



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

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

(11)



1-0038465

C23C 2/06; B32B 15/04; B32B 15/18; (13) B
C22C 18/04; C22C 21/10; C23C 2/02;
(51)^{2020.01} B32B 15/01; C23C 2/12; C23C 2/26;
C23C 2/28; C23C 2/40; C23C 28/02;
C23C 30/00

(21) 1-2020-01657

(22) 08/09/2017

(86) PCT/JP2017/032457 08/09/2017

(87) WO 2019/049307 A1 14/03/2019

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/06/2020 387

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) SHIMODA Nobuyuki (JP).

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

(54) TẤM THÉP MẠ NỀN ZN-AL-MG

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg có tấm thép, lớp hợp kim mà được tạo ra trên bề mặt của tấm thép và chứa Fe và Si, và lớp mạ mà được tạo ra trên bề mặt của lớp hợp kim đối diện với tấm thép, trong đó thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim bao gồm, theo % khối lượng, Al: 45,0 đến 65,0%, Si: 0,50 đến 5,00%, Mg: 1,00 đến 10,00%, và còn lại là Zn, Fe, và các tạp chất, lớp mạ chứa 0,1 đến 20,0% pha Mg-Si theo tỷ lệ thể tích, ở trường hợp trong đó khoảng 1 μ m từ bề mặt của lớp mạ theo chiều độ dày của lớp mạ được xác định là diện tích lớp bề mặt của lớp mạ, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt theo chiều trong đó lớp mạ được quan sát trong hình chiếu bằng là 0,1 đến 15,0 μ m, và giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ bằng 0,55 lần hoặc nhiều hơn so với giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg và cụ thể là đề cập đến tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg có độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công tuyệt vời.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, người ta đã biết cải thiện độ bền chống ăn mòn của vật liệu thép bằng cách sử dụng lớp mạ Zn lên bề mặt của vật liệu thép, và vật liệu thép được tiến hành mạ Zn hiện đang được sản xuất hàng loạt. Tuy nhiên, trong nhiều ứng dụng, độ bền chống ăn mòn có thể không đủ với chỉ lớp mạ Zn. Do đó, trong những năm gần đây, tấm thép mạ hợp kim Zn-Al nhúng nóng (tấm thép Galvalume (nhãn hiệu đã được đăng ký)) trong đó độ bền chống ăn mòn của vật liệu thép được cải thiện thêm so với tấm thép mạ Zn được sử dụng.

Ví dụ, tấm thép mạ Zn-Al nhúng nóng thu được bằng cách sử dụng lớp mạ hợp kim bao gồm Al với hàm lượng là 25 đến 75% khối lượng, Si với hàm lượng là 0,5% hoặc nhiều hơn trên hàm lượng Al, và về cơ bản còn lại là Zn được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1. Theo Tài liệu sáng chế 1, lớp mạ hợp kim Zn-Al nhúng nóng thực tế không những tuyệt vời về độ bền chống ăn mòn mà còn có độ bám dính tốt vào thép và thu được bề ngoài tốt. Tuy nhiên, trong tấm thép mạ của Tài liệu sáng chế 1, lớp mạ không chứa Mg, và độ bền chống ăn mòn là không đủ.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ rằng độ bền chống ăn mòn được cải thiện bằng cách bổ sung Mg vào lớp mạ.

Tuy nhiên, trong những năm gần đây, nhu cầu về độ bền chống ăn mòn so với lớp mạ đã biết ngày càng gia tăng. Như trong Tài liệu sáng chế 2, chỉ bằng

cách chứa Mg trong lớp mạ, độ bền chống ăn mòn là không đủ trong môi trường khắc nghiệt hơn (môi trường trong đó yêu cầu độ bền chống ăn mòn cao).

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ thép dải được phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trong đó các hạt pha Mg_2Si hình cầu mịn được phân tán trong lớp phủ bằng cách làm nguội cưỡng bức thép dải phủ. Trong Tài liệu sáng chế 3, người ta mô tả rằng bằng cách thay đổi pha Mg_2Si trong các hạt hình cầu mịn, khả năng nứt lớp phủ giảm và độ bền chống ăn mòn của lớp phủ này được cải thiện.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ tấm thép mạ nền Al-Zn-Mg nhúng nóng trong đó trục chính của pha kết tủa trong lớp mạ được thiết đặt là 0,5 μm hoặc nhỏ hơn bằng cách thiết đặt tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng được xác định trước hoặc nhiều hơn cho đến khi lớp mạ được hóa rắn.

Tuy nhiên, như kết quả nghiên cứu các tác giả sáng chế, người ta thấy rằng như trong các Tài liệu sáng chế 3 và 4, chỉ bằng cách tinh chế pha Mg_2Si , không thể thu được đủ độ bền chống ăn mòn trong môi trường ăn mòn khắc nghiệt.

Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ tấm thép mạ nền Al-Zn-Mg-Si nhúng nóng chứa Mg_2Si . Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ rằng bằng cách làm nguội tấm thép ở tốc độ làm nguội dưới 10 °C/giây ở khoảng nhiệt độ trong đó Mg_2Si dễ dàng được tạo ra, Mg_2Si được phân tán mịn và đồng nhất trong toàn bộ lớp mạ chính và cải thiện độ bền chống ăn mòn của phần được xử lý.

Ngoài ra, Tài liệu sáng chế 6 bộc lộ rằng bằng cách làm nguội tấm thép ở tốc độ làm nguội dưới 10 °C/giây ở khoảng nhiệt độ trong đó Mg_2Si dễ dàng được tạo ra, Mg_2Si được phân tán mịn và đồng nhất trong toàn bộ lớp mạ chính, ngoài ra, bằng cách thiết đặt nồng độ oxy của khí lau ở 10% thể tích hoặc nhiều hơn, tỷ lệ diện tích của Mg_2Si trong bề mặt của lớp mạ chính được tăng lên 10% hoặc nhiều hơn, và độ bền chống ăn mòn của phần tấm phẳng và phần đầu được

cải thiện.

Tuy nhiên, như kết quả nghiên cứu của các tác giả sáng chế, người ta thấy rằng Mg_2Si được tạo ra bằng cách làm nguội dần khoảng nhiệt độ hình thành được tinh chế không đủ. Người ta thấy rằng Mg_2Si , mà được tinh chế không đủ, có đóng góp nhỏ vào độ bền chống ăn mòn và trong các tấm thép mạ Al-Zn-Mg-Si nhúng nóng trong các Tài liệu sáng chế 5 và 6, không thể thu được đủ độ bền chống ăn mòn trong môi trường ăn mòn khắc nghiệt.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 3343930

Tài liệu sáng chế 2: Đơn sáng chế Nhật Bản chưa qua thẩm định, công bố lần thứ nhất số S59-056570

Tài liệu sáng chế 3: Bản dịch tiếng Nhật được công bố số 2012-528244 của công bố quốc tế đơn PCT

Tài liệu sáng chế 4: Đơn sáng chế Nhật Bản chưa qua thẩm định, Công bố lần thứ nhất số 2005-133151

Tài liệu sáng chế 5: Bằng sáng chế Nhật Bản số 6059408

Tài liệu sáng chế 6: Đơn sáng chế Nhật Bản chưa qua thẩm định, Công bố lần thứ nhất số 2016-166414

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Sáng chế được tạo ra có xem xét đến các trường hợp ở trên. Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg có đủ khả năng gia công và

độ bền chống ăn mòn tuyệt vời.

