



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



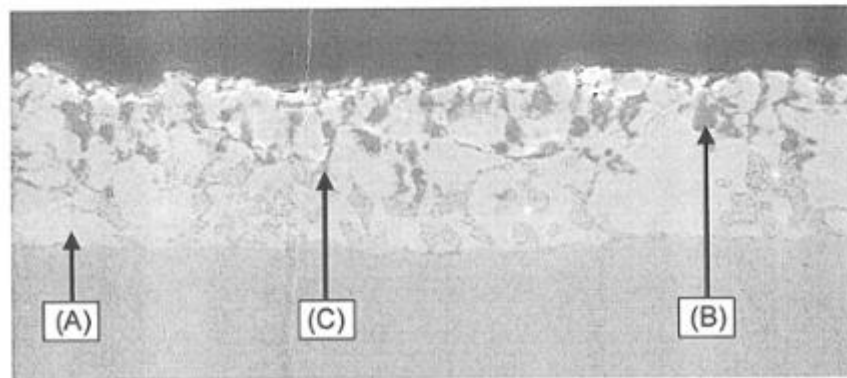
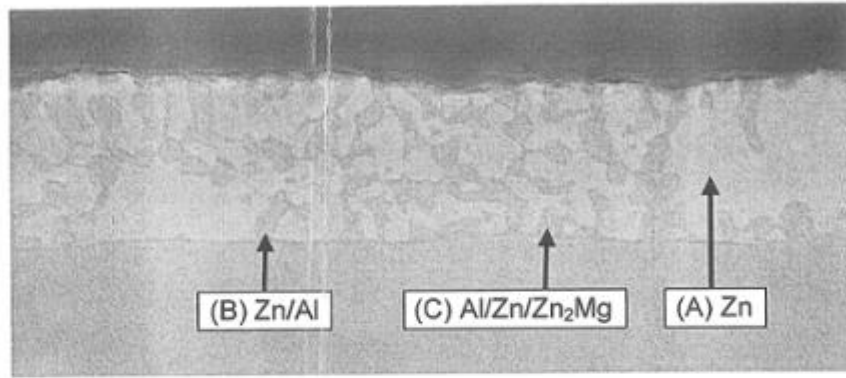
1-0026404

(51)⁷ C23C 28/00; B32B 15/095; B32B 9/00; (13) B
C23C 8/16; C22C 18/04; C23C 2/06;
B32B 15/01; C22C 18/00

(21) 1-2014-03540 (22) 23/04/2013
(86) PCT/JP2013/002718 23/04/2013 (87) WO 2013/161269 31/10/2013
(30) 2012-100440 25/04/2012 JP; 2013-062220 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 này. 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 0,1-22,0% khối lượng, và chứa Mg với lượng 0,1-1,5% khối lượng, trong toàn bộ lớp. Lớp mạ này hóa đen bằng cách cho tấm thép mạ nóng chảy tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín. Khi thực hiện, nồng độ của oxy bên 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 có 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 nhiệt độ cao lên tấm thép mạ kẽm chứa nhôm nhúng nóng trong thời gian 24 giờ hoặc lâu hơn.

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 bám dính và do đó không thể tạo ra 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 làm bằng 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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% 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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% khối lượng; và cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng này 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 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 [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 bao gồm polyol nền ete và polyol nền este với polyisoxyanat, tỷ lệ của 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 đa hóa trị.

[8] Phương pháp sản xuất tấm thép mạ đen theo điểm bất kỳ trong các điểm từ [5] đến [7], trong đó màng phủ nhựa hữu cơ chứa 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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% khối lượng; cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng này tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín; và tạo 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 được vật phẩm từ đó trong thời gian ngắn. Tấm thép mạ đen

được sản xuất theo sáng chế rất tốt về mặt thiết kế, có khả năng giữ vẻ bề ngoài màu đen, 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; và

Fig.2 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 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

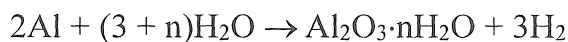
Loại tấm thép nền không bị giới hạn cụ thể. Để làm tấm thép nền, ví dụ tấm thép bao gồm thép cacbon thấp, thép cacbon trung bình, thép cacbon trung cao, thép hợp kim hoặc tương tự có thể được sử dụng. Trong trường hợp đòi hỏi khả năng tạo hình nén tốt, tấm thép để vuốt sâu bao gồm thép cacbon thấp có 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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% khối lượng được sử dụng. Al và Mg là các nguyên tố để cải thiện khả năng chống ăn mòn của tấm thép mạ kẽm, và là các nguyên tố thiết yếu để diễn ra sự 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 thể thu được khả năng chống ăn mòn thích hợp. 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 nhiều oxit (gi) trên bề mặt mạ trong khi sản xuất tấm thép mạ.

Đôi lúc xảy ra hiện tượng lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có thành phần được mô tả ở trên chứa pha Al đơn ở dạng kết cấu kim loại phụ thuộc vào thành phần mạ. Ví dụ, pha Al đơn là Al⁰ cơ bản. Al là nguyên tố tạo ra oxit lưỡng tính và có khả năng phản ứng với H₂O cao hơn so với Zn và Mg. Do đó, Al kim loại ngay lập tức trở thành oxit hoặc hydroxit theo phản ứng sau đây khi Al kim loại tiếp xúc với hơi nước ở nhiệt độ cao. Theo phần mô tả này, oxit và hydroxit được gọi chung là oxit. Trong tấm thép mạ đen được mô tả trong PTL 1, vì Zn có độ hoạt động kém khi phản

ứng với H_2O , phản ứng oxi hóa đòi hỏi mất nhiều thời gian. Mặt khác, trong tấm thép mạ đen theo sáng chế, do Al hoạt động mạnh khi phản ứng với H_2O như sẽ được mô tả sau, nên cần ít thời gian cho phản ứng oxi hóa.



Lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng có thành phần được mô tả ở trên bao gồm ít nhất một hoặc nhiều thành phần trong số Al'' cơ bản, tinh thể Zn cơ bản, tinh thể Zn_2Mg cơ bản, cấu trúc otecti hai thành phần Zn/Al, cấu trúc otecti hai thành phần Al/ Zn_2Mg , cấu trúc otecti hai thành phần Zn/ Zn_2Mg , và cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/ Zn_2Mg . Ví dụ, trong lớp được mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng được minh họa trên Fig.1A, cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/ Zn_2Mg (trên hình vẽ được biểu diễn là "Al/Zn/ Zn_2Mg ") và pha Al đơn (trên hình vẽ được biểu diễn là "pha Al tinh thể cơ bản") được trộn lẫn với nhau.

Như được minh họa trên Fig.1A, các pha riêng rẽ (pha Al, pha Zn, và pha Zn_2Mg) tạo thành cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/ Zn_2Mg , mỗi pha có kích thước và hình dạng không đồng đều, và được kết hợp với nhau. 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_2Mg là dung dịch rắn Zn chứa một lượng nhỏ Al, và trong một số trường hợp còn chứa một lượng nhỏ Mg. Pha Zn_2Mg 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 được tạo lớp giữa các pha Zn) là pha hợp chất liên kim loại xuất hiện ở gần điểm nơi mà hàm 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 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 tách biệt dưới dạng pha Al mịn và pha Zn mịn ở nhiệt độ thường. Pha

Al mịn và pha Zn mịn trong cấu trúc orecti ba thành phần được phân tán trong pha Zn_2Mg .

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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng, Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% khối lượng, và sự 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 kết dính của tấm thép nền với lớp mạ. Trong trường hợp, đôi khi xảy ra hiện tượng pha Mg_2Si được coi 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 của pha $Zn_{11}Mg_2$ 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 xuất hiện trong lớp mạ. Ngoài ra, việc bổ sung thêm 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, trong 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 có trong lớp mạ

cho tổng khối lượng của các kim loại có 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 của 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 độ dày lớp mạ nằm trong khoảng từ 3 đến 100 μm . Trong trường hợp độ dày lớp mạ nhỏ hơn 3 μm , có khả năng xảy ra việc vết xước sẽ chạm đến tấm thép nền khi xử lý gia công, và do đó có nguy cơ làm giảm khả năng chống ăn mòn và duy trì vẻ bề ngoài màu đen. Mặt khác, khi độ dày lớp mạ dày quá 100 μm , có nguy cơ lớp mạ và tấm thép nền bị tách ra 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 đã chuẩn bị trong bước thứ nhất được cho tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín để hóa đen lớp mạ trong bước thứ hai. Trong phần mô tả này, việc cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng tiếp xúc với hơi nước trong buồng kín được gọi là "xử lý bằng hơi nước". Nhờ xử lý bằng hơi nước, có thể giảm độ sáng bề mặt (giá trị L^*) của lớp mạ xuống 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 đo phản xạ quang phổ theo tiêu 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. Ở đây, "trong lớp mạ" bao gồm cả bề mặt lớp mạ và ở bên trong lớp mạ. Cơ chế tạo ra oxit màu đen không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên, cơ chế được ưu tiên là như sau.

Oxit của Al, là nguyên tố có thể oxy hóa dễ dàng, có mặt trên bề mặt của lớp mạ. Khi bắt đầu xử lý bằng hơi nước, lớp oxy hóa trên bề mặt phản ứng với H_2O bị thay đổi để tạo ra hydroxit ở vị trí thứ nhất, và H_2O đi qua lớp oxit này để phản ứng với kim loại trong lớp mạ. Tại thời điểm này, Zn có mặt với lượng lớn nhất trong lớp mạ bị oxy hóa để tạo ra oxit hoặc hydroxit. Trong phần mô tả này, oxit và hydroxit được gọi chung là oxit. Quá trình oxy hóa Zn xảy ra ở sâu trong lớp mạ theo thời gian. Ở trạng thái này, khi Al hoạt động mạnh với oxy có mặt gần oxit kẽm, vì oxy có xu hướng bị giảm do hơi nước, Al hoạt động mạnh chiếm lấy oxy của kẽm oxit để trở thành oxit nhôm. Do đó, có thể coi là oxit Zn bị biến thành oxit loại thiếu hụt oxy (ví dụ, ZnO_{1-x} và v.v.) với thành phần không không hợp thức. Ngoài ra, vì oxy có xu hướng giảm, có thể coi là một phần của oxit Al trở thành oxit loại thiếu hụt oxy. Khi oxit Zn loại thiếu hụt oxy được tạo ra như được mô tả ở đây, ánh sáng bị giữ lại ở phần thiếu hụt, và do đó oxit có vẻ bề ngoài màu đen.

Theo phương pháp sản xuất trong PTL 1, chỉ có bề mặt của lớp mạ được hóa đen do sự tạo thành tinh thể kim của ZnO_{1-x} . Mặt khác, trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, lớp oxit màu đen được tạo ra ở bề mặt lớp mạ, và oxit màu đen được phân tán bên trong lớp mạ, xét đến cơ chế phản ứng được đề cập ở trên. Do đó, trong tấm thép mạ đen được tạo ra bởi 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. Các oxit đã hóa đen ở trong lớp mạ có thể được xác nhận bằng cách quan sát bằng kính hiển vi quang học mặt cắt ngang của lớp mạ, hoặc bằng cách hỗn hống hóa các kim loại Zn, Al và Mg trong lớp mạ với dung dịch $HgCl_2$ bão hòa để loại bỏ và chỉ thu lấy các oxit. 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 luận ra 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, trong bước thứ hai, cần giảm nồng độ oxy trong không khí (áp suất phần oxy) dùng để xử lý bằng hơi nước. Cụ thể, tốt hơn là nồng độ oxy trong khí xử lý bằng hơi nước là 13% hoặc thấp hơn. Phương pháp 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 có thể 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.

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 bị giảm. Ngoài ra, khi nước được đun nóng đến nhiệt độ 100°C hoặc cao hơn trong buồng kín, áp suất trong buồng kín là 1 atm hoặc cao hơn, và nồng độ oxy trong khí quyển dễ bị hạ xuống, và do đó tốt nhất 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 quá cao. Hơn nữa, 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, mà điều này là không có lợi. Do đó, tốt nhất là 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 và nhỏ hơn hoặc bằng 200°C.

