



(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
1-0044995
(51)^{2022.01} C23C 2/06; C22C 18/04; C23C 2/40; (13) B
C23C 2/26; C22C 18/00

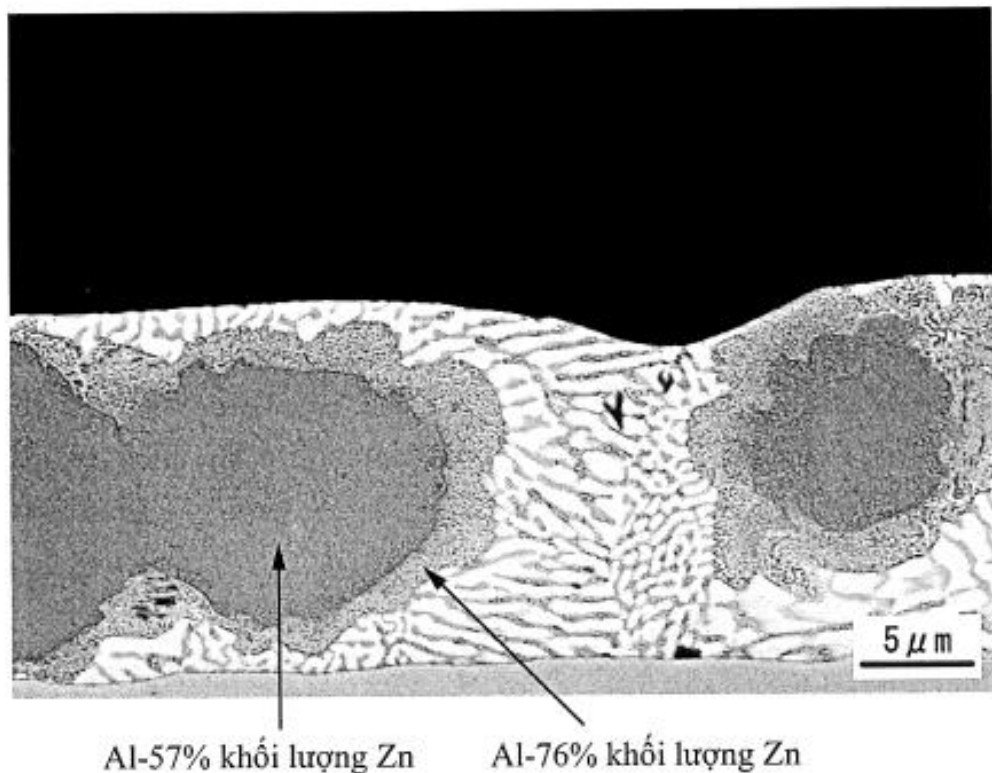
(21) 1-2022-07966 (22) 19/03/2021
(86) PCT/JP2021/011526 19/03/2021 (87) WO 2021/250973 A1 16/12/2021
(30) 2020-100073 09/06/2020 JP
(45) 25/04/2025 445 (43) 25/04/2023 421A
(71) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan
(72) Tetsuya TOBA (JP); Atsushi MORISHITA (JP); Yusuke KOHIGASHI (JP); Shinichi
YAMAGUCHI (JP); Takuya MITSUNOBU (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THÉP MẠ TRÊN CƠ SỞ ZN-AL-MG NHÚNG NÓNG

(21) 1-2022-07966

(57) Sáng chế đề cập đến thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng bao gồm: thép; và lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của thép, trong đó lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 4 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất, lớp mạ bao gồm (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) với tỷ lệ diện tích nằm trong khoảng từ 10% đến 70% trong mặt cắt ngang của lớp mạ trong nền (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂), (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) bao gồm vùng thứ nhất có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng và vùng thứ hai có mặt bên trong vùng thứ nhất và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng, và tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong mặt cắt ngang của lớp mạ lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 40%.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực vật liệu xây dựng và xây dựng dân dụng, các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng thường được sử dụng ở trạng thái không được phủ. Do đó, có nhu cầu về thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có tính chống ăn mòn vượt trội trên phần phẳng. Gần đây, các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng cũng được sử dụng trong lĩnh vực thiết bị điện gia dụng và xe ô tô. Trong lĩnh vực thiết bị điện gia dụng và xe ô tô, các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng thường được sử dụng ở trạng thái được phủ. Ngoài ra, trong lĩnh vực vật liệu xây dựng, ngày càng có nhiều trường hợp trong đó các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng được sử dụng ở trạng thái được phủ. Do đó, có nhu cầu về thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng ít có khả năng gây ra sự phồng rộp của màng phủ do ăn mòn. Các tài liệu sáng chế 1 đến 6 mô tả các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng khác nhau.

Tài liệu sáng chế 1 mô tả tấm thép mạ có tính chống ăn mòn vượt trội trong đó lớp mạ hợp kim Zn chứa Mg: 1 đến 10% trọng lượng, Al: 2 đến 19% trọng lượng, và Si: 0,01 đến 2% trọng lượng, Mg và Al thỏa mãn công thức sau đây, $Mg (\%) + Al (\%) \leq 20\%$, và chứa phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất không thể tránh được được cung cấp trên bề mặt của tấm thép, lớp mạ hợp kim Zn có cấu trúc kim tương học trong đó (pha Mg_2Si), (pha $MgZn_2$), và (pha Zn) được trộn trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂).

Tài liệu sáng chế 2 mô tả tấm thép mạ Zn-Al-Mg nhúng nóng có tính chống ăn mòn tốt và hình thức bề mặt bên ngoài tốt, là tấm thép mạ trên cơ sở Zn nhúng nóng trong đó lớp mạ Zn-Al-Mg nhúng nóng chứa Al: 4,0 đến 10% trọng lượng, Mg: 1,0 đến 4,0% trọng lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất không thể tránh được được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, và lớp mạ có cấu trúc kim tương học trong đó (pha Al) được trộn trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂).

Tài liệu sáng chế 3 mô tả tấm thép được phủ có độ rõ vượt trội và tính chống ăn mòn cao trong đó lớp mạ trên cơ sở kẽm chứa Al: 4 đến 10% khối lượng, Mg: 1 đến 5% khối lượng, Ti: nhỏ hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng, và phần còn lại gồm có kẽm và các tạp chất không thể tránh được được cung cấp trên một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của tấm thép, lớp phủ chuyển hóa hóa học của màng cromat hoặc lớp phủ phosphat được cung cấp dưới dạng lớp trung gian, và lớp phủ hữu cơ có độ dày nằm trong khoảng từ 0,2 đến 100 μ m được cung cấp làm lớp trên.

Tài liệu sáng chế 4 mô tả tấm thép mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng có hình thức bên ngoài đồng đều trong đó lớp mạ hợp kim Zn chứa Mg: lớn hơn hoặc bằng 2,8%, Al: lớn hơn hoặc bằng 10,5%, Si: 0,01 đến 0,5%, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất không thể tránh được được cung cấp, và tỷ lệ cường độ tia X của $Mg_2Zn_{11}/MgZn_2$ trong lớp mạ hợp kim Zn nhỏ hơn hoặc bằng 0,5.

Tài liệu sáng chế 5 mô tả tấm thép mạ nhúng nóng trên cơ sở Zn-Al-Mg bao gồm tấm thép, và lớp mạ nhúng nóng chứa Al với lượng lớn hơn hoặc bằng 4% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 22% khối lượng, Mg với lượng lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất không thể tránh được, trong đó, trong mặt cắt ngang của lớp mạ nhúng nóng song song với bề mặt của lớp mạ nhúng nóng, tỷ lệ cường độ nhiễu xạ $I(200)/I(111)$, là tỷ lệ của cường độ nhiễu xạ tia X $I(200)$ của mặt phẳng (200) của pha Al với cường độ nhiễu xạ tia X $I(111)$ của mặt phẳng (111) của pha Al, lớn hơn hoặc bằng 0,8.

Tài liệu sáng chế 6 mô tả thép mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng có các đặc tính bề mặt vượt trội trong đó lớp mạ chứa Al: 5 đến 18% khối lượng, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Si: 0,01 đến 2% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất không thể tránh được được cung cấp trên bề mặt của thép, và lớn hơn hoặc bằng 200 (pha Al) có mặt trên mỗi 1mm² trên bề mặt của thép mạ này.

Gần đây, tuy nhiên, có nhu cầu về sự cải thiện hơn nữa tính chống ăn mòn của các phần phẳng của các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, và còn có nhu cầu mạnh mẽ trong việc ngăn chặn sự phồng rộp của màng phủ.

Tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật
Bản số 2000-104154

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật
Bản số H10-226865

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật
Bản số 2004-225157

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật
Bản số 2006-193791

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn quốc tế PCT số WO2011/001662

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật
Bản số 2001-355053

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Sáng chế đã được thực hiện dựa vào các trường hợp nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có tính chống ăn mòn vượt trội ở phần phẳng và có khả năng ngăn chặn sự phồng rộp của màng phủ ngay cả trong trường hợp màng phủ được tạo ra trên bề mặt mạ.