Cách thức giải quyết vấn đề

Kết quả nghiên cứu các nghiên cứu kỹ lưỡng do các tác giả sáng chế thực hiện là, các tác giả sáng chế hiện tại thấy rằng pha Mg-Si (Mg_2Si) được tạo ra trong lớp mạ là cấu trúc có hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn, và quan trọng là pha Mg-Si có mặt tập trung trên phía bề mặt và đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si được kiểm soát nằm khoảng được xác định trước nhằm cải thiện độ bền chống ăn mòn mà không làm giảm khả năng gia công.

Sáng chế được tạo ra dựa vào phát hiện trên và bản chất của sáng chế là như sau.

(1) Tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo khía cạnh của sáng chế bao gồm: tấm thép; lớp hợp kim mà được tạo ra trên bề mặt của tấm thép và chứa Fe và Si; và lớp mạ mà được tạo ra trên bề mặt của lớp hợp kim đối diện với tấm thép, trong đó thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim bao gồm, theo % khối lượng, Al: 45,0 đến 65,0%, Si: 0,50 đến 5,00%, Mg: 1,00 đến 10,00%, và còn lại là Zn, Fe, và các tạp chất, lớp mạ chứa 0,1 đến 20,0% pha Mg-Si theo tỷ lệ thể tích, ở trường hợp trong đó khoảng 1 μm từ bề mặt của lớp mạ theo chiều độ dày của lớp mạ được xác định là diện tích lớp bề mặt của lớp mạ, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt theo chiều trong đó lớp mạ được quan sát trong hình chiếu bằng thu được là 0,1 đến 15,0 μm , và ở trường hợp trong đó vị trí 1/2 độ dày của lớp mạ từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim được xác định là tâm độ dày của lớp mạ và hàm lượng Si được đo trên toàn bộ độ dày của lớp mạ, giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ bằng 0,55 lần hoặc nhiều hơn so với giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung.

(2) Trong tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo mục (1), giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ có thể bằng 0,60 lần hoặc nhiều hơn so với giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung.

(3) Trong tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo mục (1), thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim có thể còn bao gồm tổng 0,01 đến 1,00% của một hoặc nhiều nhóm chứa Cr, Ca, Sr, và Ni.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg có đủ khả năng gia công và độ bền chống ăn mòn tuyệt vời. Ngoài ra, tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo sáng chế là phù hợp cho các vật liệu xây dựng, xe hơi và đồ điện gia dụng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện các kết quả thu được bằng cách đo hàm lượng Si và hàm lượng Fe bằng cách sử dụng GDS từ bề mặt của lớp mạ theo chiều độ dày của lớp mạ trong sản xuất số 3 (Ví dụ sáng chế) và sản xuất số 23 (Ví dụ so sánh) trong các ví dụ.

Fig.2A thể hiện kết quả phân tích EPMA về diện tích lớp bề mặt của lớp mạ được đo từ phía bề mặt của lớp mạ của sản xuất số 3 (Ví dụ sáng chế) trong các ví dụ.

Fig.2B thể hiện kết quả phân tích EPMA về diện tích lớp bề mặt của lớp mạ đo từ phía bề mặt của lớp mạ của sản xuất số 23 (Ví dụ so sánh) trong các ví dụ.

Fig.3A thể hiện kết quả phân tích EPMA về mặt cắt ngang của lớp mạ của sản xuất số 3 (Ví dụ sáng chế) trong các ví dụ.

Fig.3B thể hiện kết quả phân tích EPMA về mặt cắt ngang của lớp mạ của sản xuất số 23 (Ví dụ so sánh) trong các ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép mạ là tấm thép gốc dùng để mạ được nhúng trong bể mạ nhúng nóng chứa Al, Si, Mg, và Zn để tạo ra lớp mạ bao gồm các nguyên tố này trên bề mặt tấm thép. Các tác giả sáng chế xác nhận rằng Mg_2Si mà là hợp chất của Mg và Si được tạo ra làm pha Mg-Si trong lớp mạ bằng cách điều chỉnh thành phần của bể mạ. Bằng cách cho phép Mg_2Si có mặt trong lớp mạ, độ bền chống ăn mòn của lớp mạ này được cải thiện.

Kết quả của các nghiên cứu bổ sung là, các tác giả sáng chế phát hiện thấy rằng bằng cách phân bố lượng lớn Mg_2Si trên phía gần với bề mặt của lớp mạ (bề mặt đối diện với bề mặt tiếp xúc với lớp hợp kim), độ bền chống ăn mòn của lớp mạ có thể được cải thiện thêm. Tuy nhiên, người ta thấy rằng không nên chỉ tăng số lượng các pha Mg-Si do khả năng gia công bị giảm ở trường hợp trong đó tỷ lệ thể tích của pha Mg-Si trong lớp mạ được tăng quá mức.

Ở đây, các tác giả sáng chế phát hiện thấy rằng bằng cách kiểm soát pha Mg-Si để phân bố lượng lớn Mg_2Si trên phía bề mặt của lớp mạ và làm giảm kích thước (đường kính hình tròn tương đương trung bình) của Mg_2Si có mặt ở vị trí gần với bề mặt của lớp mạ xuống khoảng được xác định trước, độ bền chống ăn mòn có thể được cải thiện thêm trong khi vẫn đảm bảo đủ khả năng gia công.

Sau đây, tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg (sau đây, đôi khi được gọi là tấm thép mạ theo phương án) theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Tấm thép mạ theo phương án có tấm thép, lớp hợp kim mà được tạo ra trên bề mặt của tấm thép và chứa Fe và Si, và lớp mạ mà được tạo ra trên bề mặt của lớp hợp kim đối diện với tấm thép.

Thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim bao gồm, theo % khối lượng, Al: 45,0 đến 65,0%, Si: 0,50 đến 5,00%, Mg: 1,00 đến 10,00%, tùy chọn tổng 0,01 đến 1,00% của một hoặc nhiều nhóm chứa Cr, Ca, Sr, và Ni, và còn lại là Zn, Fe, và các tạp chất.

Ngoài ra, lớp mạ bao gồm 0,1 đến 20% thể tích tích pha Mg-Si theo tỷ lệ thể tích, và đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt của lớp mạ là 0,1 đến 15,0 μm .