Trong trường hợp muốn giảm nhiệt độ dùng để xử lý bằng hơi nước xuống dưới 100°C, khí trơ có thể được nạp vào bình để ngăn việc trộn lẫn oxy khi thiết lập áp suất trong bình đến 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, N₂,

He, Ne, Kr và Xe. Trong số các khí trơ này, Ar, N₂ và He có sẵn với chi phí thấp nên 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 bằng 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 nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 30% và nhỏ hơn hoặc bằng 100%, tốt hơn nữa 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 bị chậm và làm giảm năng suất. Ngoài ra, trong trường hợp độ ẩm tương đối của hơi nước là 100% thì có nguy cơ về bề ngoài xấu do nước ngưng tụ đọng 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.), hàm 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 Zn₁₁Mg₂ từ Zn₂Mg trong lớp mạ, điều này có thể rút ngắn thời gian xử lý bằng hơi nước để đạt được về bề ngoài màu đen cho lớp mạ. Nhiệt độ nung nóng tấm thép mạ thích hợp tại thời điểm này 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 Zn₁₁Mg₂ từ Zn₂Mg bằng nung nóng sơ bộ bị kéo dài, và do đó không thể rút ngắn thời gian xử lý bằng hơi nước. Mặt khác, mặc dù nhiệt độ nung nóng cao hơn 350°C cho phép chuyển hóa Zn₂Mg thành Zn₁₁Mg₂ trong thời gian ngắn, nhưng tiến trình tiếp theo của phản ứng tạo ra lớp mạ có khả năng chống ăn mòn giảm đi do sự phân tách của mỗi pha với tiến trình thay đổi trong trạng thái của lớp mạ, dẫn đến không dễ điều khiển được 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, hàm 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. Lưu ý rằng việc nung nóng sơ bộ có hiệu quả khi hàm lượng Mg trong lớp mạ lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng, xét đến việc pha Zn_2Mg thường xuất hiện khi hàm lượng Mg trong lớp mạ lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng.

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 florua hòa tan của kim loại van trong màng phủ vô cơ có thể tạo ra chức năng tự sửa chữa. Florua của kim loại van tan trong hơi ẩm trong không khí để tạo ra các oxit hoặc hydroxit có độ tan yếu, kết tủa trên tấm thép lộ ra từ các vùng thiếu hụt trong màng phủ để che lấp các vùng thiếu hụt. Việc có lẫn muối florua hòa

tan của kim loại van, florua hòa tan của kim loại van có thể thêm vào vật liệu phủ vô cơ, hoặc 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 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, bổ sung 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 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 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 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, bổ sung chức năng tự sửa chữa của kim loại van được tạo ra 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 thành từ 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 không khí không tiếp xúc 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 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 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 cho polyol phản ứng 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 kết 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 các 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 glyxerin.

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 bằng 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, có thể 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. Do đó, 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, ω,ω' -diisoxyanat-1,4-dimetylbenzen, và ω,ω' -diisoxyanat-1,3-dimetylbenzen. Các chất này có thể được sử dụng một mình hoặc có thể được sử dụng kết hợp từ hai hoặc nhiều chất.

Tốt hơn nếu 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 phenol đa hóa trị giúp tạo ra độ kết 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 thêm hợp chất kim loại van vào vật liệu phủ hữu cơ, axit hữu cơ có chức năng tạo phức 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 bị 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 kết 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 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 vật phẩm được tạo thành 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 thành 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 thành 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 thành 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 thành 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 μm được chuẩn bị từ đế là SPCC có độ dày tấm là 1,2 mm. Thành phần dung dịch mạ (nồng độ của Zn, Al và Mg) được thay đổi để chuẩn bị 29 mẫu tấm thép mạ, mỗi loại có lớp mạ với thành phần khác nhau. Thành phần dung dịch mạ và độ dày lớp mạ đối với mỗi loại trong số 29 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

Mẫu tấm thép mạ số	Thành phần dung dịch mạ (%khối lượng)					Độ dày lớp mạ (μm)
	Al	Mg	Si	Ti	B	
1	6,0	0,1	-	-	-	15
2	3,8	0,8	-	-	-	
3	6,0	1,1	-	-	-	
4	1,8	1,3	0,006	0,002	-	
5	3,8	0,8	0,005	-	-	
6	3,8	0,8	0,020	-	-	
7	3,8	0,8	0,200	-	-	
8	3,8	0,8	2,000	-	-	
9	3,8	0,8	-	0,001	-	
10	3,8	0,8	-	0,002	-	
11	3,8	0,8	-	0,100	-	
12	3,8	0,8	-	-	0,0005	
13	3,8	0,8	-	-	0,045	
14	3,8	0,8	-	0,001	0,0005	
15	3,8	0,8	-	0,001	0,045	
16	3,8	0,8	-	0,100	0,0005	
17	3,8	0,8	-	0,100	0,045	
18	3,8	0,8	-	0,002	0,0005	
19	3,8	0,8	0,020	0,020	-	
20	3,8	0,8	0,020	0,020	0,0005	
21	0,1	0,8	-	-	-	3
22	22,0	0,8	-	-	-	
23	3,8	0,8	3,8	0,8	3,8	
24	3,8	0,8	-	-	-	10
25	3,8	0,8	-	-	-	100
26	-	0,2	-	-	-	15
27	30,0	0,8	-	-	-	
28	6,0	-	-	-	-	
29	6,0	15,0	-	-	-	

Fig.1A là ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử minh họa mặt cắt ngang của lớp mạ trên tấm thép mạ số 2. Trên Fig.1A, "A" dùng để chỉ phần tương ứng với pha Zn, "B" dùng để chỉ phần tương ứng với pha Zn/Al, và "C" dùng để chỉ phần tương ứng với pha Al/Zn/Zn₂Mg.