Cách thức giải quyết vấn đề

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế sử dụng các cấu tạo sau đây.

[1] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng bao gồm: thép; và lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của thép,

trong đó lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 4 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất,

lớp mạ bao gồm (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) với tỷ lệ diện tích nằm trong khoảng từ 10% đến 70% trong mặt cắt ngang của lớp mạ trong nền (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂),

(cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) bao gồm vùng thứ nhất có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng và vùng thứ hai

có mặt bên trong vùng thứ nhất và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng, và

tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong mặt cắt ngang của lớp mạ lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 40%.

[2] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo mục [1], trong đó lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 8 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất, và

(cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) bao gồm vùng thứ nhất, vùng thứ hai, và vùng thứ ba có mặt bên trong vùng thứ hai và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 55% khối lượng và nhỏ hơn 67% khối lượng.

[3] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo mục [1] hoặc [2], trong đó tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) nằm trong khoảng từ 5% đến 40%.

[4] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó, trong trường hợp lớp mạ được chia làm hai vào trong phía thép và phía bề mặt lớp mạ ở vị trí 1/2 theo hướng chiều dày lớp mạ, các điểm tạo mầm với tỷ lệ số lượng lớn hơn hoặc bằng 60% trong số các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có mặt trong vùng trên phía thép của lớp mạ.

[5] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], trong đó lớp mạ còn chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

[6] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], trong đó lớp mạ còn chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni, Ti, Zr, và Sr với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

[7] Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6], trong đó lớp mạ còn chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb, Pb, Sn, Ca, Co, Mn, P, B, Bi, Cr, Sc, Y, REM, và Hf với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể cung cấp thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có tính chống ăn mòn vượt trội trong phân phẳng và có khả năng ngăn chặn sự phồng rộp của màng phủ ngay cả trong trường hợp màng phủ được tạo ra trên bề mặt mạ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình ảnh của mặt cắt ngang của lớp mạ của mẫu số 1 chụp bằng kính hiển vi điện tử quét, và là hình ảnh thể hiện ảnh điện tử phản xạ của lớp mạ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có lớp mạ có các thành phần bao gồm Mg, Al, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất, và có cấu trúc kim tương học trong đó ít nhất một trong số (pha $MgZn_2$), (pha Zn), và (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được trộn trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/ $MgZn_2$). Trong trường hợp lớp mạ nhúng nóng chứa Si ngoài Zn, Al, và Mg, (pha Mg_2Si) có thể được bao gồm ngoài các pha và cấu trúc nêu trên. Khi tạo ra lớp mạ, thép được nhúng trong dung dịch mạ chứa Mg, Al, và Zn, và sau đó thép được kéo lên để hóa rắn kim loại nóng chảy bám dính vào bề mặt của thép. Khi lớp mạ hóa rắn, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được kết tinh, và sau đó nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/ $MgZn_2$) được kết tinh, bằng cách đó (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được tạo ra trong (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/ $MgZn_2$).

Để cải thiện tính chống ăn mòn của phân phẳng của thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng như vậy, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu và phát hiện ra rằng (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là điểm xuất phát ban đầu của quá trình ăn mòn. (Cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có nguồn gốc từ pha Al'' (dung dịch rắn Al có Zn được hòa tan trong đó, và thường chứa một lượng nhỏ Mg) ở nhiệt độ cao trong giản đồ pha cân bằng ba thành phần Al-Zn-Mg, và ở trạng thái bao gồm pha Zn mịn và pha Al mịn ở nhiệt độ trong phòng theo giản đồ pha. Việc kiểm tra chi tiết cấu trúc của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) đã được thực hiện, và nhận thấy rằng (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có thể được chia thành vùng thứ nhất có nồng độ Zn tương đối cao và vùng thứ hai có nồng độ Zn tương đối thấp, và tính chống ăn mòn của phân phẳng có xu hướng giảm xuống khi tỷ lệ của vùng thứ hai tăng lên. Cũng đã xác định được rằng thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng hiện hành có tỷ lệ của vùng thứ hai tương đối cao. Do đó, nhận thấy

ràng thu được thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng có tính chống ăn mòn vượt trội trong phần phẳng bằng cách chọn các điều kiện sản xuất làm giảm tỷ lệ của vùng thứ hai. Ngoài ra, đã xác định được rằng bằng cách cải thiện tính chống ăn mòn của phần phẳng của thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, ngay cả trong trường hợp màng phủ được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ của thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, sự phòng rộp của màng phủ có thể được ngăn chặn.

Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này bao gồm: thép; và lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của thép, trong đó lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 4 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất, lớp mạ bao gồm (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) với tỷ lệ diện tích nằm trong khoảng từ 10% đến 70% trong mặt cắt ngang của lớp mạ trong nền (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂), (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) bao gồm vùng thứ nhất có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng và vùng thứ hai có mặt bên trong vùng thứ nhất và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng, và tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong mặt cắt ngang của lớp mạ lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 40%.

Trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này, trong trường hợp lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 8 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có thể bao gồm vùng thứ nhất, vùng thứ hai, và vùng thứ ba có mặt bên trong vùng thứ hai và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 55% khối lượng và nhỏ hơn 67% khối lượng.

Ngoài ra, tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có thể nằm trong khoảng từ 5% đến 40%.

Hơn nữa, trong trường hợp lớp mạ được chia làm hai vào trong phía thép và phía bề mặt lớp mạ ở vị trí 1/2 theo hướng chiều dày lớp mạ, được ưu tiên là các điểm tạo mầm với tỷ lệ số lượng lớn hơn hoặc bằng 60% trong số các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có mặt trong vùng trên phía thép của lớp mạ.

Sau đây, thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này sẽ được mô tả.

Không có hạn chế cụ thể về vật liệu thép dùng làm vật liệu cơ bản của lớp mạ. Là vật liệu thép, thép thông thường, thép lạng Al, và một số thép hợp kim cao có thể được sử dụng, và hình dạng của thép không bị giới hạn cụ thể. Thép có thể cũng được mạ trước Ni. Lớp mạ theo phương án này được tạo ra bằng cách áp dụng phương pháp mạ nhúng nóng, sẽ được mô tả sau đây, đối với thép.

Tiếp theo, thành phần hóa học của lớp mạ sẽ được giải thích.

Lớp mạ theo phương án này chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 4 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất. Ngoài ra, lớp mạ có thể chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Si: 0,0001 đến 2% khối lượng. Hơn nữa, lớp mạ có thể chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni, Ti, Zr, và Sr với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng. Hơn nữa, lớp mạ có thể chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb, Pb, Sn, Ca, Co, Mn, P, B, Bi, Cr, Sc, Y, REM, và Hf với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

Hàm lượng Mg nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng dưới dạng thành phần trung bình. Mg là nguyên tố cần thiết để cải thiện tính chống ăn mòn của lớp mạ. Khi hàm lượng Mg trong lớp mạ nhỏ hơn 1% khối lượng, tác dụng cải thiện tính chống ăn mòn trở nên không đủ. Khi hàm lượng Mg vượt quá 10% khối lượng, sự tạo ra cặn trong dung dịch mạ trở nên đáng kể, và có những điểm mà lớp mạ không được tạo ra một cách bình thường do sự dính bám của cặn vào lớp mạ. Do đó, có mối quan tâm rằng tính chống ăn mòn giảm xuống. Do đó, hàm lượng Mg được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng. Từ quan điểm giảm tính chống ăn mòn do sự tạo ra cặn, hàm lượng Mg tốt hơn là được đặt đến nằm trong khoảng từ 1,5 đến 6% khối lượng. Hàm lượng Mg tốt hơn nữa là được đặt đến nằm trong khoảng từ 2 đến 5% khối lượng.

Hàm lượng Al nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng dưới dạng thành phần trung bình. Al là nguyên tố cần thiết để bảo đảm tính chống ăn mòn. Khi hàm lượng Al trong lớp mạ nhỏ hơn 4% khối lượng, tác dụng cải thiện tính chống ăn mòn trở nên

không đủ. Khi hàm lượng Al vượt quá 22% khối lượng, tính chống ăn mòn giảm xuống mà chưa rõ lý do. Từ quan điểm tính chống ăn mòn, hàm lượng Al tốt hơn là được đặt đến nằm trong khoảng từ 8 đến 22% khối lượng. Hàm lượng Al tốt hơn nữa là được đặt đến nằm trong khoảng từ 9 đến 13% khối lượng.