Ở trường hợp trong đó hàm lượng Si được đo trên toàn bộ độ dày của lớp mạ từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim trong lớp mạ, giá trị hàm lượng Si được chứa từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ bằng 0,55 lần hoặc nhiều hơn so với giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày của lớp mạ. Tức là, lượng Si có mặt trong phần lớp phía trên của lớp mạ mà là phía bề mặt của lớp mạ từ vị trí 1/2 độ dày lớn hơn trong vùng ở phía dưới mà là phía tấm thép từ vị trí 1/2 độ dày của lớp mạ.

Lớp mạ và lớp hợp kim có thể được tạo ra trên một bề mặt hoặc cả hai của tấm thép.

<Tấm thép>

Tấm thép mà trở thành tấm thép gốc dùng để mạ có thể là tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội và không bị giới hạn cụ thể. Vật liệu của chúng không bị giới hạn cụ thể và là bất kỳ thép thông thường nào, thép nặng Al, thép hợp kim cao, và tương tự có thể được sử dụng.

Bằng cách sử dụng phương pháp mạ nhúng nóng cho tấm thép mà trở thành tấm thép gốc dùng để mạ, có thể thu được tấm thép mạ theo phương án.

Liên quan đến độ dày tấm của tấm thép, độ dày tấm này không bị giới hạn cụ thể miễn là độ dày tấm này ở trong khoảng trong đó tấm thép được cho

phép đi qua thiết bị mạ nhúng nóng liên tục, nhưng theo quan điểm sản xuất ổn định, độ dày tấm lớn là tốt hơn. Ở trường hợp trong đó độ dày tấm lớn, lượng nhiệt được giữ bởi tấm thép trong khi hình thành lớp mạ là lớn và động thái giảm nhiệt độ của tấm thép trở nên chậm. Do đó, làm nguội kim loại nóng chảy của bề mạ bám dính vào tấm thép sao cho sự hóa rắn diễn ra theo một chiều từ phía bề mặt đến phía tấm thép có lợi hơn.

<Lớp mạ>

(Thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim)

Ở trường hợp trong đó tấm thép được nhúng trong bể mạ, lớp mạ được tạo ra trên tấm thép và một phần của lớp mạ được tạo hợp kim để tạo ra lớp hợp kim giữa lớp mạ và tấm thép.

Thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim được tạo ra trên tấm thép bao gồm Al: 45,0 đến 65,0%, Si: 0,50 đến 5,00%, Mg: 1,00 đến 10,00%, và còn lại là Zn, Fe, và các tạp chất. Nếu cần, thành phần trung bình này có thể chứa tổng 0,01 đến 1,0% của Cr, Ca, Sr, và Ni. Đơn vị của thành phần trung bình này là % khối lượng. Trong phần mô tả sau, đơn vị này được thể hiện đơn giản là %.

Thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim có thể được đo bằng cách hòa tan lớp mạ và lớp hợp kim từ tấm thép mạ theo phương án trong đó lớp mạ và lớp hợp kim được tạo ra bằng cách sử dụng axit clohydric hoặc tương tự, và phân tích thành phần của lớp mạ và lớp hợp kim tách biệt bằng phân tích ICP. Cụ thể là, thành phần mạ có thể thu được bằng cách sử dụng khối lượng của lớp mạ và lớp hợp kim được hòa tan trong axit clohydric làm mẫu số, và bằng cách sử dụng khối lượng của nguyên tố được xác định định lượng bằng ICP làm tử số.

Sau đây, nguyên nhân giới hạn mỗi thành phần sẽ được mô tả.

(Al: 45,0 đến 65,0%)

Ở trường hợp trong đó hàm lượng Al nhỏ hơn 45,0%, độ bền chống ăn mòn của phần phẳng của lớp mạ là không đủ. Do đó, hàm lượng Al được thiết đặt là 45,0% hoặc nhiều hơn. Tốt hơn là, hàm lượng Al là 50,0% hoặc nhiều hơn.

Mặt khác, ở trường hợp trong đó hàm lượng Al lớn hơn 65,0%, độ bền chống ăn mòn của bề mặt đầu cắt của lớp mạ bị giảm. Ngoài ra, ở trường hợp trong đó hàm lượng Al lớn hơn 65,0%, có yêu cầu là nhiệt độ của bề mạ được duy trì ở nhiệt độ cao và do đó có vấn đề là chi phí sản xuất tăng. Do đó, hàm lượng Al được thiết đặt là 65,0% hoặc nhỏ hơn. Khoảng tốt hơn nữa là 60,0% hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, liên quan đến độ bền chống ăn mòn, ở trường hợp trong đó hiệu quả cải thiện các đặc tính chặn của lớp mạ bằng Al là nhân tố chính thay vì hiệu quả bảo vệ catốt bằng Zn, tốt hơn là hàm lượng Al được thiết đặt cao hơn hàm lượng Zn.

(Si: 0,50 đến 5,00%)

Si là nguyên tố mà tạo ra hợp chất với Mg để góp phần vào độ bền chống ăn mòn. Ngoài ra, khi lớp mạ được tạo ra trên tấm thép, Si là nguyên tố có các hiệu quả ngăn sự hình thành của lớp hợp kim dày quá mức được tạo ra giữa bề mặt tấm thép và lớp mạ và cải thiện độ bám dính giữa tấm thép và lớp mạ.

Ở trường hợp trong đó hàm lượng Si nhỏ hơn 0,50%, các hiệu quả này có thể không thu được đầy đủ. Do đó, hàm lượng Si được thiết đặt là 0,50% hoặc nhiều hơn. Tốt hơn là, hàm lượng Si là 1,00% hoặc nhiều hơn.

Mặt khác, ở trường hợp trong đó hàm lượng Si lớn hơn 5,00%, lượng Si quá mức trong lớp mạ bị kết tủa, độ bền chống ăn mòn bị giảm, và khả năng gia công của lớp mạ cũng bị giảm. Do đó, hàm lượng Si được thiết đặt là 5,00%

hoặc nhỏ hơn. Theo quan điểm về khả năng gia công, hàm lượng Si tốt hơn là được thiết đặt là 3,00% hoặc nhỏ hơn. Khoảng tốt hơn nữa của hàm lượng Si là 2,00% hoặc nhỏ hơn.

(Mg: 1,00 đến 10,00%)

Mg là nguyên tố có hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn của lớp mạ. Ở trường hợp trong đó hàm lượng Mg nhỏ hơn 1,00%, Mg_2Si không được tạo ra một cách phù hợp và độ bền độ bền chống ăn mòn không được cải thiện một cách đáng kể. Do đó, hàm lượng Mg được thiết đặt là 1,00% hoặc nhiều hơn. Tốt hơn là, hàm lượng Mg là 1,50% hoặc nhiều hơn.

