề mặt của lớp mạ và kết quả thử nghiệm khả năng chống ăn mòn đối với mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước được thể hiện trong các bảng 12 và 13

Bảng 12

	Thép tấm mạ (theo bảng 10)	Xử lý hữu cơ		Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước					Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Chất lỏng xử lý (theo bảng 11)	Lượng kim loại van đi kèm (mg/m <sup>2</sup> )	Nhiệt độ (oC)	Độ ẩm tương đối (%)	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (MPa)	Thời gian xử lý (giờ)	Độ sáng (giá trị L*)	Tỷ lệ vùng bị gỉ trắng (%)
Ví dụ 96	40	1	Tr60	110	80	4	0,12	24	34(A)	0(A)
Ví dụ 97		2	Tr70						34(A)	0(A)
Ví dụ 98		3	Tr80						34(A)	0(A)
Ví dụ 99		4	V:50						35(A)	0(A)
Ví dụ 100		5	V:50 Zr60						34(A)	0(A)
Ví dụ 101		6	Zr:100						35(A)	0(A)
Ví dụ 102		7	Zr:60						36(B)	0(A)
Ví dụ 103		8	Hf:100						34(A)	0(A)
Ví dụ 104		9	Si:200						35(A)	0(A)
Ví dụ 105		10	Al:150						36(B)	0(A)
Ví dụ 106		11	W:90						34(A)	0(A)
Ví dụ 107		12	Nb:80						35(A)	0(A)
Ví dụ 108		13	Ta:70						34(A)	0(A)
Ví dụ 109		14	V:60 Zr:72						35(A)	0(A)
Ví dụ 110		15	Zr:100						36(B)	0(A)
Ví dụ 111		Không có						32(A)	70(A)	

Bảng 13

	Tấm thép mạ (Theo bảng 10)	Xử lý hữu cơ		Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước				Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Chất lỏng xử lý (theo bảng 11)	Lượng kim loại van đi kèm (ng/m <sup>2</sup> )	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối	Nồng độ oxy (%)	áp suất tuyệt đối (MPa)		
Ví dụ 112		1	Ti60					33(A)	0(A)
Ví dụ 113		2	Ti70					35(A)	0(A)
Ví dụ 114		3	Ti80					35(A)	0(A)
Ví dụ 115		4	V50					34(A)	0(A)
Ví dụ 116		5	V50 Zr60					33(A)	0(A)
Ví dụ 117		6	Zr100					36(B)	0(A)
Ví dụ 118		7	Zr60					35(A)	0(A)
Ví dụ 119	41	8	HE100	110	80	4	0,12	36(B)	0(A)
Ví dụ 120		9	Si200					37(B)	0(A)
Ví dụ 121		10	Al150					35(A)	0(A)
Ví dụ 122		11	W90					35(A)	0(A)
Ví dụ 123		12	Nb80					34(A)	0(A)
Ví dụ 124		13	Ta70					35(A)	0(A)
Ví dụ 125		14	V60 Zr72					34(A)	0(A)
Ví dụ 126		15	Zr100					33(A)	0(A)
Ví dụ 127		Không có						31(A)	73(D)

Như được thể hiện trong các bảng 12 và 13, các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 96 đến 110 và từ 112 đến 126 trên đó màng phủ vô cơ được tạo ra thể hiện khả năng chống ăn mòn tốt hơn nhiều khi so sánh với tấm thép mạ theo các ví dụ 111 và 127 trên đó màng phủ vô cơ không được tạo ra.

Cần hiểu rằng từ các kết quả trên cho thấy khả năng chống ăn mòn của tấm thép mạ đen có thể được cải thiện bằng cách tạo ra màng phủ vô cơ.

#### Ví dụ thử nghiệm 5

Các mẫu tấm thép mạ số 40 và số 41 trong bảng 10 được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao, và lớp mạ được tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 14 để thu được tấm thép mạ đen.

Bảng 14

Tấm thép mạ đen	Tấm thép mạ (theo bảng 10)	Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước					Độ đen
		Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)	Độ sáng (giá trị L*)
A	40	110	80	4	0,12	28	32(A)
B	41	110	85	3	0,12	28	32(A)

Mỗi dung dịch xử lý hóa hữu cơ được thể hiện trong bảng 15 được đưa lên tấm thép mạ đen thu được, và tấm thép mạ đen được đặt vào lò điện mà không cần rửa bằng nước, và sau đó được nung nóng và được sấy khô trong điều kiện mà nhiệt độ điểm cuối của tấm là 160°C để tạo ra màng phủ nhựa hữu cơ trên bề mặt của tấm thép mạ.