Ngoài ra, lớp mạ có thể chứa Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng. Si là nguyên tố hữu hiệu để cải thiện sự dính bám của lớp mạ. Bằng cách bao gồm Si với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0001% khối lượng, tác dụng cải thiện sự dính bám được thể hiện, nên được ưu tiên là bao gồm Si với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0001% khối lượng. Mặt khác, ngay cả khi hàm lượng Si vượt quá 2% khối lượng, tác dụng cải thiện sự dính bám lớp mạ bão hòa, nên hàm lượng Si được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 2% khối lượng. Từ quan điểm sự dính bám lớp mạ, hàm lượng Si có thể nằm trong khoảng từ 0,02 đến 1% khối lượng, hoặc trong khoảng từ 0,03 đến 0,8% khối lượng.

Ngoài ra, lớp mạ có thể chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni, Ti, Zr, và Sr với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng. Hợp chất liên kim loại chứa các nguyên tố này có tác dụng như là nhân kết tinh đối với (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), làm cho (cấu trúc otecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn) mịn hơn và đồng đều hơn, do đó cải thiện hình thức bên ngoài và độ phẳng của lớp mạ. Lý do vì sao tổng lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố này được đặt đến nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng là khi tổng lượng này nhỏ hơn 0,0001% khối lượng, tác dụng làm mịn và đồng đều cấu trúc hóa rắn là không đủ, và khi tổng lượng vượt quá 2% khối lượng, không chỉ tác dụng tinh luyện (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) bão hòa, mà ngược lại, độ nhám bề mặt của lớp mạ tăng và hình thức bên ngoài xấu đi. Do đó, giới hạn trên của tổng lượng này được đặt đến 2% khối lượng. Trong trường hợp các nguyên tố được bổ sung đặc biệt cho mục đích cải thiện hình thức bên ngoài, mong muốn bao gồm các nguyên tố với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,5% khối lượng. Lượng này tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,05% khối lượng, và thậm chí tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,01% khối lượng.

Lớp mạ có thể chứa, dưới dạng thành phần trung bình, một hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb, Pb, Sn, Ca, Co, Mn, P, B, Bi, Cr, Sc, Y, REM, và Hf với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng. Tính chống ăn mòn có thể được cải thiện hơn nữa bằng cách bao gồm các nguyên tố này. REM là một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố đất hiếm với nguyên tử số nằm trong khoảng từ 57 đến 71 trong bảng tuần hoàn.

Phần còn lại của thành phần hóa học của lớp mạ gồm có kẽm và các tạp chất.

Tiếp theo, cấu trúc của lớp mạ sẽ được mô tả. Lớp mạ theo phương án này bao gồm, trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂), (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) với tỷ lệ diện tích nằm trong khoảng từ 10% đến 70% so với tổng diện tích của tất cả các cấu trúc tạo nên lớp mạ. Ngoài ra, nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) có thể bao gồm, ngoài (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), (pha MgZn₂), (pha Zn), và (pha Mg₂Si).

(Cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) là cấu trúc otecti ba thành phần của pha Al, Zn pha, và pha MgZn₂ là hợp chất liên kim loại, và pha Al tạo ra (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) tương ứng với “pha Al” (dung dịch rắn Al có pha Zn được hòa tan trong đó, và thường chứa một lượng nhỏ Mg) ở nhiệt độ cao trong giản đồ pha cân bằng ba thành phần Al-Zn-Mg, chẳng hạn. Pha Al” ở nhiệt độ cao này dường như thường tách thành pha trên cơ sở Al mịn và pha trên cơ sở Zn mịn ở nhiệt độ trong phòng. Pha Zn trong (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) là dung dịch rắn Zn trong đó một lượng nhỏ Al được hòa tan và, trong một số trường hợp, lượng nhỏ hơn của Mg cũng được hòa tan. Pha MgZn₂ trong (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) là pha hợp chất liên kim loại có mặt trong vùng lân cận của Zn: khoảng 84% khối lượng trong giản đồ pha cân bằng hai thành phần Zn-Mg. Như nhận thấy từ giản đồ pha, ngay cả khi Si và các nguyên tố khác được hòa tan trong mỗi pha, các lượng của nó được cho là nhỏ, và không thể được phân biệt rõ ràng trong phân tích bình thường. Do đó, cấu trúc otecti ba thành phần bao gồm ba pha này được miêu tả là (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) trong bản mô tả này.

Tiếp theo, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) sẽ được mô tả. Trong phương án này, cấu trúc trong đó pha Al” là pha nhiệt độ cao được tạo ra một cách riêng biệt trong pha trên cơ sở Zn mịn và pha trên cơ sở Al mịn trong quá trình làm nguội được gọi là (cấu trúc

hỗn hợp Al-Zn). Ngoài ra, pha trên cơ sở Zn có thể chứa Al và Mg được hòa tan trong đó. Pha trên cơ sở Al có thể chứa Zn và Mg được hòa tan trong đó.

(Cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là pha xuất hiện dưới dạng các đảo với đường ranh giới rõ rệt trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) trong ảnh điện tử phản xạ của kính hiển vi điện tử quét, và tương ứng với pha Al'' (dung dịch rắn Al có pha Zn được hòa tan trong đó, và chứa một lượng nhỏ Mg) ở nhiệt độ cao trong giản đồ pha cân bằng ba thành phần Al-Zn-Mg, chẳng hạn. Trong pha Al'' ở nhiệt độ cao, các lượng của Zn và Mg được hòa tan khác nhau phụ thuộc vào các nồng độ Al và Mg trong dung dịch mạ. Pha Al'' ở nhiệt độ cao thường được tách riêng thành pha trên cơ sở Al mịn và pha trên cơ sở Zn mịn ở nhiệt độ trong phòng, nhưng có thể cho rằng các hình dạng đảo nhìn thấy ở nhiệt độ trong phòng giữ lại các phần còn lại của pha Al'' ở nhiệt độ cao. Như nhận thấy từ giản đồ pha, cho rằng Si và các nguyên tố phụ gia khác không được hòa tan trong pha này hoặc được hòa tan chỉ với lượng cực kỳ nhỏ, và không thể được phân biệt rõ ràng trong phân tích bình thường. Do đó, cấu trúc có nguồn gốc từ pha Al'' ở nhiệt độ cao và giữ lại các phần còn lại của pha Al'' về hình dạng được gọi là (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong bản mô tả này. (Cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) này có thể được phân biệt rõ ràng với pha Al tạo ra (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) trong ảnh điện tử phản xạ của kính hiển vi điện tử quét.

Tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong mặt cắt ngang của lớp mạ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10% đến 70%. Khi tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) nằm trong khoảng này, tính chống ăn mòn của phần phẳng có thể được cải thiện.

Là phương pháp đo tỷ lệ diện tích, mặt cắt ngang của lớp mạ được quan sát trong ảnh điện tử phản xạ của kính hiển vi điện tử quét. Các hình ảnh của năm điểm được chụp ở độ phóng đại gấp 1000 lần. Các hình ảnh được chụp sao cho độ dày tổng thể của lớp mạ nằm trong trường nhìn. Vị trí chụp ảnh được chọn ngẫu nhiên. Không nên chọn lại vị trí chụp ảnh theo kết quả tính tỷ lệ diện tích. Hơn nữa, dữ liệu vẽ bản đồ nguyên tố tương ứng với các hình ảnh đã chụp được thu thập bằng cách sử dụng thiết bị phân tích nguyên tố tia X phân tán năng lượng được gắn vào kính hiển vi điện tử quét, và (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được định vị. Sau đó, tổng diện tích mặt cắt ngang của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) xuất hiện trong tất cả các hình ảnh của mặt cắt ngang được đo, và giá

trị đo được được chia cho diện tích mặt cắt ngang của lớp mạ xuất hiện trong tất cả các hình ảnh của các mặt cắt ngang, bằng cách đó tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được đo.

(Pha Zn) là pha xuất hiện dưới dạng các đảo với đường ranh giới rõ ràng trong nền (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂), và trong thực tế có thể chứa một lượng nhỏ Al hoặc một lượng nhỏ Mg được hòa tan trong đó. Như nhận thấy từ giản đồ pha, cho rằng Si và các nguyên tố phụ gia khác không được hòa tan trong pha này, hoặc được hòa tan chỉ với lượng cực kỳ nhỏ. (Pha Zn) này có thể được phân biệt rõ ràng với pha Zn tạo ra (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) trong ảnh điện tử phản xạ của kính hiển vi điện tử quét. Có các trường hợp trong đó lớp mạ của phương án này chứa (pha Zn) phụ thuộc vào các điều kiện sản xuất. Tuy nhiên, vì vì gần như không có tác dụng cải thiện tính chống ăn mòn của phần phẳng trong thí nghiệm, nên có một vấn đề đặc biệt ngay cả khi lớp mạ chứa (pha Zn).