Mặt khác, ở trường hợp trong đó hàm lượng Mg lớn hơn 10,00%, hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn bị bão hòa và khả năng gia công của lớp mạ bị giảm. Ngoài ra, nảy sinh vấn đề sản xuất chẳng hạn như gia tăng lượng xỉ được sinh ra trong bể mạ. Do đó, hàm lượng Mg được thiết đặt là 10,00% hoặc nhỏ hơn. Theo quan điểm về hiệu suất, tốt hơn nữa là hàm lượng Mg được thiết đặt là 3,50% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là, hàm lượng Mg là 3,00% hoặc nhỏ hơn.

Về cơ bản, lớp mạ và lớp hợp kim của tấm thép mạ theo phương án chứa các nguyên tố trên và còn lại bao gồm Zn, Fe, và các tạp chất. Tuy nhiên, nhằm cải thiện thêm độ bền chống ăn mòn của lớp mạ, nếu cần, các kim loại kiềm thổ chẳng hạn như Sr và Ca và Cr or Ni có thể được chứa trong đó. Do các nguyên tố này không nhất thiết phải được bao gồm và giới hạn dưới là 0%.

Ngoài ra, các tạp chất có nghĩa là các nguyên tố mà không thể tránh khỏi được chứa trong thép trong quá trình mạ là Pb, Sb, Sn, Cd, Mn, Cu, Ti, và tương tự. Miễn là tổng lượng các tạp chất này là 1,0% hoặc nhỏ hơn, các tạp chất này có thể được bao gồm do các tạp chất này không ảnh hưởng xấu đến các đặc tính.

(Tổng của Cr, Ca, Sr, và Ni: 0 đến 1,00%)

Các nguyên tố này không nhất thiết phải được chứa và giới hạn dưới là 0%. Ở trường hợp trong đó tổng hàm lượng của Cr, Ca, Sr, và Ni nhỏ hơn 0,01%, hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn đủ được thể hiện. Do đó, ở trường hợp trong đó thu được hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn, tốt hơn là một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố này được chứa theo tổng là 0,01% hoặc nhiều hơn. Tốt hơn nữa là, tổng lượng các nguyên tố này là 0,05% hoặc nhiều hơn.

Mặt khác, ở trường hợp trong đó tổng lượng Cr, Ca, Sr, và Ni lớn hơn 1,00%, hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn có thể là bị bão hòa và lượng xỉ được sinh ra trong bể mạ cũng có thể vượt quá khoảng cho phép.

Do đó, ngay cả ở trường hợp trong đó Sr, Ca, Cr và/hoặc Ni được chứa, tổng lượng tốt hơn được thiết đặt là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là giới hạn trên là 0,20% và còn tốt hơn nữa là giới hạn trên là 0,10%.

(Tỷ lượng thể tích của pha Mg-Si trong lớp mạ)

Bằng cách thiết đặt tỷ lượng thể tích của pha Mg-Si trong lớp mạ là 0,1% hoặc nhiều hơn, độ bền chống ăn mòn của lớp mạ có thể được cải thiện. Do đó, tỷ lượng thể tích của pha Mg-Si được thiết đặt là 0,1% hoặc nhiều hơn. Tỷ lượng thể tích này tốt hơn là 1,0% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 2,0% hoặc nhiều hơn, còn tốt hơn nữa là 5,0% hoặc nhiều hơn, và thậm chí còn tốt hơn nữa là 10,0% hoặc nhiều hơn.

Mặt khác, ở trường hợp trong đó tỷ lượng thể tích của pha Mg-Si lớn hơn 20,0%, khả năng gia công bị giảm. Do đó, tỷ lượng thể tích của pha Mg-Si được thiết đặt là 20,0% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lượng thể tích này tốt hơn là 18,0% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 15,0% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 10,0% hoặc nhỏ hơn, và thậm chí còn tốt hơn nữa là 5,0% hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lượng thể tích của mỗi pha cấu thành lớp mạ bằng với tỷ lệ diện tích của mỗi pha được lộ ra ở mặt cắt ngang của lớp mạ. Do đó, bằng cách ánh xạ sự

phân bố nguyên tố bằng cách sử dụng SEM-EDS, và thu được tỷ lệ diện tích của mỗi pha của mặt cắt ngang của lớp mạ (tỷ lệ diện tích mặt cắt ngang), tỷ lượng thể tích có thể được định rõ.

(Đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt)

Ở trường hợp trong đó khoảng 1 μm từ bề mặt của lớp mạ theo chiều độ dày của lớp mạ được xác định là diện tích lớp bề mặt của lớp mạ, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si của diện tích lớp bề mặt theo chiều, trong đó lớp mạ được quan sát trong hình chiếu bằng, là 0,1 đến 15,0 μm .

Ở trường hợp trong đó đường kính hình tròn tương đương trung bình nhỏ hơn 0,1 μm , độ bền chống ăn mòn của lớp mạ bị giảm. Do đó, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si của diện tích lớp bề mặt của lớp mạ được thiết đặt là 0,1 μm hoặc nhiều hơn. Mặt khác, ở trường hợp trong đó đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si lớn hơn 15,0 μm , bản thân lớp mạ dễ vỡ và khả năng gia công bị giảm. Do đó, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt được thiết đặt là 15,0 μm hoặc nhỏ hơn.

Đường kính hình tròn tương đương trung bình theo phương án có thể được đo bằng cách sử dụng phương pháp sau.

Trong trường nhìn $500 \times 500 \mu\text{m}$ hoặc lớn hơn từ phía bề mặt của lớp mạ (từ chiều trong đó hình chiếu bằng về bề mặt của lớp mạ thu được), sự phân bố Si của diện tích lớp bề mặt của lớp mạ (khoảng ở vị trí tại độ sâu là khoảng 1 μm từ bề mặt của lớp mạ) được đo bằng cách sử dụng EPMA. Trong lớp mạ của tấm thép mạ theo phương án, như được mô tả sau, Si về cơ bản có mặt làm pha Mg-Si. Do đó, diện tích của pha bao gồm Si được đo được tính toán, và đường kính của hình tròn có diện tích tương đương với diện tích của nó là tương đương với

đường kính hình tròn của pha Mg-Si. Đường kính hình tròn tương đương trung bình thu được bằng cách lấy trung bình đường kính hình tròn tương đương của pha Mg-Si được đo trong trường nhìn.

Fig.2A và Fig.2B thể hiện các ví dụ về sự phân bố Si được đo bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả ở trên.

(Trạng thái phân bố của pha Mg-Si trong lớp mạ)

Trong lớp mạ của tấm thép mạ theo phương án, pha Mg-Si được phân bố sao cho số lượng các pha Mg-Si có mặt trên phía bề mặt của lớp mạ lớn hơn trên phía tấm thép khi tâm của lớp mạ theo chiều độ dày được thiết đặt làm tham chiếu. Do đó, độ bền chống ăn mòn tuyệt vời có thể thu được mà không làm suy giảm khả năng gia công.