[Bảng 15]

Nhựa xử lý	Nhựa hữu cơ		Chất bôi trơn	Hợp chất kim loại van		Phosphat		Axit hữu cơ	
	Loại	Nồng độ (g/L)	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)
1	Nhựa uretan	100	-	H <sub>2</sub> TF <sub>6</sub>	Ti:l	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:l	-	-
2	Nhựa epoxy	100	-	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> TF <sub>6</sub>	Ti:l	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:l	-	-
3	Nhựa uretan	100	-	H <sub>2</sub> TF <sub>6</sub>	Ti:l	-	-	-	-
4	Nhựa acrylic	100	-	(NH <sub>4</sub> )VO <sub>3</sub>	V:l	-	-	-	-
5	Nhựa uretan	100	-	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ZrO(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	V:l Zr:l	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:l	-	-
6	Nhựa uretan	100	5	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ZrO(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	V:l Zr:l	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:l	-	-
7	Nhựa polyolefin	100	-	Zr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Zr:l	-	-	-	-
8	Nhựa acrylic	100	-	HF <sub>4</sub>	Hf:l	-	-	-	-
9	Nhựa uretan	100	-	H <sub>2</sub> SF <sub>6</sub>	Si:l	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:l	-	-
10	Nhựa Florin	100	-	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	Al:l	-	-	-	-
11	Nhựa polyeste	100	-	-	-	-	-	Axit tannic	10
12	Nhựa uretan	100	-	Niobic acid sol	Nb:l	-	-	-	-
13	Nhựa uretan	100	-	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·nH <sub>2</sub> O	Ta:l	-	-	-	-
14	Nhựa acrylic	100	-	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Zr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	V:l Zr:l	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:l	-	-
15	Nhựa uretan	100	-	Zr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Zr:l	-	-	-	-

Chất bôi trơn: sáp gốc polyetylen (đường kính hạt trung bình: 1,0 mm).

Thử nghiệm khả năng chống ăn mòn và thử nghiệm khả năng chống xước được tiến hành đối với mỗi mẫu tấm thép mạ trên đó màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra và đối với mỗi mẫu tấm thép mạ trên đó màng phủ nhựa hữu cơ không được tạo ra (các ví dụ từ 128 đến 159). Thử nghiệm khả năng chống ăn mòn được tiến hành bằng cách phun dung dịch nước NaCl có nhiệt độ 35°C lên mẫu thử nghiệm trong thời gian 12 giờ theo chuẩn JIS Z2371. Trong thử nghiệm khả năng chống xước, mẫu thử nghiệm 30-mm x 250-mm phải trải qua thử nghiệm kéo tạo gờ nổi (độ cao gờ nổi: 4 mm, áp suất áp dụng: 3,0 kN), và bề mặt trượt được quan sát sau khi thử nghiệm. Mẫu thử nghiệm với tỷ lệ vùng bị xước trong bề mặt trượt là 0% (không có vết xước) được đánh giá là "A", lớn hơn 0% và nhỏ hơn 5% được đánh giá là "B", lớn hơn hoặc bằng 5% và nhỏ hơn 10% được đánh giá là "C", và lớn hơn hoặc bằng 10% được đánh giá

là “D”.

Các kết quả của thử nghiệm khả năng chống ăn mòn và thử nghiệm khả năng chống xước đối với mỗi mẫu tấm thép mạ được thể hiện trong Bảng 16.

Bảng 16

	Tấm thép mạ đen (theo bảng 14)	Xử lý hữu cơ		Khả năng chống ăn mòn	Khả năng chống xước
		Xử lý (theo bảng 15)	Độ dày màng ( $\mu\text{m}$ )	Tỷ lệ vùng bị gỉ trắng (%)	Tỷ lệ vùng bị xước (%)
Ví dụ 128	A	1	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 129		2	2	0(A)	9(C)
Ví dụ 130		3	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 131		4	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 132		5	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 133		6	2	0(A)	0(A)
Ví dụ 134		7	2	0(A)	5(C)
Ví dụ 135		8	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 136		9	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 137		10	2	0(A)	2(B)
Ví dụ 138		11	2	0(A)	5(C)
Ví dụ 139		12	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 140		13	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 141		14	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 142		15	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 143		Không có		70(D)	90(D)
Ví dụ 144	B	1	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 145		2	2	0(A)	8(C)
Ví dụ 146		3	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 147		4	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 148	B	5	2	0(A)	4(B)
Ví dụ 149		6	2	0(A)	0(A)
Ví dụ 150		7	2	0(A)	5(C)
Ví dụ 151		8	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 152		9	2	0(A)	4(B)