(Pha MgZn₂) là pha xuất hiện các đảo với đường ranh giới rõ ràng trong nền (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂), và trong thực tế có thể chứa một lượng nhỏ Al được phân tán và hòa tan trong đó. Như nhận thấy từ giản đồ pha, cho rằng Si và các nguyên tố phụ gia khác không được hòa tan trong pha này, hoặc được hòa tan chỉ với lượng cực kỳ nhỏ. (Pha MgZn₂) này có thể được phân biệt rõ ràng với pha MgZn₂ tạo ra (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) trong ảnh điện tử phản xạ của kính hiển vi điện tử quét. Có các trường hợp trong đó lớp mạ của phương án này không chứa (pha MgZn₂) phụ thuộc vào các điều kiện sản xuất. Tuy nhiên, (pha MgZn₂) được chứa trong lớp mạ trong hầu hết các điều kiện sản xuất.

(Pha Mg₂Si) là pha xuất hiện dưới dạng các đảo với đường ranh giới rõ ràng trong cấu trúc hóa rắn của lớp mạ chứa Si. Như nhận thấy từ giản đồ pha, cho rằng Zn, Al, và các nguyên tố phụ gia khác không được hòa tan, hoặc được hòa tan chỉ với lượng cực kỳ nhỏ. (Pha Mg₂Si) này có thể được phân biệt rõ ràng trong lớp mạ trong ảnh điện tử phản xạ của kính hiển vi điện tử quét.

Tiếp theo, cấu trúc vi mô của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) sẽ được mô tả. (Cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) thể hiện các hình dạng đảo giữ lại phần còn lại của pha Al” ở nhiệt độ cao, như được mô tả ở trên. Ngoài ra, theo giản đồ pha, cấu trúc bên trong của (cấu trúc

hỗn hợp Al-Zn) được cho là thể hiện dạng tách biệt trong pha Al mịn và pha Zn mịn ở nhiệt độ trong phòng.

Mặt khác, khi quan sát sự phân bố của nồng độ Zn của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có thể được chia thành ít nhất vùng thứ nhất và vùng thứ hai có mặt bên trong vùng thứ nhất và có nồng độ Zn trung bình thấp hơn so với nồng độ Zn trung bình của vùng thứ nhất. Trong trường hợp nồng độ Al trung bình của lớp mạ nằm trong khoảng từ 8 đến 22% khối lượng, vùng thứ ba có mặt bên trong vùng thứ hai và có nồng độ Zn trung bình thấp hơn so với nồng độ Zn trung bình của vùng thứ hai được bao gồm. Vùng thứ nhất được định vị trên phía ngoài cùng của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong trường hợp lớp mạ được quan sát trong mặt cắt ngang, và tạo ra đường ranh giới với (cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂). Vùng thứ hai có mặt bên trong vùng thứ nhất, và vùng thứ ba còn có mặt bên trong vùng thứ hai.

Vùng thứ nhất là vùng có nồng độ Zn lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng, vùng thứ hai là vùng có nồng độ Zn lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng, và vùng thứ ba là vùng có nồng độ Zn lớn hơn hoặc bằng 55% khối lượng và nhỏ hơn 67% khối lượng. Phần còn lại khác với Zn gồm có Al và các tạp chất. Trong trường hợp lớp mạ chứa Si, có các trường hợp trong đó Si được chứa trong bất kỳ một vùng hoặc tất cả vùng thứ nhất, vùng thứ hai, và vùng thứ ba.

Tỷ lệ của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là tỷ lệ diện tích trong trường hợp lớp mạ được quan sát trong mặt cắt ngang, và cần nằm trong khoảng lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 40% đối với (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Tỷ lệ của vùng thứ hai có thể nằm trong khoảng từ 5% đến 40%, trong khoảng từ 5% đến nhỏ hơn 40%, hoặc trong khoảng từ 5% đến 35%. Tỷ lệ của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) càng nhỏ, thì tính chống ăn mòn của phần phẳng càng tốt. Tuy nhiên, khó đặt tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai đến 0% trong quá trình sản xuất, nên giới hạn dưới của nó được đặt đến lớn hơn 0%. Ngoài ra, khi vùng thứ hai vượt quá 40%, tính chống ăn mòn của phần phẳng giảm xuống, nên giới hạn trên của nó được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 40%. Đã xác nhận được rằng khi quá trình ăn mòn bắt đầu, đặc biệt là vùng thứ hai có nồng độ Zn lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng được ưu tiên ăn mòn trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) của lớp mạ. Do đó, cho rằng tính chống ăn mòn của

phần phẳng được cải thiện bằng cách làm giảm vùng thứ hai, là điểm khởi đầu của quá trình ăn mòn.

Không có nhu cầu đặc biệt để giới hạn các tỷ lệ diện tích của vùng thứ nhất và vùng thứ ba.

Phương pháp xác định cấu trúc vi mô của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) sẽ được mô tả. Phương pháp xác định cấu trúc vi mô của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) sử dụng dữ liệu vẽ bản đồ nguyên tố của hình ảnh được sử dụng để đo tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Trước tiên, sự phân bố của nồng độ Zn bên trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được phân tích. Đối với quá trình phân tích này, thiết bị phân tích nguyên tố tia X phân tán năng lượng được gắn vào kính hiển vi điện tử quét (SEM) được sử dụng, và điện thế tăng tốc của SEM được đặt đến 15kV. Trong trường hợp này, nồng độ Zn về căn bản được đo đối với mỗi vùng khoảng $1\mu\text{m}^2$ từ mối quan hệ của các độ sâu thoát của các tia X đặc trưng. Bằng cách vẽ bản đồ này, có thể phân tích thành phần với lưới khoảng $1\mu\text{m}$. Dựa trên nồng độ Zn (% khối lượng) thu được từ kết quả của việc phân tích thành phần, các phạm vi của vùng thứ nhất, thứ hai và thứ ba được xác định.

Cụ thể, từ kết quả phân tích thành phần, vùng có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng được xác định là vùng thứ nhất, vùng có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng được xác định là vùng thứ hai, và vùng có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 55% khối lượng và nhỏ hơn 67% khối lượng được xác định là vùng thứ ba. Sau đó, diện tích mặt cắt ngang của mỗi vùng được đo. Phép đo nêu trên được thực hiện trên tất cả (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) xuất hiện trong tất cả các hình ảnh, và tổng diện tích của các vùng thứ hai trong tất cả (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được đo. Sau đó, tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai được đo bằng cách chia tổng diện tích của vùng thứ hai cho (tổng diện tích mặt cắt ngang của các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) cần được đo.

Như sẽ được mô tả sau đây, thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này được tạo ra bằng cách hóa rắn kim loại nóng chảy bám dính vào bề mặt của thép bằng cách nhúng thép trong dung dịch mạ và sau đó kéo thép lên. Như được mô tả ở trên, khi lớp mạ hóa rắn, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được kết tinh trước tiên, và sau đó

nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂) được kết tinh. (Cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được kết tinh ban đầu có nguồn gốc từ pha Al'' nhiệt độ cao trong giản đồ pha cân bằng ba thành phần Al-Zn-Mg, và pha Al'' nhiệt độ cao này cuối cùng trở thành (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong phương án này. Trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), trước tiên, các điểm tạo mầm được tạo ra trong kim loại nóng chảy trở thành các điểm khởi đầu, các nhánh chính phát triển từ các điểm tạo mầm, và các nhánh phụ được tạo ra thêm từ các nhánh chính. Do đó, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là cấu trúc dạng nhánh cây bắt đầu từ các điểm tạo mầm.

Trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này, được ưu tiên là trong trường hợp lớp mạ được chia làm hai vào trong phía thép và phía bề mặt lớp mạ ở vị trí 1/2 theo hướng độ dày lớp mạ, các điểm tạo mầm với tỷ lệ số lượng lớn hơn hoặc bằng 60% trong số các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có mặt trong vùng trên phía thép của lớp mạ. Do đó, trong số các cấu trúc tạo nên lớp mạ, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), trở thành điểm xuất phát ban đầu của quá trình ăn mòn, có mặt với tỷ lệ lớn trong vùng trên phía thép, và tỷ lệ của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong vùng trên phía bề mặt của lớp mạ trở nên nhỏ. Do đó, tính chống ăn mòn của phần phẳng của lớp mạ được gia tăng hơn nữa.

Trong trường hợp màng phủ được tạo ra trên lớp mạ, (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có thể là yếu tố cản trở sự dính bám giữa lớp mạ và màng phủ. Do sự có mặt của tỷ lệ lớn của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong vùng trên tám phía thép của lớp mạ, tỷ lệ của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) tiếp xúc với bề mặt giảm tương đối, nên tác dụng ngăn chặn sự phồng rộp của màng phủ trong trường hợp màng phủ được tạo ra trên bề mặt mạ được gia tăng hơn nữa.