Mỗi mẫu tấm thép mạ chuẩn bị được được đặt trong thiết bị xử lý nhiệt ẩm có nhiệt độ cao và áp suất cao (Hisaka Works, Ltd.) để cho lớp mạ tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong các bảng 2 và 3. Trong xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ cao và áp suất cao, các điều kiện để cho 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 với 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 đo 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 nối 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 trên tấm thép mạ trong Ví dụ 4 sau khi xử lý bằng hơi nước. Trên Fig.1B, "A" dùng để

chỉ phần tương ứng với pha Zn, "B" dùng để chỉ phần tương ứng với pha Zn/Al, và "C" dùng để chỉ phần tương ứng với pha Al/Zn/Zn₂Mg. Khi so sánh Fig.1A và Fig.1B, có thể hiểu rằng sự thay đổi diễn ra chủ yếu ở pha Zn/Al và pha Al/Zn/Zn₂Mg.

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 40, 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 40 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 40 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 11). Sau khi hàn kín các mặt đối 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 cần nhiều hơn 70 chu trình để có phần vùng bị gỉ màu đỏ đạt đến 5% được đánh giá là "A", nhiều hơn hoặc bằng 30 chu trình và ít hơn hoặc bằng 70 chu trình được đánh giá là "B", và ít hơn 30 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 2 và 3.

Bảng 2

	Tâm 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	35(A)	30(B)
Ví dụ 2	1	95	95	Ar	2	0,10	140	35(A)	30(B)
Ví dụ 3	2	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 4	2	140	95	Ar	1	0,70	2	38(B)	42(B)
Ví dụ 5	2	80	95	Ar + N ₂	1	0,10	140	36(B)	42(B)
Ví dụ 6	2	95	95	N ₂	2	0,10	140	33(A)	42(B)
Ví dụ 7	2	95	95	Ar	2	0,10	140	33(A)	42(B)
Ví dụ 8	2	95	95	He	2	0,10	140	33(A)	42(B)
Ví dụ 9	2	140	80	O ₂	6	0,38	6	38(B)	42(B)
Ví dụ 10	2	140	80	O ₂	10	0,39	6	53 (C)	44(B)
Ví dụ 11	2	140	80	O ₂	13	0,40	6	58(C)	44(B)
Ví dụ 12	3	140	95	Không có	1	0,34	6	34(A)	48(B)

Ví dụ 13	3	140	95	Ar	2	0,10	140	32(A)	48(B)
Ví dụ 14	4	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	48(B)
Ví dụ 15	4	140	95	Ar	1	0,70	2	38(B)	46(B)
Ví dụ 16	4	80	95	Ar	1	0,10	140	38(B)	46(B)
Ví dụ 17	4	95	95	N ₂	2	0,10	140	35(A)	46(B)
Ví dụ 18	4	95	95	Ar	2	0,10	140	34(A)	46(B)
Ví dụ 19	4	95	95	He	2	0,10	140	34(A)	46(B)
Ví dụ 20	5	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	42(B)
Ví dụ 21	6	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 22	7	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 23	8	140	95	Không có	1	0,34	2	43(C)	42(B)
Ví dụ 24	9	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	42(B)
Ví dụ 25	10	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)

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 26	11	140	95	Không có	1	0,34	2	Độ sáng (giá trị L*)	Số chu trình (số lần lặp lại)
Ví dụ 27	12	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 28	13	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 29	14	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	42(B)
Ví dụ 30	15	140	95	Không có	1	0,34	2	43(C)	42(B)
Ví dụ 31	16	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 32	17	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	42(B)
Ví dụ 33	18	140	95	Không có	1	0,34	2	43(C)	42(B)
Ví dụ 34	19	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	42(B)
Ví dụ 35	20	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	42(B)
Ví dụ 36	21	140	95	Không có	1	0,34	2	42(C)	30(B)
Ví dụ 37	22	140	95	Không có	1	0,34	2	41(C)	70<(A)
Ví dụ 38	23	140	95	Không có	1	0,34	6	34(A)	30(B)
Ví dụ 39	24	140	95	Không có	1	0,34	6	34(A)	38(B)

Ví dụ 40	25	140	95	Không có	1	0,34	6	34(A)	70<(A)
Ví dụ so sánh 1	26	140	95	Không có	1	0,34	6	38(B)	20(D)
Ví dụ so sánh 2	26	95	95	Ar	2	0,10	140	38(B)	20(D)
Ví dụ so sánh 3	27	140	95	Không có	1	0,34	6	25(A)	70<(A)
Ví dụ so sánh 4	27	95	95	N ₂	2	0,10	140	26(A)	70<(A)
Ví dụ so sánh 5	28	140	95	Không có	1	0,34	6	39(B)	26(D)
Ví dụ so sánh 6	28	95	95	Ar	2	0,10	140	39(B)	26(D)
Ví dụ so sánh 7	29	140	95	Không có	1	0,34	6	28(A)	70<(A)
Ví dụ so sánh 8	29	95	95	Ar	2	0,10	140	26(A)	70<(A)
Ví dụ so sánh 9	2	140	80	O ₂	15	0,60	6	62(D)	70<(A)
Ví dụ so sánh 10	2	140	80	O ₂	18	0,60	6	65(D)	48(B)
Ví dụ so sánh 11	2	95	95	O ₂	20	0,10	140	71(D)	48(B)

Như được thể hiện trong các Bảng 2 và 3, trong các mẫu tấm thép mạ trong các ví dụ so sánh 1 và 2, hàm lượng Al trong lớp mạ vượt quá phạm vi thích hợp, và do đó khả năng chống ăn mòn bị giảm xuống. Trong các mẫu tấm thép mạ trong các ví dụ so sánh 5 và 6, hàm lượng Mg trong lớp mạ vượt quá phạm vi thích hợp, và do đó khả năng chống ăn mòn bị giảm xuống. Ngoài ra, trong các mẫu tấm thép mạ ở các ví dụ so sánh 3, 4, 7, và 8, lượng oxit (gỉ) được tạo ra trên bề mặt mạ lớn và gỉ dính vào bề mặt lớp mạ trong khi sản xuất thép, và do đó không đạt được bề mặt mạ đẹp. 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 40 được hóa đen đủ và khả năng chống ăn mòn của các lớp mạ 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, gấp mẫu thử nghiệm 180° (8 t), và tiến hành thử nghiệm bóc ở phần gấp. Nếu có bất kỳ mẫu nào trong số các mẫu tấm thép mạ theo ví dụ từ 1 đến 40 có tỷ lệ vùng bị bóc là 10% hoặc ít hơn, thì nó được xác nhận là vẫn giữ được độ bám dính khi xử lý tốt 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 và khả năng biến dạng nén rất tốt.