Ví dụ 153		10	2	0(A)	2(B)
Ví dụ 154		11	2	0(A)	5(C)
Ví dụ 155		12	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 156		13	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 157		14	2	0(A)	5(C)
Ví dụ 158		15	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 159		Không có		73(D)	90(D)

Như được thể hiện trong Bảng 16, các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 128 đến 142 và từ 144 đến 158 trên đó màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra có khả năng chống ăn mòn và khả năng chống xước tốt hơn rất nhiều khi so sánh với tấm thép mạ theo các ví dụ 143 và 159 trên đó màng phủ nhựa hữu cơ không được tạo ra.

Từ các kết quả trên có thể hiểu rằng khả năng chống ăn mòn và khả năng chống xước của tấm thép mạ đen có thể được cải thiện bằng cách tạo ra màng phủ nhựa hữu cơ.

#### Ví dụ thử nghiệm 6

Tấm thép mạ số 40 hoặc số 41 trong bảng 10 được phủ chất lỏng xử lý hóa hữu cơ được thể hiện trong bảng 17, và được đặt trong lò điện mà không cần rửa bằng nước để được nung nóng và sấy khô dưới các điều kiện để nhiệt độ tấm đạt đến 160°C. Vì vậy màng phủ nhựa hữu cơ (màng phủ nhựa nền uretan) được tạo ra trên bề mặt của tấm thép mạ. Polyol nền ete để sử dụng là polypropylen glycol. Polyol nền este để sử dụng là axit adipic. Polyisoxyanat để sử dụng là tolylendiisoxyanat đã hydro hóa.

Bảng 17

Chất lỏng xử lý	Nhựa gốc uretan			Hợp chất kim loại van		Phosphat		Phenol đa hóa trị	
	Tỷ lệ polyol (% khối lượng)			Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)
	Gốc ete (polypropylen glycol)	Gốc este (axit adipic)	Nồng độ g/L						
16	5	95	100	-	-	-	-	-	-
17	5	95	100	H <sub>2</sub> Te <sub>6</sub>	Tel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
18	5	95	100	(NH <sub>4</sub> )VO <sub>3</sub>	Vel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
19	5	95	100	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Zel	-	-	-	-
20	5	95	100	HF <sub>4</sub>	Hel	-	-	-	-
21	5	95	100	H <sub>2</sub> SF <sub>6</sub>	Sel	-	-	-	-
22	5	95	100	Sol axit niobic	Niel	-	-	-	-
23	5	95	100	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	Ael	-	-	-	-
24	5	95	100	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·nH <sub>2</sub> O	Tael	-	-	-	-
25	5	95	100	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Vel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
26	5	95	100	-	-	-	-	Axit tannic	10
27	30	70	100	-	-	-	-	-	-
28	30	70	100	(NH <sub>4</sub> )VO <sub>3</sub>	Vel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
29	30	70	100	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Vel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
30	30	70	100	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Zel	-	-	-	-
31	30	70	100	-	-	-	-	Axit tannic	10
32	0	100	100	-	-	-	-	-	-
33	0	100	100	(NH <sub>4</sub> )VO <sub>3</sub>	Vel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
34	0	100	100	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Vel	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Pl	-	-
35	0	100	100	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Zel	-	-	-	-
36	0	100	100	-	-	-	-	Axit tannic	10
37	2	98	100	-	-	-	-	-	-
38	35	65	100	-	-	-	-	-	-
39	2	98	100	-	-	-	-	Axit tannic	10
40	35	65	100	-	-	-	-	Axit tannic	10



Tấm thép mạ có màng phủ nhựa hữu cơ được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm có nhiệt độ cao và độ ẩm cao, và lớp mạ được tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng 18 và 19.