Ở đây, như có thể thấy từ kết quả phân tích EPMA về mặt cắt ngang của lớp mạ được thể hiện trên Fig.3A, trong lớp mạ của tấm thép mạ theo phương án, Si có mặt vị trí giống với Mg. Tức là, Si được xem là có mặt làm pha Mg-Si (Mg_2Si).

Do đó, ở trường hợp trong đó trong lớp mạ của tấm thép mạ theo phương án, vị trí 1/2 độ dày của lớp mạ từ bề mặt của lớp mạ theo chiều độ dày của lớp mạ (sau đây, đôi khi được gọi là tâm độ dày của lớp mạ) được sử dụng làm tham chiếu, miễn là Si được phân bố sao cho lượng lớn Si có mặt trên phía bề mặt từ tâm độ dày của lớp mạ so với phía tấm thép từ tâm độ dày của lớp mạ, có thể xác định được rằng số lượng pha các Mg-Si có mặt trên phía bề mặt của lớp mạ lớn hơn so với trên tấm thép của lớp mạ khi tâm của lớp mạ theo chiều độ dày được thiết đặt làm tham chiếu.

Sau đây, dựa vào tâm độ dày của lớp mạ, phía tấm thép từ tâm độ dày của lớp mạ đôi khi được gọi là phần phía dưới của lớp mạ, và phía bề mặt từ tâm độ dày của lớp mạ đôi khi được gọi là phần lớp phía trên của lớp mạ.

Trong tấm thép mạ theo phương án, có thể xác định được rằng “số lượng các pha Mg-Si có mặt trong phần lớp phía trên của lớp mạ lớn hơn trong phần lớp phía dưới của lớp mạ” trong trường hợp sau.

Cụ thể là, bằng cách sử dụng máy phân tích quang phổ phát xạ quang phát sáng (GDS), hàm lượng Si liên tục được đo bằng cách thiết đặt đường kính đo là 4 mm và thực hiện phân tích nguyên tố trong khi đào mẫu bằng cách phun vào bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim từ bề mặt của lớp mạ theo chiều độ dày. Liên quan đến giá trị được đo thu được, hàm lượng Si từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ được chứa và giá trị được chứa này (giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt) được tính toán. Ngoài ra, hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày của lớp mạ (từ bề mặt lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim) và giá trị được chứa này (giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày) được tính toán.

Ở trường hợp trong đó giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt là 0,55 lần hoặc nhiều hơn giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt, tức là, $(\text{giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt})/(\text{giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày}) \geq 0,55$, rõ ràng, xác định được rằng lượng Si có mặt trên phần lớp phía trên của lớp mạ lớn hơn so với trên phần lớp phía dưới của lớp mạ.

Theo quan điểm về độ bền chống ăn mòn, tốt hơn là $(\text{giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt})/(\text{giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày}) \geq 0,60$.

Fig.1 là hình vẽ đồ thị về các kết quả của việc thực hiện đo hàm lượng Si của tấm thép mạ theo phương án (Sản xuất số 3 trong các ví dụ được mô tả sau) và tấm thép mạ so sánh (Sản xuất số 23 trong các ví dụ được mô tả sau) theo chiều độ dày bằng cách sử dụng GDS.

Trên Fig.1, phía bên trái của đồ thị thể hiện bề mặt của lớp mạ và trục hoành thể hiện khoảng cách từ bề mặt của lớp mạ. Ngoài ra, trục tung thể hiện cường độ phát hiện của Si hoặc Fe.

Trong phương án, vị trí trong đó cường độ phát hiện của Fe bằng 50% cường độ phát hiện lớn nhất được xác định là bề mặt chung giữa tấm thép và lớp hợp kim, và vị trí trong đó cường độ phát hiện của Fe bằng 25% cường độ phát hiện lớn nhất được xác định là bề mặt chung giữa lớp hợp kim và lớp mạ. Sau đó, vị trí bằng một nửa khoảng cách từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim được xác định là tâm độ dày của lớp mạ.

Tức là, lấy Sản xuất số 3 trên Fig.1 làm ví dụ, vị trí theo chiều độ dày trong đó cường độ phát hiện của Fe bằng 50% cường độ phát hiện lớn nhất (vị trí A) được xác định là bề mặt chung giữa tấm thép và lớp hợp kim, và vị trí theo chiều độ dày trong đó cường độ phát hiện của Fe bằng 25% cường độ phát hiện lớn nhất (vị trí B) được xác định là bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim. Sau đó, vị trí (vị trí C) bằng một nửa khoảng cách từ bề mặt của lớp mạ đến vị trí B được thiết đặt là tâm độ dày của lớp mạ.

Từ Fig.1, người ta thấy rằng trong lớp mạ của tấm thép mạ theo phương án, lượng lớn Si có mặt trên phía bề mặt. Mặt khác, trong thép tương ứng với thép thông thường, lượng lớn Si có mặt trên phía tấm thép.

(Thành phần của lớp mạ)

Lớp mạ bao gồm ít nhất pha Mg-Si và pha chứa Al và Zn làm thành phần.

Pha chứa Al và Zn chủ yếu được cấu thành từ pha α -Al dendrit và pha euctecti ZnAlMg. Trong pha chứa Al và Zn, theo thành phần trung bình của lớp mạ, pha MgZn₂, pha Si và/hoặc pha FeAl có thể được chứa.

Pha Mg-Si là pha được cấu thành từ Mg₂Si mà là hợp chất liên kim loại

giữa Si và Mg. Pha Mg-Si bị kết tủa giữa các nhánh của pha α -Al.

Trong tấm thép mạ theo phương án, ở trường hợp trong đó tấm thép được kéo lên từ bể mạ và sau đó kim loại nóng chảy được hóa rắn trong các điều kiện được xác định trước, nhiệt độ của kim loại nóng chảy được ưu tiên hạ xuống từ phía bề mặt của kim loại nóng chảy, và trong trường hợp này, pha Mg-Si bị kết tủa làm pha chính. Sau khi pha Mg-Si bị kết tủa, kim loại nóng chảy còn lại được hóa rắn để tạo ra pha chứa Al và Zn. Cụ thể là, ở trường hợp trong đó pha chứa Al và Zn được tạo ra, pha Mg-Si được tạo ra trước đó trên phía lớp bề mặt của kim loại nóng chảy được kẹp giữa các nhánh của pha α -Al.

Một phần của pha Mg-Si được tạo ra trên phía lớp bề mặt của lớp mạ có thể bị lộ ra ở bề mặt của lớp mạ. Pha Mg-Si bị lộ ra này được quan sát thấy ở dạng đảo.

Ở trường hợp trong đó một phần của pha Mg-Si (ví dụ, 1,0% hoặc nhiều hơn) bị lộ ra ở bề mặt của lớp mạ, hoa kẽm được ngăn không cho tạo ra trên bề mặt. Do đó, bề ngoài của tấm thép mạ theo phương án khác rất nhiều so với Tấm thép Galvalume (nhãn hiệu đã được đăng ký) hoặc tương tự trong đó hoa kẽm thực sự được tạo ra trên bề mặt.