Phương pháp đo sự phân bố của các điểm tạo mầm trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là như sau. Trước tiên, độ dày của lớp mạ được đo bằng cách quan sát mặt cắt ngang của lớp mạ. Sau đó, trên bề mặt của lớp mạ, một vùng hình vuông có cạnh 1mm được sử dụng làm vùng đo. Tiếp theo, lớp mạ trong vùng đo được mài dần ra khỏi bề mặt, và bề mặt mài mới được quan sát bằng kính hiển vi điện tử. Cụ thể, khi độ dày tổng thể của lớp mạ được biểu thị là t , vị trí $t/4$, vị trí $t/2$, và vị trí $3t/4$ lần lượt được lộ ra theo hướng chiều sâu từ bề mặt lớp mạ bằng cách mài, và trên mỗi bề mặt đã mài, hình thái của (cấu

trúc hỗn hợp Al-Zn) được kiểm tra bằng kính hiển vi điện tử mỗi lần. Chiều sâu mài được kiểm soát bằng cách quan sát sự thay đổi hình dạng trong vết lõm cho trước.

Điểm tạo mầm trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là điểm nối giữa các nhánh chính của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Trên bề mặt đã được mài tương đối xa (điểm tạo mầm của cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), các nhánh chính dường như được sắp xếp rời rạc, trong lúc đó trên bề mặt đã được mài tương đối gần điểm tạo mầm, bốn hoặc sáu nhánh chính dường như gần với nhau. Do đó, khi quan sát mỗi bề mặt đã được mài, việc điểm tạo mầm nằm trên phía thép của bề mặt đã được mài đang được quan sát hoặc trên phía bề mặt của lớp mạ được cho là từ sự thay đổi hình dạng của các nhánh chính trên mỗi bề mặt đã mài. Theo cách này, bằng cách kiểm tra hình thái của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) mỗi lần trên các bề mặt đã được mài ở vị trí $t/4$, vị trí $t/2$, và vị trí $3t/4$ theo hướng chiều sâu từ bề mặt lớp mạ, có thể được kiểm tra xem điểm tạo mầm nằm trên phía thép hay trên phía bề mặt lớp mạ từ vị trí $t/2$. Sau đó, thu được tỷ lệ của số lượng của các điểm tạo mầm trên phía thép từ vị trí $t/2$ với tổng số lượng của các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được quan sát trong vùng đo. Phương pháp nêu trên được thực hiện trên tổng năm vùng đo, và trung bình của các giá trị thu được được lấy là tỷ lệ của số lượng của các điểm tạo mầm trên phía thép từ vị trí $t/2$ của lớp mạ.

Lượng dính bám của lớp mạ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 300g/m², và có thể nằm trong khoảng từ 20 đến 250g/m². Khi lượng dính bám của lớp mạ nhỏ, không thể đảm bảo được tính chống ăn mòn đủ. Khi lượng dính bám của lớp mạ quá lớn, có mối quan tâm rằng sự rạn nứt có thể xảy ra trong lớp mạ khi thép được gia công thành hình dạng cấu kiện hoặc tương tự.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo phương án này sẽ được mô tả. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này được tạo ra bằng phương pháp mạ nhúng nóng trong đó dung dịch mạ được phủ lên bề mặt của thép, và sau đó thép được kéo lên khỏi dung dịch mạ để hóa rắn kim loại nóng chảy bám dính vào bề mặt của thép.

Thành phần của dung dịch mạ có thể chứa Mg: 1 đến 10% khối lượng, Al: 4 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất. Ngoài ra, dung dịch mạ có thể chứa Si: 0,0001 đến 2% khối lượng. Hơn nữa, dung dịch mạ có thể chứa bất kỳ một

hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni, Ti, Zr, và Sr với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng. Hơn nữa, dung dịch mạ chứa bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb, Pb, Sn, Ca, Co, Mn, P, B, Bi, Cr, Sc, Y, REM, và Hf với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

Nhiệt độ của dung dịch mạ tốt hơn là trong khoảng cao hơn 380°C và thấp hơn hoặc bằng 600°C, và có thể nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C.

Bề mặt của thép trước khi được nhúng trong dung dịch mạ tốt hơn là được xử lý khử bằng cách gia nhiệt trong môi trường khí khử. Chẳng hạn, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong môi trường khí hỗn hợp gồm nitơ và hydro ở cao hơn hoặc bằng 600°C, tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 750°C, trong dài hơn hoặc bằng 30 giây. Thép đã trải qua quá trình xử lý khử được làm nguội đến nhiệt độ của dung dịch mạ và sau đó được nhúng vào trong dung dịch mạ. Thời gian nhúng có thể, chẳng hạn, dài hơn hoặc bằng 1 giây. Khi kéo thép được nhúng trong dung dịch mạ lên, lượng dính bám lớp mạ được điều chỉnh bằng cách gạt bằng khí. Như được mô tả ở trên, lượng dính bám tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 300g/m², và có thể nằm trong khoảng từ 20 đến 250g/m².

Trong phương pháp sản xuất thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này, điều kiện làm nguội sau khi kéo lên từ dung dịch mạ là quan trọng. Có hai điều kiện làm nguội sau đây, và một trong hai điều kiện này có thể được sử dụng.

Điều kiện làm nguội cho tới khi thép đạt nhiệt độ nằm trong khoảng từ 365°C đến 380°C sau khi được kéo lên từ dung dịch mạ không bị giới hạn cụ thể, và có thể nằm trong khoảng từ 5 đến 10°C/giây, là điều kiện làm nguội thông thường.

Điều kiện làm nguội thứ nhất là điều kiện trong đó thép được kéo lên từ dung dịch mạ, sau đó được giữ ở nhiệt độ không đổi trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C trong đó lớp mạ trước khi đạt trực đỉnh không bị hóa rắn hoàn toàn, và sau đó nhanh chóng được làm nguội từ 365°C. Nhiệt độ ở đó là nhiệt độ bề mặt của kim loại nóng chảy (lớp mạ). Thời gian duy trì trong trường hợp thép được giữ ở nhiệt độ không đổi trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C tốt hơn là trong khoảng 10 đến 300 giây. Ngoài ra, tốc độ làm nguội trung bình trong trường hợp làm nguội nhanh sau khi giữ không đổi ở nhiệt độ từ 365°C đến 380°C tốt hơn là trong khoảng 50 đến 100°C/giây. Đối với quá trình làm nguội nhanh, quá trình làm nguội nhanh có thể được thực hiện

ngay sau khi kết thúc thời gian duy trì nhiệt độ. Ngoài ra, quá trình làm nguội nhanh có thể được thực hiện cho tới khi nhiệt độ của lớp mạ đạt nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 100°C . Bằng cách thực hiện việc giữ và làm nguội nhanh như vậy, thu được cấu trúc đích. Lý do để giữ thép trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C là để thúc đẩy sự phát triển của pha Al'' nhiệt độ cao được tạo ra ở nhiệt độ đó bằng phản ứng ở mặt phân cách rắn-lỏng từ pha lỏng vẫn ở trạng thái không được hóa rắn trong lớp mạ. Ở trạng thái được hóa rắn hoàn toàn, sự chuyển nguyên tố giữa các cấu trúc không được thúc đẩy, và pha Al'' nhiệt độ cao không phát triển, nên không thể thu được cấu trúc đích. Lý do làm nguội nhanh từ 365°C là để ngăn chặn sự hình thành của pha Al'' nhiệt độ cao, mà trở thành vùng thứ hai của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Trong trường hợp lớp mạ được hóa rắn hoàn toàn và sau đó được gia nhiệt lại và được giữ trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C , có khả năng là pha $\text{Mg}_2\text{Zn}_{11}$ làm suy giảm tính chống ăn mòn được tạo ra, điều này là không được ưu tiên. Khi hàm lượng Mg trong lớp mạ nhỏ hơn 1% khối lượng, tỷ lệ của pha lỏng còn lại ở trạng thái không được hóa rắn trong lớp mạ nhỏ trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C , nên sự phát triển của pha Al'' nhiệt độ cao không thể được thúc đẩy, và không thể thu được cấu trúc đích. Từ quan điểm thúc đẩy sự phát triển của pha Al'' nhiệt độ cao, hàm lượng Mg trong lớp mạ tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng.

Điều kiện làm nguội thứ hai là điều kiện trong đó thép được kéo lên từ dung dịch mạ, sau đó được làm nguội chậm ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 380°C đến 365°C tại đó lớp mạ trước khi đạt trực đỉnh không được hóa rắn hoàn toàn, và sau đó được làm nguội nhanh. Nhiệt độ ở đây là nhiệt độ bề mặt của kim loại nóng chảy (lớp mạ). Tốc độ làm nguội trung bình trong trường hợp làm nguội chậm trong khoảng nhiệt độ từ 380°C đến 365°C tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến $0,4^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Ngoài ra, tốc độ làm nguội trung bình trong trường hợp làm nguội nhanh sau khi làm nguội chậm tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Đối với quá trình làm nguội nhanh, quá trình làm nguội nhanh có thể được thực hiện ngay sau khi kết thúc quá trình làm nguội chậm. Ngoài ra, quá trình làm nguội nhanh có thể được thực hiện cho tới khi nhiệt độ của lớp mạ đạt nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 100°C .