Độ sáng bề mặt (giá trị  $L^*$ ) của lớp mạ đối với mỗi mẫu tấm thép mạ (các ví dụ từ 160 đến 209) sau khi xử lý bằng hơi nước được đo sử dụng thiết bị đo sự chênh lệch phổ màu. Ngoài ra, thử nghiệm khả năng chống ăn mòn cũng được tiến hành đối với mỗi mẫu tấm thép mạ (các ví dụ từ 160 đến 209) sau khi xử lý bằng hơi nước.

Độ sáng bề mặt của lớp mạ và kết quả thử nghiệm khả năng chống ăn mòn đối với mỗi mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước được thể hiện trong các bảng 18 và 19.

Bảng 18

	Tấm thép mạ (theo bảng 10)	Xử lý hữu cơ		Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước					Độ đen	Khả năng chống ăn mòn
		Chất lỏng xử lý (theo bảng 17)	Độ dày màng ( $\mu\text{m}$ )	Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Độ ẩm tương đối (%)	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (MPa)	Thời gian xử lý (giờ)		
Ví dụ 160		16	2						31(A)	9(C)
Ví dụ 161		17	2						32(A)	4(B)
Ví dụ 162	40	18	2	110	90	4	0,13	21	32(A)	4(B)
Ví dụ 163		19	2						31(A)	4(B)
Ví dụ 164		20	2						32(A)	4(B)
Ví dụ 165		21	2						32(A)	4(B)
Ví dụ 166	40	22	2	110	90	4	0,13	21	31(A)	3(B)
Ví dụ 167		23	2						31(A)	4(B)
Ví dụ 168		24	2						33(A)	4(B)
Ví dụ 169		25	2						32(A)	3(B)

Ví dụ 170			26	2	33(A)	0(A)
Ví dụ 171			27	2	31(A)	9(C)
Ví dụ 172			28	2	31(A)	3(B)
Ví dụ 173			29	2	31(A)	3(B)
Ví dụ 174			30	2	30(A)	3(B)
Ví dụ 175			31	2	30(A)	0(A)
Ví dụ 176			32	2	33(A)	20(D)
Ví dụ 177			33	2	32(A)	15(D)
Ví dụ 178			34	2	33(A)	14(D)
Ví dụ 179			35	2	31(A)	15(D)
Ví dụ 180			36	2	31(A)	13(D)
Ví dụ 181			37	2	33(A)	15(D)
Ví dụ 182			38	2	32(A)	15(D)
Ví dụ 183			39	2	33(A)	10(D)
Ví dụ 184			40	2	31(A)	10(D)

Bảng 19

	Tám thép mạ (theo bảng 10)	Xử lý hữu cơ		Điều kiện để tiếp xúc với hơi nước					Độ đen	Khả năng chống ăn mòn	
		Chất lỏng xử lý (theo bảng 17)	Độ dày màng ( $\mu\text{m}$ )	Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Độ ẩm tương đối (%)	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (MPa)	Thời gian xử lý (giờ)			
Ví dụ 185	41	16	2	110	90	4	0,13	21	Độ sáng	8(C)	
Ví dụ 186		17	2						32(A)	Tỷ lệ vùng bị gỉ trắng (%)	4(B)
Ví dụ 187		18	2						33(A)	4(B)	
Ví dụ 188		19	2						32(A)	3(B)	
Ví dụ 189		20	2						33(A)	3(B)	
Ví dụ 190		21	2						30(A)	3(B)	
Ví dụ 191		22	2						32(A)	4(B)	
Ví dụ 192		23	2						31(A)	3(B)	
Ví dụ 193		24	2						30(A)	3(B)	
Ví dụ 194		25	2						32(A)	4(B)	



Theo ví dụ thử nghiệm này, màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra trên tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, và sau đó tấm thép mạ trên đó màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra được tiếp xúc với hơi nước để hóa đen. Trong trường hợp này, đôi khi xảy ra hiện tượng khả năng chống ăn mòn không thể được cải thiện đủ ngay cả khi màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra (tham khảo, các ví dụ từ 176 đến 184 và từ 201 đến 209). Mặt khác, khả năng chống ăn mòn của các mẫu tấm thép mạ đen theo các ví dụ từ 160 đến 175 và từ 185 đến 200 trên đó màng phủ nhựa bằng nhựa uretan thu được bằng cách kết hợp polyol nền ete và polyol nền este theo tỷ lệ định trước được tạo ra đã được cải thiện đầy đủ.