Ví dụ thử nghiệm 2

Mỗi loại trong số các mẫu tấm thép mạ từ 1 đến 3 trong bảng 1 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 bảng 4. 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 Bảng 4.

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 41 đến 51) được đo sử dụng thiết bị đo sự chênh lệch phổ màu. Độ sáng của bề mặt lớp mạ của mỗi loại mẫu tấm thép mạ sau khi xử lý bằng hơi nước được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4

	Tấm thép mạ (theo bảng 1)	Nung nóng sơ bộ		Các điều kiện để tiếp xúc với hơi nước						Độ đen
		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 41	2	Không có		145	85	Không có	4	0,35	1	48(C)
Ví dụ 42	2	Không có		95	95	Ar	1	0,10	48	50(C)
Ví dụ 43	2	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	37(B)
Ví dụ 44	2	200	6	145	85	Không có	4	0,35	1	39(B)
Ví dụ 45	2	200	2	145	85	Không có	4	0,35	1	43(C)
Ví dụ 46	2	200	1	145	85	Không có	4	0,35	1	45 (C)
Ví dụ 47	2	250	6	95	95	Ar	1	0,10	48	39(B)
Ví dụ 48	1	Không có		145	85	Không có	4	0,35	1	52(C)
Ví dụ 49	1	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	39(B)
Ví dụ 50	3	Không có		145	85	Không có	4	0,35	1	48(C)
Ví dụ 51	3	200	10	145	85	Không có	4	0,35	1	38(B)

Như được thể hiện trong Bảng 4, trong các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 43 đến 47, 49, và 51 mà việc nung nóng sơ bộ được tiến hành trước khi xử lý bằng hơi nước, độ sáng bị giảm xuống thậm chí xử lý trong thời gian ngắn so với độ sáng của các mẫu tấm thép mạ không tiến hành nung nóng sơ bộ.

Từ các kết quả nêu trên có thể hiểu rằng thời gian đòi hỏi cho việc xử lý bằng hơi nước có thể được rút ngắn 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 4 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.2, 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 4, 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 5.

Bảng 5

Điều kiện	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Khí quyển	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (Mpa)	Thời gian xử lý (giờ)
A	115	95	Không có	1	0,34	36
B			Ar		0,70	24
C			N ₂		0,70	24

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.2) 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.2) 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 ΔL^* , 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 ΔL^* nhỏ hơn hoặc bằng 5, "B" trong trường hợp giá trị ΔL^* là lớn hơn 5 và nhỏ hơn hoặc bằng 10, "C" trong trường hợp giá trị ΔL^* là lớn hơn 10 và nhỏ hơn hoặc bằng 15 hoặc, và "D" trong trường hợp giá trị ΔL^* lớn hơn 15.

Ngoài ra, mẫu thử nghiệm 70 mm $\times$ 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 6.

Bảng 6

	Xử lý bằng hơi nước		Tấm thép mạ (theo bảng 1)	Độ đen			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 ΔL^*)	Số lượng chu trình (lặp lại)
Ví dụ 52	A	Có	1	36	37	1(A)	30(B)
Ví dụ 53	A	Không	1	37	79	42(D)	36(B)
Ví dụ 54	A	Có	2	33	34	1(A)	42(B)
Ví dụ 55	A	Không	2	34	77	43(D)	47(B)
Ví dụ 56	A	Có	4	32	33	1(A)	48(B)
Ví dụ 57	A	Không	4	32	79	47(D)	52(B)
Ví dụ 58	B	Có	1	36	37	1(A)	30(B)
Ví dụ 59	B	Không	1	38	79	41(D)	36(B)
Ví dụ 60	B	Có	2	33	34	1(A)	42(B)
Ví dụ 61	B	Không	2	35	78	43(D)	48(B)
Ví dụ 62	B	Có	4	32	33	1(A)	49(B)
Ví dụ 63	B	Không	4	33	77	44(D)	52(B)
Ví dụ 64	C	Có	1	36	37	1(A)	30(B)
Ví dụ 65	C	Không	1	37	79	42(D)	36(B)
Ví dụ 66	C	Có	2	33	35	2(A)	43(B)
Ví dụ 67	C	Không	2	33	78	45(D)	47(B)
Ví dụ 68	C	Có	4	32	34	2(A)	48(B)
Ví dụ 69	C	Không	4	33	78	45(D)	52(B)

Như được thể hiện trong Bảng 6, trong các mẫu thử nghiệm (các ví dụ 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, và 69) 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 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, và 68) 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

Mỗi loại chất lỏng xử lý hóa vô cơ được thể hiện trong bảng 7 được phủ lên tấm thép mạ số 2 trong Bảng 1, và tấm thép mạ được đặt vào lò điện mà không cần rửa bằng nước, và sau đó được nung nóng và sấy khô trong điều kiện nhiệt độ cuối của tấm là 120°C để tạo ra màng phủ vô cơ trên bề mặt của tấm thép mạ.

Bảng 7

Chất lỏng xử lý	Hợp chất kim loại van		Phosphat		Axit hữu cơ	
	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)
1	H_2TiF_6	Ti:2	H_3PO_4	P:4	-	-
2	$(NH_4)_2TiF_6$	Ti:6	H_3PO_4	P:4	-	-
3	H_2TiF_6	Ti:8	-	-	Axit tannic	10
4	$(NH_4)VO_3$	V:5	-	-	-	-
5	V_2O_5 $(NH_4)_2ZrO(CO_3)_2$	V:5 Zr:6	H_3PO_4	P:4	-	-
6	H_2ZrF_6	Zr:6	-	-	-	-
7	$Zr(SO_4)_2$	Zr:6	-	-	-	-
8	HfF_4	Hf:1	-	-	-	-
9	H_2SiF_6	Si:2	H_3PO_4	P:4	-	-
10	$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	Al:1	-	-	-	-
11	$(NH_4)_{10}W_{12}O_{41}$	W:3	-	-	-	-
12	Sol axit Niobic	Nb:2	-	-	Axit Tartaric	10
13	$Ta_2O_5 \cdot nH_2O$	Ta:1	-	-	-	-
14	V_2O_5 $ZrO(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	V:5 Zr:6	H_3PO_4	P:4	-	-
15	$ZrO(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	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 Bảng 8.