Khi các điều kiện làm nguội nêu trên không được thỏa mãn, tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai không thể nằm trong khoảng lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 40%.

Như được mô tả ở trên, thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này có thể được sản xuất.

Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của phương án này vượt trội về tính chống ăn mòn của phần phẳng, và có thể ngăn chặn sự phồng rộp của màng phủ ngay cả trong trường hợp màng phủ được tạo ra trên bề mặt mạ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

SPCC (JIS G3141) có độ dày tấm 0,8mm được tẩy nhòn, sau đó được gia nhiệt và khử trong môi trường khí N_2-H_2 ở $800^\circ C$ trong 60 giây bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng mạ nhúng nóng được sản xuất bởi TOEISHA, được làm nguội đến nhiệt độ dung dịch mạ, và được nhúng trong dung dịch mạ ở $450^\circ C$ có thành phần giống như thành phần trung bình của lớp mạ được thể hiện trong bảng 1 trong 3 giây. Sau đó, lượng dính bám lớp mạ được đặt đến $135g/m^2$ trên một mặt bằng cách gạt bằng N_2 .

Để kiểm soát (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), việc kiểm soát làm nguội được thực hiện sau khi mạ. Việc giữ nguyên hoặc để yên được thực hiện trong từ 10 đến 300 giây trong khoảng nhiệt độ từ $380^\circ C$ đến $365^\circ C$ tại đó lớp mạ trước khi đạt trực đỉnh không được hóa rắn hoàn toàn, và sau đó việc làm nguội nhanh đến nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng $100^\circ C$ được thực hiện ở tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến $100^\circ C/giây$, bằng cách đó thu được cấu tạo và cấu trúc đích. Trong các ví dụ của sáng chế từ 47 đến 52, việc làm nguội chậm (tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng 0,1 đến $0,4^\circ C/giây$ trong quá trình làm nguội chậm) được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ $380^\circ C$ đến $365^\circ C$ trong 40 đến 150 giây, và làm nguội nhanh đến nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng $100^\circ C$ sau đó được thực hiện. Trong các ví dụ khác của sáng chế, việc giữ nguyên ở $375^\circ C$ được thực hiện chỉ trong khoảng thời gian duy trì được thể hiện trong bảng 1, và việc làm nguội nhanh đến nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng $100^\circ C$ sau đó được thực hiện. Trong ví dụ so sánh 5, việc giữ nguyên hoặc làm nguội chậm không được thực hiện trong khoảng nhiệt độ từ $380^\circ C$ đến $365^\circ C$. Là một ví dụ của ảnh SEM mặt cắt ngang của một mẫu đã được sản xuất, hình ảnh của mặt cắt ngang của lớp mạ số 1 được thể hiện trên Fig.1. Các kết quả được thể hiện trong các bảng 1A, 1B, 2A, và 2B.

Các bảng 1A và 1B thể hiện các điều kiện làm nguội sau khi mạ và các thành phần trung bình của các lớp mạ. Các bảng 2A và 2B thể hiện các tỷ lệ diện tích của (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong các mặt cắt ngang của các lớp mạ, các tỷ lệ diện tích của các vùng thứ hai trong (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), các nồng độ Zn trung bình của các vùng thứ nhất, các vùng thứ hai, và các vùng thứ ba, và các vị trí của các điểm tạo mầm của (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Ngoài ra, các kết quả đánh giá về tính chống ăn mòn trên bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ được thể hiện.

Thành phần trung bình của lớp mạ được đo bằng cách phân tích các lượng của các nguyên tố được chứa trong lớp mạ bằng phổ phát xạ quang học plasma kết hợp cảm ứng sau khi bóc và hòa tan lớp mạ.

Tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong lớp mạ thu được bằng cách chụp năm ảnh điện tử phản xạ của mặt cắt ngang của lớp mạ ở độ phóng đại gấp 1000 lần bằng kính hiển vi điện tử quét. Các hình ảnh được chụp sao cho độ dày tổng thể của lớp mạ nằm trong trường nhìn. Các vị trí chụp ảnh được chọn ngẫu nhiên. Hơn nữa, dữ liệu vẽ bản đồ nguyên tố tương ứng với các hình ảnh đã chụp thu được bằng cách sử dụng thiết bị phân tích nguyên tố tia X phân tán năng lượng được gắn vào kính hiển vi điện tử quét, và (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được xác định. Sau đó, tổng diện tích mặt cắt ngang của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) xuất hiện trong tất cả các hình ảnh của các mặt cắt ngang được đo, và giá trị này được chia cho diện tích mặt cắt ngang của lớp mạ xuất hiện trong tất cả các hình ảnh của các mặt cắt ngang, bằng cách đó tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được đo.

Tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai và các nồng độ Zn trung bình của các vùng thứ nhất, thứ hai, và thứ ba trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được đo như sau.

Năm ảnh điện tử phản xạ của mặt cắt ngang của lớp mạ được chụp ảnh ở độ phóng đại gấp 1000 lần bằng kính hiển vi điện tử quét. Các hình ảnh được chụp sao cho độ dày tổng thể của lớp mạ nằm trong trường nhìn. Các vị trí chụp ảnh được chọn ngẫu nhiên. Hơn nữa, dữ liệu vẽ bản đồ nguyên tố tương ứng với các hình ảnh đã chụp được thu được bằng cách sử dụng thiết bị phân tích nguyên tố tia X phân tán năng lượng được gắn vào kính hiển vi điện tử quét, và (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được xác định. Điện thế tăng tốc của SEM được đặt đến 15kV khi thu dữ liệu vẽ bản đồ nguyên tố. Trong trường

hợp này, nồng độ Zn được đo đối với mỗi vùng khoảng $1\mu\text{m}^2$, và có thể phân tích thành phần với lưới khoảng $1\mu\text{m}$. Dựa trên nồng độ Zn (% khối lượng) thu được từ kết quả của việc phân tích thành phần của dữ liệu vẽ bản đồ nguyên tố, các khoảng của các vùng thứ nhất, thứ hai và thứ ba được xác định.

Cụ thể là, vùng có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng được xác định là vùng thứ nhất, vùng có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng được xác định là vùng thứ hai, và vùng có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 55% khối lượng và nhỏ hơn 67% khối lượng được xác định là vùng thứ ba. Sau đó, diện tích mặt cắt ngang của mỗi vùng được đo. Phép đo nêu trên được thực hiện trên tất cả (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) xuất hiện trong tất cả các hình ảnh, và tổng diện tích của các vùng thứ hai trong tất cả (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được đo. Sau đó, tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai được đo bằng cách chia tổng diện tích của vùng thứ hai cho tổng diện tích mặt cắt ngang của (các cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) cần được đo.

Nồng độ Zn trung bình trong mỗi vùng thu được từ các kết quả đo của các nồng độ Zn trong các vùng thứ nhất, thứ hai và thứ ba.

Phương pháp đo sự phân bố của các điểm tạo mầm trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là như sau. Trước tiên, độ dày của lớp mạ được đo bằng cách quan sát mặt cắt ngang của lớp mạ. Sau đó, trên bề mặt của lớp mạ, vùng hình vuông có cạnh 1mm được sử dụng làm vùng đo. Tiếp theo, lớp mạ trong vùng đo được mài dần dần từ bề mặt, và bề mặt đã được mài mới xuất hiện được quan sát bằng kính hiển vi điện tử. Cụ thể, khi độ dày tổng thể của lớp mạ được biểu thị là t , các bề mặt đã được mài ở vị trí $t/4$, vị trí $t/2$, và vị trí $3t/4$ lần lượt được lộ ra theo hướng chiều sâu từ bề mặt lớp mạ, và trên mỗi bề mặt đã mài, hình thái của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được kiểm tra bằng kính hiển vi điện tử mỗi lần. Chiều sâu mài được kiểm soát bằng cách quan sát sự thay đổi hình dạng ở vết lõm cho trước.

Điểm tạo mầm trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là điểm nối giữa các nhánh chính của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Trên bề mặt đã được mài tương đối xa điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn), các nhánh chính dường như được sắp xếp rời rạc, trong lúc đó trên bề mặt đã được mài tương đối gần điểm tạo mầm, bốn hoặc sáu các nhánh chính

đường như gần với nhau. Do đó, khi quan sát mỗi bề mặt đã được mài, việc điểm tạo mầm nằm trên phía thép của bề mặt đã được mài đang được quan sát hay trên phía bề mặt của lớp mạ được cho là do sự thay đổi hình dạng của các nhánh chính trên mỗi bề mặt đã mài. Theo cách này, bằng cách kiểm tra hình thái của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) mỗi lần trên các bề mặt đã được mài ở vị trí $t/4$, vị trí $t/2$, và vị trí $3t/4$ theo hướng chiều sâu từ bề mặt lớp mạ, kiểm tra được liệu điểm tạo mầm nằm trên phía thép hay trên phía bề mặt lớp mạ từ vị trí $t/2$. Sau đó, thu được tỷ lệ của số lượng của các điểm tạo mầm trên phía thép từ vị trí $t/2$ với tổng số lượng của các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được quan sát trong vùng đo. Phương pháp nêu trên được thực hiện trên tổng năm vùng đo, và trung bình của các giá trị thu được được lấy là tỷ lệ của số lượng của các điểm tạo mầm trên phía thép từ vị trí $t/2$ của lớp mạ.