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên từ đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-100449, nộp ngày 25/4/2012 và đơn sáng chế Nhật Bản số 2013-062233, nộp ngày 25/3/2013, phần bộc lộ của các đơn ưu tiên này bao gồm bản mô tả và các hình vẽ được kết hợp toàn bộ ở đây nhằm mục đích tham khảo.

#### Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Tấm thép mạ đen theo sáng chế có đặc tính thiết kế rất tốt, khả năng giữ bề ngoài màu đen, khả năng tạo hình nén, và khả năng chống ăn mòn rất tốt, và do đó hữu dụng làm tấm thép mạ để sử dụng làm, ví dụ, vật liệu lợp và vật liệu bọc ngoài của các tòa nhà, đồ gia dụng, xe ô tô, và tương tự.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen, phương pháp này bao gồm các bước:

chuẩn bị tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, lớp này chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% khối lượng; và

cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín, trong đó:

nồng độ oxy trong buồng kín là 13% hoặc thấp hơn.

2. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước tạo màng phủ vô cơ trên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng.

3. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm 2, trong đó màng phủ vô cơ bao gồm một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm chỉ gồm có oxit của kim loại van, oxoat của kim loại van, hydroxit của kim loại van, phosphat của kim loại van, và florua của kim loại van,

trong đó kim loại van là một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm chỉ gồm có Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Si, và Al.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước tạo màng phủ nhựa hữu cơ trên bề mặt của tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm 4, trong đó:

nhựa hữu cơ có trong màng phủ nhựa hữu cơ là nhựa nền uretan thu được bằng phản ứng của các polyol gồm có polyol nền ete và polyol nền este với polyisoxyanat,

tỷ lệ polyol nền ete trong các polyol là từ 5 đến 30% khối lượng.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm 5, trong đó màng phủ nhựa hữu cơ còn chứa phenol đa hóa trị.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, trong đó màng phủ nhựa hữu cơ chứa chất bôi trơn.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 7, trong đó màng phủ nhựa hữu cơ chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm chỉ gồm có oxit của kim loại van, oxoat của kim loại van, hydroxit của kim loại van, phosphat của kim loại van, và florua của kim loại van,

trong đó kim loại van là một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm chỉ gồm có Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Si, và Al.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 8, trong đó màng phủ nhựa hữu cơ là lớp được tạo lớp hoặc lớp phủ.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 9, trong đó màng phủ nhựa hữu cơ là lớp phủ trong.

11. Phương pháp sản xuất vật phẩm được tạo thành từ tấm thép mạ đen, phương pháp này bao gồm các bước:

chuẩn bị tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng bao gồm lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng, lớp này chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% khối lượng;

cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín; và

tạo hình tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng trước hoặc sau khi tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước, trong đó:

nồng độ oxy trong buồng kín là 13% hoặc thấp hơn.