Độ sáng bề mặt (giá trị L^*) của lớp mạ của mỗi tấm thép mạ (các ví dụ từ 70 đến 85) 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 70 đến 85) 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 nghiệm trong thời gian 12 giờ theo chuẩn JIS Z2371. Trường hợp tỷ lệ vùng có gỉ màu trắng tạo ra sau khi phun là 0% được đánh giá là "A", trường hợp lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 5% hoặc được đánh giá là "B", trường hợp lớn hơn 5% và nhỏ hơn hoặc bằng 10% hoặc được đánh giá là "C", trường hợp lớn hơn 10% 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 Bảng 8.

[Bảng 8]

	Tấm thép mạ (Theo bảng 1)	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 7)	Lượng kim loại van đi kèm	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối %	Nồng độ oxy (%)	áp suất tuyệt đối MPa	Thời gian xử lý (Giờ)		
Ví dụ 70	2	1	Ti60	110	80	4	0.12	24	37(B)	0(A)
Ví dụ 71		2	Ti70						35(A)	0(A)
Ví dụ 72		3	Ti80						37(B)	0(A)
Ví dụ 73		4	V50						36(B)	0(A)
Ví dụ 74		5	V50						35(A)	0(A)
Ví dụ 75		6	Zr100							
Ví dụ 76		7	Zr60						36(B)	0(A)
Ví dụ 77		8	Hf100						37(B)	0(A)
Ví dụ 78		9	Si200							
Ví dụ 79		10	Al150						37(B)	0(A)
Ví dụ 80		11	W90						36(B)	0(A)
Ví dụ 81		12	Nb80						35(A)	0(A)
Ví dụ 82		13	Ta70						36(B)	0(A)
Ví dụ 83		14	V60 Zr72						37(B)	0(A)
Ví dụ 84		15	Zr100						36(B)	0(A)
Ví dụ 85		Không							35(A)	96(D)

Như được thể hiện trong Bảng 8, các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 70 đến 84 trên đó màng phủ vô cơ được tạo ra thể hiện khả năng chống ăn mòn tốt hơn nhiều so với tấm thép mạ ở Ví dụ 85 trên đó không tạo ra màng phủ vô cơ.

Từ các kết quả trên có thể hiểu rằng khả năng chống ăn mòn của tấm thép mạ đen có thể được cải thiện nhờ tạo màng phủ vô cơ.

Ví dụ thử nghiệm 5

Tấm thép mạ số 2 trong Bảng 1 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 9 để thu được tấm thép mạ đen.

Bảng 9

Tấm thép mạ đen	Tấm thép mạ (theo bảng 1)	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	2	110	85	3	0,12	28	34(A)

Mỗi chất lỏng xử lý hóa hữu cơ được thể hiện trong bảng 10 được phủ 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 sấy khô trong điều kiện với 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 10

Chất lỏng 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)	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)	Loại	Nồng độ (g/L)
1	Nhựa uretan	100	-	-	H ₂ TiF ₆	Ti:1	H ₃ PO ₄	P:1	-	-
2	Nhựa epoxy	100	-	-	(NH ₄) ₂ TiF ₆	Ti:1	H ₃ PO ₄	P:1	-	-
3	Nhựa uretan	100	-	-	H ₂ TiF ₆	Ti:1	-	-	-	-
4	Nhựa acrylic	100	-	-	(NH ₄)VO ₃	V:1	-	-	-	-
5	Nhựa uretan	100	-	-	V ₂ O ₅	V:1	H ₃ PO ₄	P:1	-	-
6	Nhựa uretan	100	5	-	(NH ₄) ₂ ZrO(CO ₃) ₂	Zr:1	-	-	-	-
7	Nhựa polyolefin	100	-	-	V ₂ O ₅	V:1	H ₃ PO ₄	P:1	-	-
8	Nhựa acrylic	100	-	-	(NH ₄) ₂ ZrO(CO ₃) ₂	Zr:1	-	-	-	-
9	Nhựa uretan	100	-	-	Zr(SO ₄) ₂	Zr:1	-	-	-	-
10	Nhựa florin	100	-	-	HfF ₄	Hf:1	-	-	-	-
11	Nhựa polyester	100	-	-	H ₂ SiF ₆	Si:1	H ₃ PO ₄	P:1	-	-
12	Nhựa uretan	100	-	-	Al(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O	Al:1	-	-	-	-
13	Nhựa uretan	100	-	-	-	-	-	-	Axit tannic	10
14	Nhựa acrylic	100	-	-	Sol axit niobic	Nb:1	-	-	-	-
15	Nhựa uretan	100	-	-	Ta ₂ O ₅ ·nH ₂ O	Ta:1	-	-	-	-
					V ₂ O ₅	V:1	H ₃ PO ₄	P:1	-	-
					ZrO(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	Zr:1	-	-	-	-
					ZrO(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	Zr:1	-	-	-	-

Chất bôi trơn: sáp nền polyetylen (đường kính hạt trung bình :1,0µm)

Thử nghiệm khả năng chống ăn mòn và thử nghiệm khả năng chống xước được tiến hành đối với mỗi mẫu tấm thép mạ (các ví dụ từ 86 đến 101) trên đó màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra. 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 kích thước 30-mm x 250-mm phải trải qua thử nghiệm kéo tạo gờ nổi (độ cao gờ nổi: 4 mm, áp suất: 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 tấm thép mạ được thể hiện trong Bảng 11.