(Lượng bám dính của lớp mạ)

Lượng bám dính của lớp mạ không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, ở trường hợp trong đó lượng bám dính nhỏ quá mức, hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn trong lớp mạ là nhỏ. Mặt khác, ở trường hợp trong đó lượng bám dính lớn quá mức, khả năng gia công uốn cong của lớp mạ bị giảm và dễ xuất hiện các vấn đề chẳng hạn như nứt. Do đó, lượng bám dính tốt hơn là 40 đến 250 g/m².

<Lớp hợp kim>

Ở trường hợp trong đó tấm thép được tiến hành mạ nhúng nóng, lớp hợp kim (lớp hợp kim bề mặt chung) được tạo ra giữa tấm thép và lớp mạ. Lớp hợp kim chứa Fe và Si hoặc Fe, Si, và Al. Độ dày là 10 μm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 5 μm hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 3 μm hoặc nhỏ hơn.

<Màng oxit Mg>

Trên lớp bề mặt của lớp mạ, màng oxit Mg có độ dày là 5 nm hoặc nhiều hơn và 100 nm hoặc nhỏ hơn có thể còn được tạo ra. Bằng cách bố trí màng oxit Mg có độ dày là 5 nm hoặc nhiều hơn, độ bền chống ăn mòn có thể được cải thiện thêm. Mặt khác, ngay cả ở trường hợp trong đó màng oxit Mg được tạo ra, khi độ dày lớn hơn 100 nm, khả năng gia công bị giảm một cách đáng kể và do đó giới hạn trên về độ dày được thiết đặt là 100 nm.

Miễn là tấm thép mạ theo phương án có thành phần ở trên, bất kể phương pháp sản xuất nào, các hiệu quả có thể thu được. Tuy nhiên, ví dụ, theo phương pháp sản xuất sau, lớp mạ theo phương án có thể thu được.

Đầu tiên, tốt hơn là tấm thép được kéo lên từ bể mạ được làm nguội nhanh xuống khoảng nhiệt độ trong đó pha Mg-Si (Mg_2Si) bị kết tủa. Do lực dẫn động dùng cho sự kết tủa tăng bởi việc làm nguội nhanh, nên pha Mg-Si có thể được kết tủa mịn làm pha chính. Trong trường hợp làm nguội chậm, có sự lo ngại là pha Mg-Si không được tinh chế.

Sau khi làm nguội nhanh, tấm thép mà kim loại nóng chảy được bám dính bằng cách nhúng trong bể mạ được lưu giữ ở khoảng nhiệt độ trong đó pha Mg-Si bị kết tủa và các pha khác không kết tủa. Mặc dù khoảng nhiệt độ này thay đổi tùy thuộc vào các thành phần của lớp mạ, trong trường hợp của tấm thép mạ theo phương án, ví dụ, khoảng nhiệt độ là 400°C đến 450°C.

Trong trường hợp làm nguội nhanh, so với phía tấm thép (phần bên trong) của kim loại nóng chảy, nhiệt độ của phía bề mặt của kim loại nóng chảy

được giảm trước. Do đó, pha Mg-Si được ưu tiên kết tủa trên phía bề mặt. Ở trường hợp trong đó pha Mg-Si bị kết tủa trên phía bề mặt của kim loại nóng chảy, nồng độ của Mg và Si trên phía bề mặt thấp hơn trên phía tấm thép, và gradien nồng độ được tạo ra. Tuy nhiên, trong khoảng nhiệt độ lưu giữ, các phần ngoại trừ Mg-Si ở trạng thái nóng chảy, và do đó Mg và Si di chuyển trong lớp mạ từ phía tấm thép đến phía bề mặt để loại bỏ gradien nồng độ. Kết quả là, số lượng các pha Mg-Si được kết tủa trên phía bề mặt của lớp mạ lớn hơn trên phía tấm thép.

Ở trường hợp trong đó nhiệt độ lưu giữ thấp hoặc thời gian lưu giữ ngắn, trước khi Mg và Si được cô đặc trên phía bề mặt trong kim loại nóng chảy, kim loại nóng chảy này được hóa rắn và kết quả là, số lượng lớn các pha Mg-Si có thể không có mặt trên phía bề mặt.

Trong trường hợp thu được các hiệu quả trên, tốt hơn là thời gian lưu giữ là, ví dụ, 5 giây hoặc dài hơn trong khoảng nhiệt độ lưu giữ. Mặt khác, ngay cả ở trường hợp trong đó thời gian lưu giữ dài hơn 60 giây, các hiệu quả bị bão hòa và hiệu suất bị giảm. Do đó, trường hợp này không thích hợp.

Việc lưu giữ trong phương án có nghĩa là nhiệt độ tấm thép được giữ trong khoảng nhiệt độ lưu giữ trong khoảng thời gian được xác định trước, và trong khoảng nhiệt độ lưu giữ, nhiệt độ này không bị giới hạn đối với việc duy trì đẳng nhiệt và có thể được thay đổi.

Do pha Mg-Si kết tủa trên phía bề mặt được cố định sau khi lưu giữ, nên tốt hơn là tấm thép được làm nguội nhanh xuống nhiệt độ hóa rắn của lớp mạ hoặc thấp hơn.

Như được mô tả ở trên, tấm thép mạ theo phương án có thể được sản xuất.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, các ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả. Tuy nhiên, các điều kiện của các ví dụ chỉ là ví dụ có điều kiện được sử dụng để kiểm tra khả năng áp dụng và các hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ có điều kiện này. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác mà không nằm ngoài tinh thần của sáng chế miễn là đối tượng của sáng chế được hoàn thành.

Lượng được xác định trước của các thỏi kim loại nguyên chất được sử dụng để có các thành phần bề mặt được thể hiện trên Bảng 1 và do đó các bề mặt được tạo ra. Tấm thép mạ thu được từ tấm thép gốc dùng để mạ được tạo ra bằng cách sử dụng thiết bị nhúng nóng loại mẻ chứa bề mặt. Nhiệt độ bề mặt được thiết đặt là 605°C.

Tấm thép cán nguội có độ dày tấm là 0,8 mm được xác định theo JIS G3141 được cắt thành kích thước 100 mm chiều dọc × 200 mm chiều ngang và được sử dụng làm tấm thép gốc dùng để mạ.

Trong các ví dụ, thiết bị có cấu trúc trong đó đường nhúng nóng được gia định được sử dụng. Cụ thể là, thiết bị này có bộ phận gia nhiệt tấm gốc mạ, bộ phận đầu phun, bộ phận bề mặt nhúng nóng, bộ phận lau, và cơ cấu làm nguội gia nhiệt. Ngoài ra, trong thiết bị này, tất cả các bước cho đến việc mạ có thể được thực hiện trong môi trường N_2 -5% H_2 .