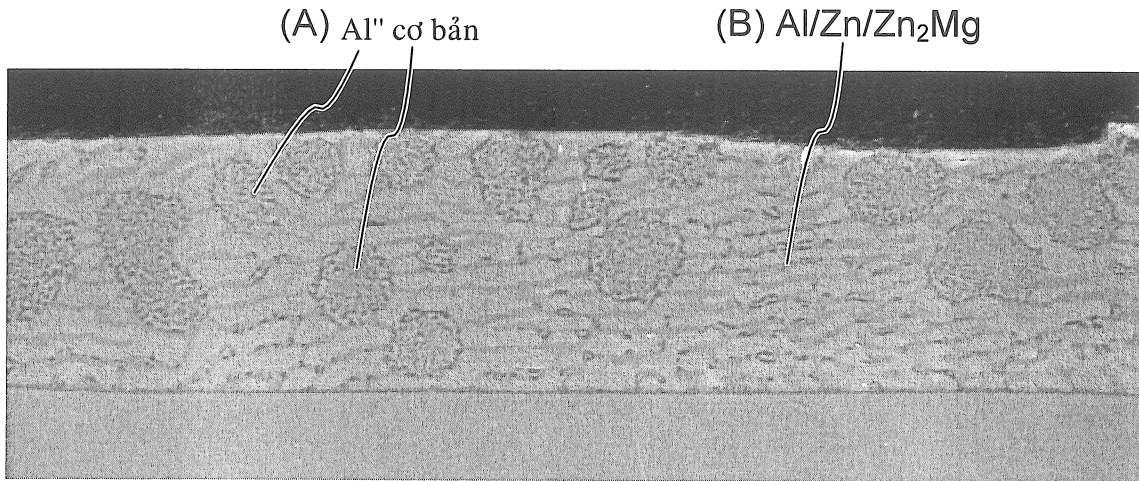


FIG. 1A

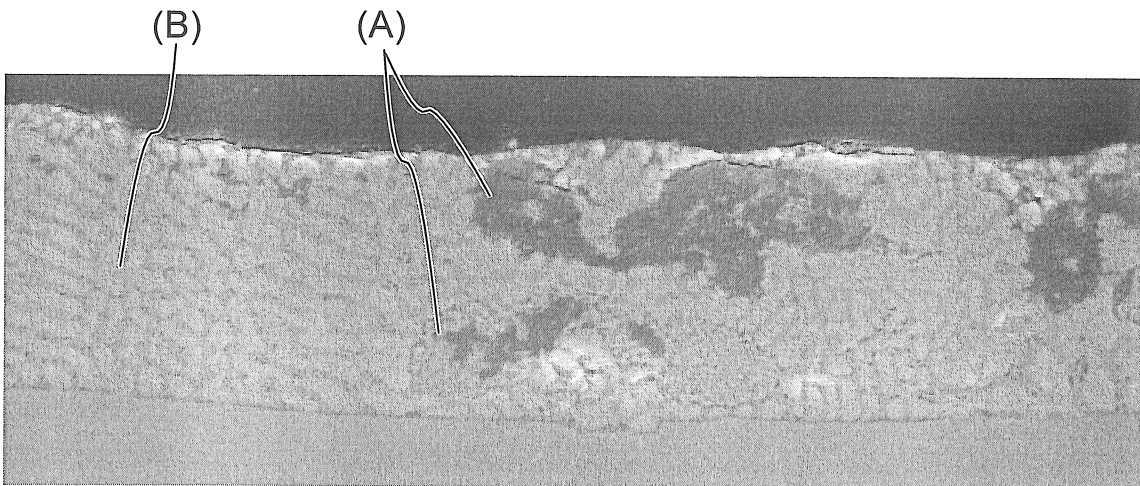


FIG. 1B

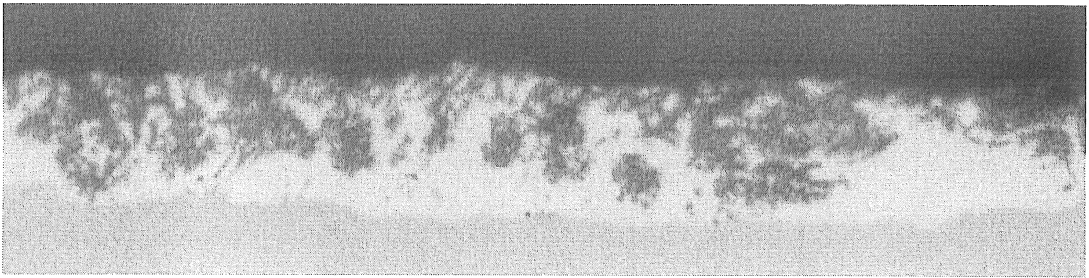


FIG. 2A

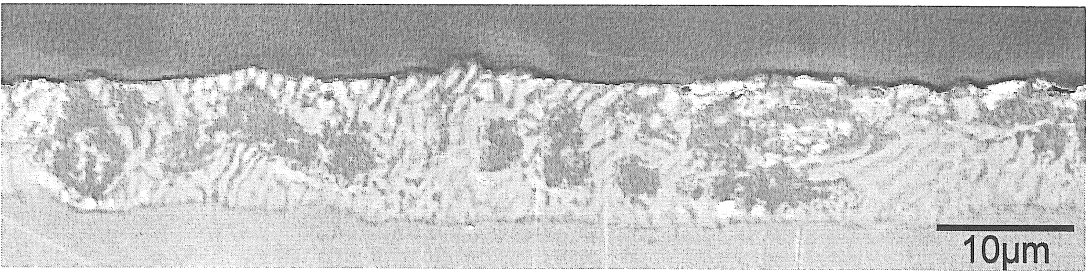