Các bảng 2A và 2B có các cột cho các vị trí của các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Trong trường hợp lớp mạ được chia thành hai vào trong phía thép và phía bề mặt lớp mạ ở vị trí $1/2$ theo hướng chiều dày lớp mạ, trường hợp trong đó các điểm tạo mầm với tỷ lệ số lượng lớn hơn hoặc bằng 60% trong số các điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) có mặt trong vùng trên phía thép của lớp mạ được đánh dấu bằng O, trong lúc đó trường hợp ngoài trường hợp nêu trên được đánh dấu là X.

Tấm thép mạ hợp kim thu được được cắt thành kích thước $100\text{mm} \times 50\text{mm}$ và được đưa đi thử nghiệm đánh giá tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng. Việc đánh giá tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng được thực hiện bằng cách thực hiện thử nghiệm tăng tốc ăn mòn được quy định bởi JASO-CCT-M609, và so sánh độ hao hụt trọng lượng ăn mòn sau 120 giây. Các tiêu chuẩn đánh giá là như sau, và A, B, và C được đánh giá là có thể chấp nhận được.

A: Độ hao hụt trọng lượng ăn mòn nhỏ hơn 40g/m^2

B: Độ hao hụt trọng lượng ăn mòn lớn hơn hoặc bằng 40g/m^2 và nhỏ hơn 60g/m^2

C: Độ hao hụt trọng lượng ăn mòn lớn hơn hoặc bằng 60g/m^2 và nhỏ hơn 80g/m^2

D: Độ hao hụt trọng lượng ăn mòn lớn hơn hoặc bằng 80g/m^2

Tính chống ăn mòn sau khi phủ (sự phòng rập của màng phủ sau khi phủ) được đánh giá bằng cách tạo ra lớp chuyển hóa học có độ dày màng $1,2\mu\text{m}$ trên mẫu thử nghiệm tấm phẳng, tạo ra lớp màng phủ có độ dày màng $20\mu\text{m}$, sau đó tạo ra một khuyết tật cắt chạm tới kim loại nền trên bề mặt trước bằng dao cắt, và áp dụng 120 chu kỳ CCT,

trong đó một chu kỳ có 4 giờ SST, 2 giờ làm khô, và 2 giờ làm ướt. Chiều rộng phòng rộp tối đa trên một phía của vết cắt sau khi thử nghiệm được xác định.

Lớp chuyển hóa học

Dung dịch xử lý chuyển hóa hóa học không chứa cromat chứa hỗn hợp gồm chất kết hợp silan, axit tanic, silic oxit, và nhựa polyeste được phủ lên lớp mạ và làm khô để tạo ra màng xử lý chuyển hóa hóa học.

Lớp màng phủ

Lớp màng phủ được tạo ra bằng cách phủ nhựa vecni sơn lót và nhựa vecni phủ trên cùng được mô tả dưới đây lên trên màng xử lý chuyển hóa hóa học. Độ dày của lớp được tạo ra bởi nhựa vecni sơn lót được đặt đến 5 μ m, và độ dày của lớp tạo nên bởi nhựa vecni phủ trên cùng được đặt đến 15 μ m, đối với tổng độ dày 20 μ m.

Thành phần tạo màng của lớp màng phủ

(1) Nhựa vecni sơn lót của các bề mặt phía trước và phía sau

Dạng làm hóa rắn phối hợp polyeste/melamin + isoxyanat (nhựa vecni FLC687 được sản xuất bởi Japan Fine Coatings Co., Ltd.)

(2) Nhựa vecni phủ trên cùng của bề mặt trước

Loại làm hóa rắn polyme polyeste/melamin (nhựa vecni FLC7000 được sản xuất bởi Japan Fine Coatings Co., Ltd.)

(3) Nhựa vecni phủ trên cùng của bề mặt sau

Loại làm hóa rắn polyeste/melamin (nhựa vecni FLC100HQ được sản xuất bởi Japan Fine Coatings Co., Ltd.)

Các tiêu chuẩn đánh giá tính chống ăn mòn sau khi phủ được thể hiện dưới đây. Việc xác định được thực hiện bằng các xếp hạng được thể hiện dưới đây. A, B, và C được đánh giá là có thể chấp nhận được.

A: Chiều rộng phòng rộp tối đa nhỏ hơn 5mm

B: Chiều rộng phòng rộp tối đa lớn hơn hoặc bằng 5mm và nhỏ hơn 8mm

C: Chiều rộng phòng rộp tối đa lớn hơn hoặc bằng 8mm và nhỏ hơn 10mm

D: Chiều rộng phòng rộp tối đa lớn hơn hoặc bằng 10mm

Bảng 1A

Phân loại	Số	Các điều kiện làm nguội sau khi mạ		Thành phần trung bình (% khối lượng) của lớp mạ phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất				
		Giữ nguyên hoặc để yên ở nhiệt độ không đổi trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C	Thời gian lưu giữ hoặc thời gian để yên (giây)	Al	Mg	Si	Ni, Ti, Zr, Sr	Các nguyên tố khác
Ví dụ của sáng chế	1	O	120	11	3	0,2	-	-
	2	O	10	4	3	-	-	-
	3	O	20	6	3	-	-	-
	4	O	50	8	3	0,2	-	-
	5	O	300	9	3	0,2	-	-
	6	O	150	13	3	0,2	-	-
	7	O	50	22	3	0,2	-	-
	8	O	50	11	1	0,2	-	-
	9	O	120	11	1,5	0,2	-	-
	10	O	120	11	2	0,2	-	-
	11	O	120	11	5	0,2	-	-
	12	O	120	11	6	0,2	-	-
	13	O	120	11	10	0,2	-	-
	14	O	120	11	3	0,0001	-	-
	15	O	120	11	3	0,02	-	-
	16	O	120	11	3	0,03	-	-
	17	O	120	11	3	0,8	-	-
	18	O	120	11	3	1	-	-
	19	O	120	19	3	2	-	-
	20	O	120	11	3	0,2	0,1 Ni	-
	21	O	120	11	3	0,2	0,01 Ti	-
	22	O	120	11	3	0,2	0,01 Sr	-
	23	O	120	11	3	0,2	0,0001 Zr	-
	24	O	120	11	3	0,2	-	-
	25	O	120	11	3	0,2	-	-

Các giá trị được gạch dưới có nghĩa là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 1B

Phân loại	Số	Các điều kiện làm nguội sau khi mạ		Thành phần trung bình (% khối lượng) của lớp mạ phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất				
		Giữ nguyên hoặc để yên ở nhiệt độ không đổi trong khoảng nhiệt độ từ 365°C đến 380°C	Thời gian lưu giữ hoặc thời gian để yên (giờ)	Al	Mg	Si	Ni, Ti, Zr, Sr	Các nguyên tố khác
Ví dụ của sáng chế	26	O	120	11	3	0,2	-	-
	27	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Sb
	28	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Pb
	29	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Sn
	30	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Ca
	31	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Co
	32	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Mn
	33	O	120	11	3	0,2	-	0,01 P
	34	O	120	11	3	0,2	-	0,0001 B
	35	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Bi
	36	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Cr
	37	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Sc
	38	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Y
	39	O	120	11	3	0,2	-	0,01 REM
	40	O	120	11	3	0,2	-	0,01 Hf
	41	O	120	11	3	0,2	-	-
	42	O	120	11	3	0,2	-	-
	43	O	120	11	3	0,2	-	-
	44	O	120	11	3	0,2	-	-
	45	O	10	11	3	0,2	-	-
	46	O	120	11	3	0,2	-	-
	47	O	75	11	3	0,2	-	-
	48	O	75	15	4	0,2	-	-
	49	O	75	19	6	0,2	-	-
	50	O	75	21	7	0,2	-	-
	51	O	40	11	3	0,2	-	-
	52	O	150	11	3	0,2	-	-
Ví dụ so sánh	1	O	120	<u>3</u>	3	-	-	-
	2	O	120	<u>23</u>	3	0,2	-	-
	3	O	120	11	<u>-</u>	0,2	-	-
	4	O	120	11	<u>11</u>	0,2	-	-
	5	X	-	11	3	0,2	-	-

Các giá trị được gạch dưới có nghĩa là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 2A