Bảng 11

	Tấm thép mạ đen (theo bảng 9)	Xử lý hữu cơ		Khả năng chống ăn mòn	Khả năng chống xước
		Xử lý (theo bảng 10)	Độ dày màng (µm)	Tỷ lệ vùng bị gi trắng (%)	Tỷ lệ vùng bị xước (%)
Ví dụ 86	A	1	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 87		2	2	0(A)	9(C)
Ví dụ 88		3	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 89		4	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 90		5	2	0(A)	4(B)
Ví dụ 91		6	2	0(A)	0(A)
Ví dụ 92		7	2	0(A)	5(C)
Ví dụ 93		8	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 94		9	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 95		10	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 96		11	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 97		12	2	0(A)	4(B)
Ví dụ 98		13	2	0(A)	4(B)

Ví dụ 99	A	14	2	0(A)	6(C)
Ví dụ 100		15	2	0(A)	3(B)
Ví dụ 101		Không có		98(D)	92(D)

Như được thể hiện trong Bảng 11, các mẫu tấm thép mạ theo các ví dụ từ 86 đến 100 trên đó màng phủ nhựa hữu cơ được tạo ra thể hiện khả năng chống ăn mòn và khả năng chống xước tốt hơn nhiều so với tấm thép mạ ở Ví dụ 101 trên đó không tạo ra màng phủ nhựa hữu cơ.

Từ các kết quả nêu 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 nhờ tạo ra màng phủ nhựa hữu cơ.

Ví dụ thử nghiệm 6

Tấm thép mạ số 2 trong Bảng 1 được phủ chất lỏng xử lý hóa hữu cơ được thể hiện trong bảng 12, 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 hydrat hóa.

Bảng 12

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 ₂ TiF ₆	Ti:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
18	5	95	100	(NH ₄)VO ₃	V:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
19	5	95	100	ZrO(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	Zr:l	-	-	-	-
20	5	95	100	HfF ₄	Hf:l	-	-	-	-
21	5	95	100	H ₂ SiF ₆	Si:l	-	-	-	-
22	5	95	100	Sol axit niobic	Nb:l	-	-	-	-
23	5	95	100	Al(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O	Al:l	-	-	-	-
24	5	95	100	Ta ₂ O ₅ ·nH ₂ O	Ta:l	-	-	-	-
25	5	95	100	V ₂ O ₅	V:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
26	5	95	100	-	-	-	-	Axit tannic	10
27	30	70	100	-	-	-	-	-	-
28	30	70	100	(NH ₄)VO ₃	V:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
29	30	70	100	V ₂ O ₅	V:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
30	30	70	180	ZrO(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	Zr:l	-	-	-	-
31	30	70	100	-	-	-	-	Axit tannic	10
32	0	100	100	-	-	-	-	-	-
33	0	100	100	(NH ₄)VO ₃	V:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
34	0	100	100	V ₂ O ₅	V:l	H ₃ PO ₄	P:l	-	-
35	0	100	100	ZrO(NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	Zr:l	-	-	-	-
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

hiệt độ cao và độ ẩm cao, và lớp mạ được tiếp xúc với hơi nước dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 13.

Độ sáng bề mặt (giá trị L^*) của lớp mạ đối với mỗi mẫu tấm thép mạ (các ví dụ từ 102 đến 126) 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 102 đến 126) 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 Bảng 13

Bảng 13

	Tấm thép mạ (theo bảng 1)	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 12)	Độ dày màng (μm)	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Độ ẩm tương đối (%)	Nồng độ oxy (%)	Áp suất tuyệt đối (MPa)	Thời gian xử lý (giờ)		
Ví dụ 102	2	16	2	110	90	4	0,13	21	31(A)	9(C)
Ví dụ 103		17	2						33(A)	6(C)
Ví dụ 104		18	2						32(A)	5(B)
Ví dụ 105		19	2						31(A)	4(B)
Ví dụ 106		20	2						32(A)	3(B)
Ví dụ 107		21	2						32(A)	4(B)
Ví dụ 108		22	2						32(A)	6(C)
Ví dụ 109		23	2						31(A)	4(B)
Ví dụ 110		24	2						33(A)	6(C)
Ví dụ 111		25	2						32(A)	4(B)
Ví dụ 112	2	26	2	110	90	4	0,13	21	33(A)	0(A)
Ví dụ 113		27	2						31(A)	9(C)
Ví dụ 114		28	2						31(A)	3(B)

Ví dụ 115		29	2						31(A)	3(B)
Ví dụ 116		30	2						31(A)	3(B)
Ví dụ 117		31	2						30(A)	0(A)
Ví dụ 118		32	2						33(A)	35(D)
Ví dụ 119		33	2						32(A)	25(D)
Ví dụ 120		34	2						31(A)	26(D)
Ví dụ 121		35	2						31(A)	15(D)
Ví dụ 122		36	2						31(A)	33(D)
Ví dụ 123		37	2						32(A)	18(D)
Ví dụ 124		38	2						32(A)	20(D)
Ví dụ 125		39	2						32(A)	12(D)
Ví dụ 126		40	2						31(A)	13(D)

Trong 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 118 đến 126). Ngược lại, khả năng chống ăn mòn của các mẫu tấm thép mạ đen theo các ví dụ từ 102 đến 117 trên đó màng phủ nhựa bằng nhựa uretan thu được nhờ kết hợp polyol nền ete và polyol nền este theo tỷ lệ định trước được tạo ra được cải thiện đủ.

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên từ đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-100440, nộp ngày 25/4/2012 và đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2013-062220, nộp ngày 25/3/2013, và sự bộc lộ của các đơn này bao gồm bản mô tả và các hình vẽ được kết hợp toàn bộ ở đây để 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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% khối lượng; và

cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng này 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,

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 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 của 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,

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 0,1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% khối lượng và Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng và nhỏ hơn 1,5% khối lượng ;

cho tấm thép mạ kẽm chứa magie và nhôm nhúng nóng này 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.