FIG. 2B

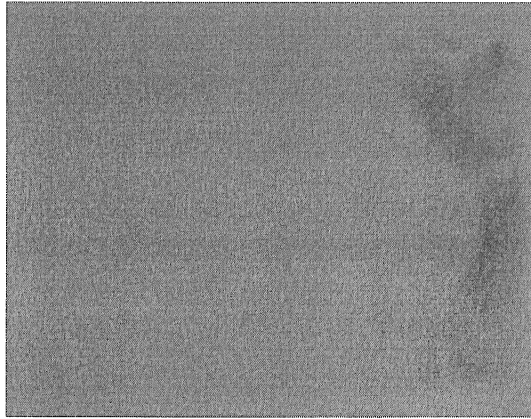


FIG. 3A

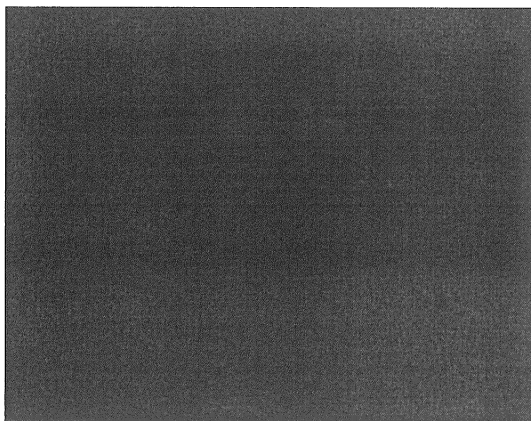


FIG. 3B

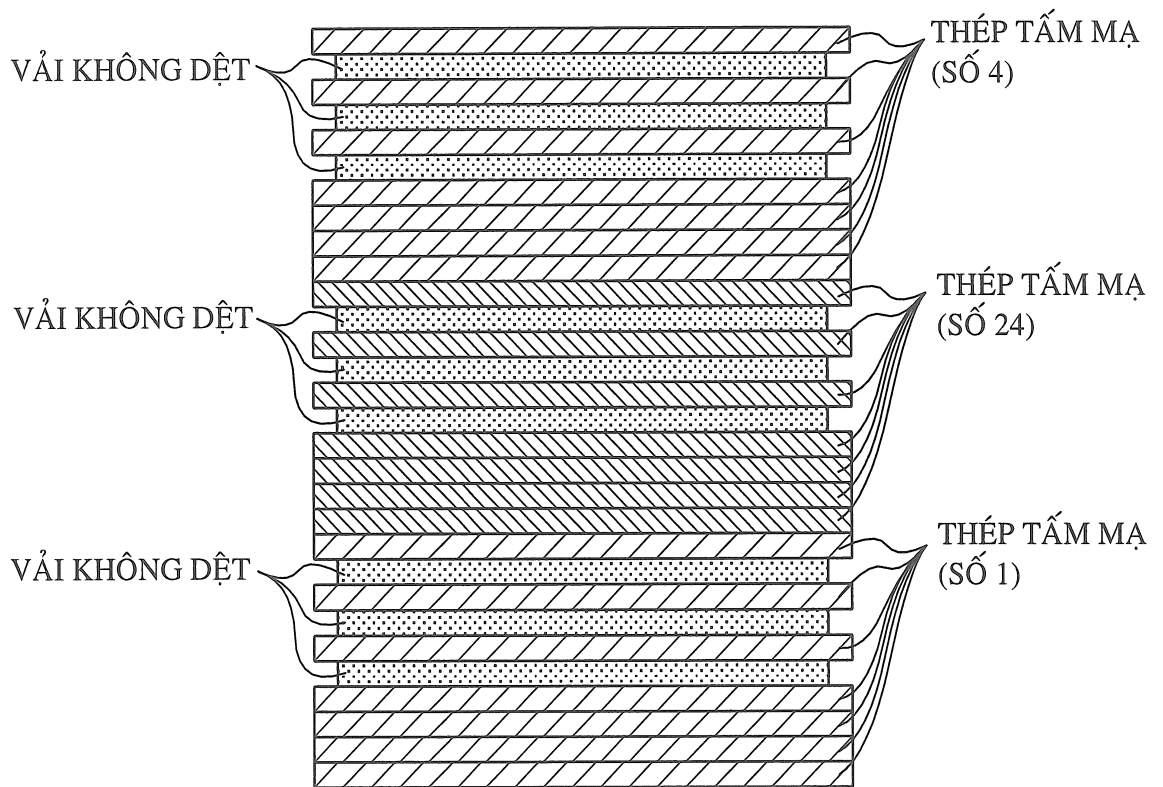


FIG. 4