Đầu tiên, trước khi nhúng vào bề mặt, tấm thép gốc dùng để mạ bề mặt được lưu giữ trong môi trường khí N_2 -5% H_2 có điểm sương là -40°C và nhiệt độ là 800°C trong khoảng 1 phút và được giảm xuống. Sau đó, sau khi tấm thép (tấm thép gốc dùng để mạ) được làm nguội bằng không khí bằng khí N_2 và nhiệt độ tấm thép đạt 620°C, tấm thép được nhúng ở tốc độ nhúng là 500 mm/giây và được lưu giữ trong bề mặt trong khoảng 3 giây.

Sau khi nhúng trong bề mặt, tấm thép được kéo lên ở tốc độ kéo là 150 mm/giây. Tại thời điểm kéo lên, lượng bám dính mạ của khí lau (N_2) được điều

chỉnh thành 40 đến 250 g/m². Nồng độ oxy trong đầu phun tiếp xúc với bề mạ được thiết đặt là 20 ppm hoặc nhỏ hơn.

Các điều kiện làm nguội sau khi điều chỉnh lượng bám dính mạ là như được thể hiện trên Bảng 2. Để làm nguội, khí N₂ được sử dụng. Trong cách này, các tấm thép mạ khác nhau được sản xuất. Nhiệt độ tấm thép ở thời điểm mạ nhúng nóng là nhiệt độ bề mặt ở tâm của tấm mạ.

[Bảng 1]

Bề mạ	Thành phần bề mạ (% khối lượng)							
	Zn	Al	Mg	Si	Cr	Sr	Ca	Ni
1	Còn lại	55	2,0	1,6	-	-	-	-
2	Còn lại	55	2,0	1,6	0,10	-	-	-
3	Còn lại	55	2,0	1,6	0,05	-	-	-
4	Còn lại	55	2,0	1,6	0,01	-	-	-
5	Còn lại	55	2,0	1,6	0,10	0,05	-	-
6	Còn lại	55	2,0	1,6	0,10	-	0,02	-
7	Còn lại	55	2,0	1,6	0,10	-	-	0,1
8	Còn lại	55	2,0	1,6	-	0,10	-	-
9	Còn lại	55	2,0	1,6	-	-	0,01	-
10	Còn lại	55	2,0	1,6	-	-	-	0,1
11	Còn lại	55	10,0	1,6	-	-	-	-
12	Còn lại	55	3,0	1,6	-	-	-	-
13	Còn lại	55	1,0	1,6	-	-	-	-
14	Còn lại	55	2,0	5,0	-	-	-	-
15	Còn lại	55	2,0	3,0	-	-	-	-
16	Còn lại	55	2,0	0,5	-	-	-	-
17	Còn lại	65	2,0	1,6	-	-	-	-
18	Còn lại	45	2,0	1,6	-	-	-	-
19	Còn lại	70	2,0	1,6	-	-	-	-
20	Còn lại	40	2,0	1,6	-	-	-	-
21	Còn lại	55	11,0	1,6	-	-	-	-
22	Còn lại	55	0,5	1,6	-	-	-	-
23	Còn lại	55	2,0	6,0	-	-	-	-
24	Còn lại	55	2,0	0,4	-	-	-	-
25	Còn lại	55	0,0	1,6	-	-	-	-

[Bảng 2]

Điều kiện sản xuất	Tắm thép sau khi nhúng trong bể mạ ($^{\circ}\text{C}$)	Tốc độ làm nguội $^{\circ}\text{C}/\text{giây}$	Nhiệt độ dừng làm nguội $^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ lưu giữ $^{\circ}\text{C}$	Thời gian lưu giữ giây	Tốc độ làm nguội $^{\circ}\text{C}/\text{giây}$	Nhiệt độ dừng làm nguội $^{\circ}\text{C}$
A	605°C	8	-	-	-	-	$< 200^{\circ}\text{C}$
B	605°C	30	-	-	-	-	$< 200^{\circ}\text{C}$
C	605°C	8	455	-	-	30	$< 200^{\circ}\text{C}$
D1	605°C	30	450	450 đến 400	10	30	$< 200^{\circ}\text{C}$
D2	605°C	30	450	450 đến 400	5	30	$< 200^{\circ}\text{C}$
D3	605°C	30	450	450 đến 400	20	30	$< 200^{\circ}\text{C}$

Liên quan đến tấm thép mạ thu được, thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim, tỷ lệ thể tích của pha Mg-Si trong lớp mạ (tỷ lệ diện tích mặt cắt ngang), đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si của diện tích lớp bề mặt, và (giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt)/(giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày) thu được bằng các phương pháp sau.

Ngoài ra, độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công được đánh giá.

(Thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim)

Liên quan đến thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim, thành phần mạ có thể thu được bằng cách hòa tan và tách lớp mạ và lớp hợp kim khỏi tấm thép mạ trên đó lớp mạ và lớp hợp kim được tạo ra bằng cách sử dụng axit clohydric, bằng cách sử dụng khối lượng của lớp mạ và lớp hợp kim được hòa tan trong axit clohydric làm mẫu số, và bằng cách sử dụng khối lượng của nguyên tố được xác định định lượng bằng ICP đối với lớp mạ và lớp hợp kim tách biệt làm tử số.

(Tỷ lệ thể tích của pha Mg-Si trong lớp mạ)

Tỷ lượng thể tích của pha Mg-Si thu được bằng cách ánh xạ sự phân bố nguyên tố bằng cách sử dụng SEM-EDS và thu được tỷ lệ diện tích (tỷ lệ diện tích mặt cắt ngang) của mỗi pha trong mặt cắt ngang của lớp mạ.

(Đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si của diện tích lớp bề mặt)

Sự phân bố Si ở trong khoảng là $500 \times 500 \mu\text{m}$ (trường nhìn) trong diện tích lớp bề mặt của lớp mạ (khoảng ở vị trí từ bề mặt của lớp mạ đến độ sâu khoảng $1 \mu\text{m}$) từ phía bề mặt của lớp mạ được đo bằng cách sử dụng EPMA. Diện tích bao gồm pha chứa Si được đo được tính toán và đường kính của hình tròn có diện tích bằng với diện tích được sử dụng làm đường kính hình tròn tương đương của pha Mg-Si. Ngoài ra, các đường kính hình tròn tương đương thu được của các pha Mg-Si được lấy trung bình để thu được đường kính hình tròn tương đương trung bình.

(Giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt)/(giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày)

Hàm lượng Si liên tục được đo bằng cách sử dụng thiết bị quang phổ phát xạ quang phát sáng tần số cao loại Markus (GD-Profilier2: do Horiba, Ltd. sản xuất) bằng cách thiết đặt đường kính đo là 4 mm, và thực hiện phân tích nguyên tố trong khi đào mẫu bằng cách phun Ar từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim theo chiều độ dày. Các giá trị được đo về hàm lượng Si thu được từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ được chứa và giá trị được chứa này (giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt) được tính toán. Ngoài ra, hàm lượng Si trên toàn bộ độ dày của lớp mạ (từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim) được chứa và giá trị được chứa này (giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày) được tính toán.