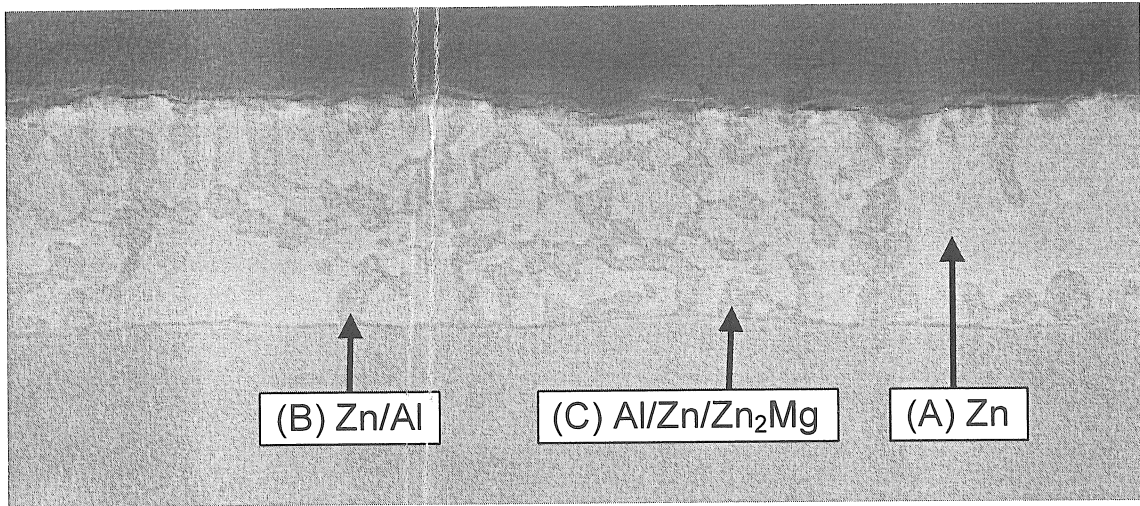


FIG. 1A

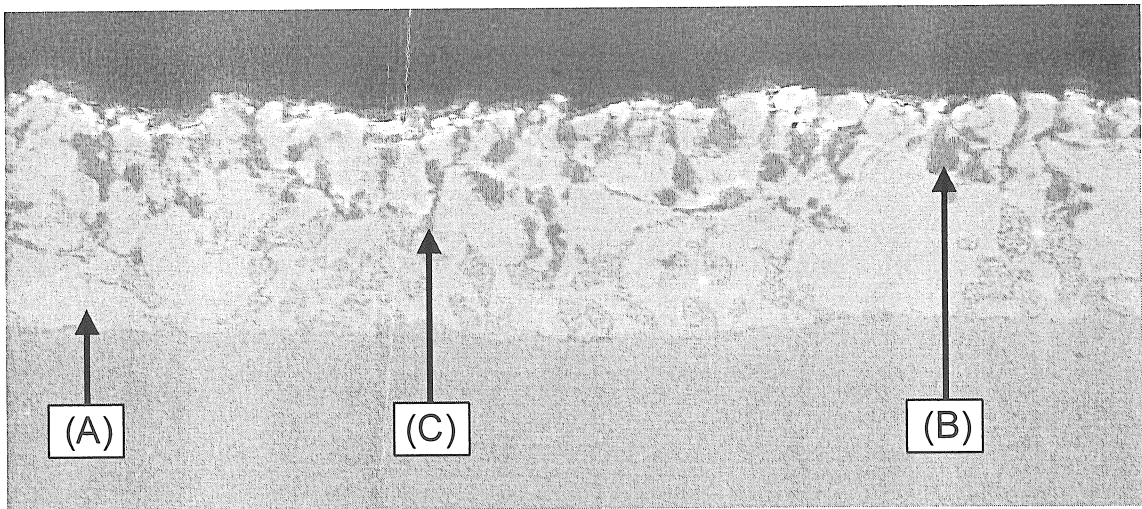


FIG. 1B

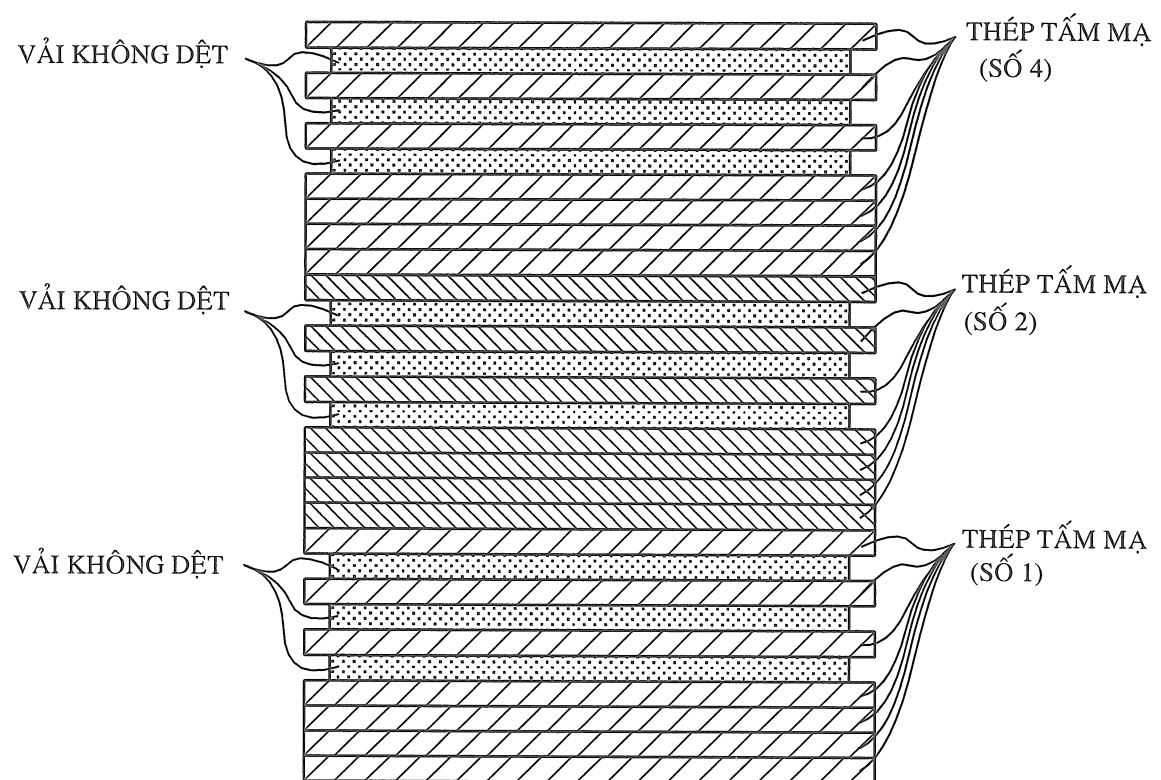


FIG. 2