Phân loại	Số	Phần diện tích của cấu trúc hỗn hợp Al-Zn của mặt cắt ngang lớp mạ (%)	Phần diện tích của vùng thứ hai trong cấu trúc hỗn hợp Al-Zn (%)	Nồng độ Zn trung bình của vùng thứ nhất (% khối lượng)	Nồng độ Zn trung bình của vùng thứ hai (% khối lượng)	Nồng độ Zn trung bình của vùng thứ ba (% khối lượng)	Vị trí của điểm tạo mầm của cấu trúc hỗn hợp Al-Zn	Tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng	Tính chống ăn mòn sau khi phủ
Ví dụ của sáng chế	1	55	25	84	71	59	O	A	A
	2	10	4	81	69	-	X	C	C
	3	21	7	82	72	-	O	B	B
	4	39	15	79	68	60	O	A	B
	5	44	25	81	70	65	O	A	A
	6	62	20	77	68	59	O	A	A
	7	70	40	77	74	56	X	C	C
	8	60	15	83	68	61	X	C	C
	9	58	20	76	70	63	O	B	B
	10	57	16	81	74	60	O	A	A
	11	53	23	82	70	62	O	A	A
	12	52	27	77	70	65	O	B	B
	13	50	36	84	69	66	X	C	C
	14	54	24	83	69	64	O	A	A
	15	56	20	80	67	65	O	A	A
	16	55	10	84	74	63	O	A	A
	17	57	26	76	70	61	O	A	A
	18	56	15	78	70	65	O	A	A
	19	57	26	80	74	64	O	A	A
	20	53	15	78	71	59	O	A	A
	21	58	17	83	71	57	O	A	A
	22	56	16	80	74	58	O	A	A
	23	58	20	82	69	59	O	A	A
	24	56	29	81	74	65	O	A	A
	25	54	23	81	73	63	O	A	A

Các giá trị được gạch dưới có nghĩa là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Bảng 2B

Phân loại	Số	Phần diện tích của cấu trúc hỗn hợp Al-Zn của mặt cắt ngang lớp mạ (%)	Phần diện tích của vùng thứ hai trong cấu trúc hỗn hợp Al-Zn (%)	Nồng độ Zn trung bình của vùng thứ nhất (% khối lượng)	Nồng độ Zn trung bình của vùng thứ hai (% khối lượng)	Nồng độ Zn trung bình của vùng thứ ba (% khối lượng)	Vị trí của điểm tạo mầm của cấu trúc hỗn hợp Al-Zn	Tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng	Tính chống ăn mòn sau khi phủ
Ví dụ của sáng chế	26	55	15	82	74	60	O	A	A
	27	58	16	79	72	66	O	A	A
	28	54	21	84	73	59	O	A	A
	29	56	14	82	68	60	O	A	A
	30	58	18	77	68	60	O	A	A
	31	57	25	84	71	61	O	A	A
	32	56	26	78	74	55	O	A	A
	33	53	22	84	71	57	O	A	A
	34	54	19	78	69	57	O	A	A
	35	59	12	79	73	57	O	A	A
	36	53	23	79	71	66	O	A	A
	37	56	15	75	68	66	O	A	A
	38	56	26	84	70	56	O	A	A
	39	57	27	79	68	56	O	A	A
	40	56	21	83	71	56	O	A	A
	41	56	0,5	84	72	66	O	A	A
	42	58	5	81	74	56	O	A	A
	43	56	13	77	69	60	O	A	A
	44	57	30	80	70	61	O	A	A
	45	57	35	82	68	60	O	B	B
	46	56	10	84	73	-	O	A	A
	47	58	23	79	70	59	O	A	A
	48	63	29	78	72	62	O	A	A
	49	65	32	81	68	61	O	A	A
	50	69	33	80	71	64	O	A	A
	51	54	35	82	69	60	O	B	B
	52	56	10	82	71	62	O	A	A
Ví dụ so sánh	1	<u>8</u>	<u>-</u>	77	-	-	X	D	D
	2	<u>75</u>	<u>41</u>	84	71	58	X	D	D
	3	60	<u>42</u>	76	73	63	X	D	D
	4	40	<u>50</u>	82	72	58	X	D	D
	5	43	<u>48</u>	80	69	61	X	D	D

Các giá trị được gạch dưới có nghĩa là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, lớp mạ của ví dụ của sáng chế số 1 bao gồm (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂).

Tương tự, các lớp mạ của các ví dụ của sáng chế số 2 đến 52 và các ví dụ so sánh số 1 đến 5 bao gồm (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong nền (cấu trúc otecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂).

Như được thể hiện trong các bảng 1A, 1B, 2A, và 2B, tất cả các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của các ví dụ của sáng chế số 1 đến 52 thỏa mãn các khoảng của sáng chế và có tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ tốt. Ngoài ra, như được thể hiện trong bảng 2, các thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng trong đó vị trí của điểm tạo mầm của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) được đánh giá là “O” có tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn của lớp phủ tốt hơn.

Mặt khác, trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của ví dụ so sánh số 1, lớp mạ có hàm lượng Al thấp, tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong lớp mạ là thấp, và vùng thứ hai không được bao gồm trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn). Vì lý do này, tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ kém hơn.

Trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của ví dụ so sánh số 2, lớp mạ có hàm lượng Al quá mức, tỷ lệ diện tích của (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) trong lớp mạ là cao, và tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) cũng cao, nên tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ kém hơn.

Trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của ví dụ so sánh số 3, lớp mạ không chứa Mg, và tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) cũng cao, nên tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ kém hơn.

Trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của ví dụ so sánh số 4, lớp mạ có hàm lượng Mg quá mức, và tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) cũng cao, nên tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ kém hơn.

Trong thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng của ví dụ so sánh số 5, vì việc giữ nguyên hoặc làm nguội chậm không được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 380°C và 365°C, tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong (cấu trúc hỗn hợp Al-Zn) là cao, nên tính chống ăn mòn của bề mặt phẳng và tính chống ăn mòn sau khi phủ kém hơn.

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên từ đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2020-100073, nộp ngày 9 tháng 6 năm 2020, nội dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng, trong đó thép mạ này bao gồm:

thép; và

lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của thép,

trong đó, lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình,

Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng,

Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng,

và còn tùy ý chứa, dưới dạng thành phần trung bình,

Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng,

bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni, Ti, Zr, và Sr với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng, hoặc

bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb, Pb, Sn, Ca, Co, Mn, P, B, Bi, Cr, Sc, Y, REM, và Hf với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng,

và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất,

lớp mạ bao gồm cấu trúc hỗn hợp Al-Zn với tỷ lệ diện tích nằm trong khoảng từ 10% đến 70% trong mặt cắt ngang của lớp mạ trong nền cấu trúc orecti ba thành phần Al/Zn/MgZn₂,

cấu trúc hỗn hợp Al-Zn bao gồm vùng thứ nhất có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 75% khối lượng và nhỏ hơn 85% khối lượng và vùng thứ hai có mặt bên trong vùng thứ nhất và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 67% khối lượng và nhỏ hơn 75% khối lượng, và

tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong cấu trúc hỗn hợp Al-Zn trong mặt cắt ngang của lớp mạ lớn hơn 0% và nhỏ hơn hoặc bằng 40%, và

lượng dính bám của lớp mạ nằm trong khoảng từ 10 đến 300g/m².

2. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo điểm 1,

trong đó, lớp mạ chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng, Al với lượng nằm trong khoảng từ 8 đến 22% khối lượng, và phần còn lại gồm có Zn và các tạp chất, và

cấu trúc hỗn hợp Al-Zn bao gồm vùng thứ nhất, vùng thứ hai, và vùng thứ ba có mặt bên trong vùng thứ hai và có nồng độ Zn nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 55% khối lượng và nhỏ hơn 67% khối lượng.

3. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó, tỷ lệ diện tích của vùng thứ hai trong cấu trúc hỗn hợp Al-Zn nằm trong khoảng từ 5% đến 40%.

4. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3,

trong đó, trong trường hợp lớp mạ được chia làm hai vào trong phía thép và phía bề mặt lớp mạ ở vị trí 1/2 theo hướng chiều dày lớp mạ, các điểm tạo mầm với tỷ lệ số lượng lớn hơn hoặc bằng 60% trong số các điểm tạo mầm của cấu trúc hỗn hợp Al-Zn có mặt trong vùng trên phía thép của lớp mạ.

5. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4,

trong đó, lớp mạ còn chứa, dưới dạng thành phần trung bình, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

6. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5,

trong đó lớp mạ này còn chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni, Ti, Zr, và Sr với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

7. Thép mạ trên cơ sở Zn-Al-Mg nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6,

trong đó, lớp mạ này còn chứa, dưới dạng thành phần trung bình, bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb, Pb, Sn, Ca, Co, Mn, P, B, Bi, Cr, Sc, Y, REM, và Hf với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 2% khối lượng.

1/1

FIG. 1