Sau đó, (giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt) được chia cho giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày) để thu được giá trị là (giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt)/(giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày).

(Độ bền chống ăn mòn)

Để đánh giá độ bền chống ăn mòn, tấm thép mạ được phơi trong bóng mát khoảng 1 năm ở Miyakojima, Okinawa, và sau đó hao hụt trọng lượng do ăn mòn (trọng lượng tấm thép trước khi thử nghiệm – trọng lượng tấm thép sau khi thử nghiệm) thu được. Hao hụt trọng lượng do ăn mòn được đánh giá dựa vào các tiêu chuẩn sau đây và điểm “G” hoặc cao hơn được đánh giá là độ bền chống ăn mòn tuyệt vời. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 4.

EX: Hao hụt trọng lượng do ăn mòn nhỏ hơn 5 g/m².

VG: Hao hụt trọng lượng do ăn mòn là 5 g/m² hoặc nhiều hơn và nhỏ hơn 10 g/m².

G: Hao hụt trọng lượng do ăn mòn là 10 g/m² hoặc nhiều hơn và nhỏ hơn 20 g/m².

F: Hao hụt trọng lượng do ăn mòn là 20 g/m² hoặc nhiều hơn và nhỏ hơn 25 g/m².

B: Hao hụt trọng lượng do ăn mòn là 25 g/m² hoặc nhiều hơn.

Ở đây, nơi thử nghiệm ở Miyakojima, Okinawa, trong đó việc đánh giá độ bền chống ăn mòn được thực hiện, là nơi phơi có 2 km bờ biển phía nam của đảo có diện tích khoảng 160 km², nó hơi nằm về phía bắc của Chí tuyến Bắc và nằm ở biển Hoa Đông, và môi trường là môi trường có nhiều các nhân tố hủy hoại tự nhiên chẳng hạn như nhiệt độ và độ ẩm cao, bức xạ mặt trời, và các hạt muối biển trong khí hậu cận nhiệt đới.

(Khả năng gia công)

Để đánh giá khả năng gia công, thử nghiệm uốn được thực hiện trên tấm thép mạ theo điều kiện là bán kính uốn cong $R = 2 \text{ mm}$. Việc có các vết nứt và bong tróc hay không được quan sát bằng mắt, và các kết quả được đánh giá như sau.

VG: Không có các vết nứt và bong tróc.

G: Có các vết nứt và bong tróc xuất hiện.

B: Bong tróc xuất hiện.

Các kết quả được thể hiện trên Bảng 4.

[Bảng 3]

Sản xuất số	Loại mạ	Thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim (% khối lượng) Còn lại là Zn, Fe và các tạp chất							Điều kiện làm nguội
		Al	Mg	Si	Cr	Sr	Ca	Ni	
1	1	56,1	1,95	1,62	-	-	-	-	D1
2	1	55,8	2,02	1,45	-	-	-	-	D2
3	1	56,2	1,98	1,38	-	-	-	-	D3
4	2	56,0	1,99	1,42	0,09	-	-	-	D1
5	2	55,8	2,05	1,40	0,10	-	-	-	D2
6	2	56,2	1,98	1,39	0,08	-	-	-	D3
7	3	56,1	2,00	1,42	0,05	-	-	-	D1
8	4	56,0	1,99	1,35	0,01	-	-	-	D1
9	5	56,2	2,01	1,60	0,09	0,05	-	-	D1
10	6	55,9	1,98	1,60	0,09	-	0,02	-	D1
11	7	56,0	2,05	1,45	0,09	-	-	0,09	D1
12	8	56,0	2,08	1,60	-	0,10	-	-	D1
13	9	56,2	2,00	1,60	-	-	0,01	-	D1
14	10	55,9	1,99	1,50	-	-	-	0,10	D1
15	11	56,1	9,98	1,60	-	-	-	-	D1
16	12	55,6	2,99	1,62	-	-	-	-	D1
17	13	55,0	1,01	1,60	-	-	-	-	D1
18	14	55,0	2,00	4,95	-	-	-	-	D1
19	15	55,0	2,01	2,94	-	-	-	-	D1
20	16	55,0	1,97	0,51	-	-	-	-	D1
21	17	65,0	1,93	1,32	-	-	-	-	D1
22	18	45,0	2,01	1,65	-	-	-	-	D1
23	1	56,5	1,95	1,45	-	-	-	-	A
24	1	56,2	1,98	1,51	-	-	-	-	B
25	1	56,3	1,98	1,50	-	-	-	-	C
26	19	<u>70,0</u>	2,00	1,60	-	-	-	-	D1
27	20	<u>40,0</u>	2,00	1,60	-	-	-	-	D1
28	21	55,0	<u>11,00</u>	1,60	-	-	-	-	D1
29	22	55,0	<u>0,50</u>	1,60	-	-	-	-	D1
30	23	55,0	2,00	<u>6,00</u>	-	-	-	-	D1
31	24	55,0	2,00	<u>0,40</u>	-	-	-	-	D1
32	25	55,0	<u>0,00</u>	1,60	-	-	-	-	D1

[Bảng 4]

Sản xuất số	Tỷ lệ diện tích của mặt cắt ngang của pha Mg-Si trong lớp mạ (%)	Đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt (μm)	(giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt)/(giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày)	Độ bền chống ăn mòn	Khả năng gia công	Các lưu ý
1	12,0	4,9	0,63	VG	VG	Ví dụ sáng chế
2	10,0	0,8	0,60	VG	VG	
3	8,0	14,5	0,65	VG	VG	
4	10,0	4,5	0,63	EX	VG	
5	10,0	1,0	0,60	EX	VG	
6	10,0	13,5	0,65	EX	VG	
7	10,0	1,0	0,62	EX	VG	
8	8,0	1,0	0,63	EX	VG	
9	12,0	1,0	0,63	EX	VG	
10	12,0	1,0	0,62	EX	VG	
11	12,0	1,0	0,60	EX	VG	
12	12,0	1,0	0,60	VG	VG	
13	12,0	1,0	0,60	VG	VG	
14	11,0	1,0	0,61	VG	VG	
15	12,0	1,0	0,75	G	G	
16	12,0	1,0	0,60	VG	VG	
17	12,0	1,0	0,56	G	VG	
18	20,0	6,5	0,70	VG	G	
19	15,0	4,5	0,60	VG	VG	
20	4,0	0,2	0,56	G	VG	
21	7,0	0,9	0,60	VG	VG	
22	12,0	1,0	0,62	G	VG	
23	8,0	-	0,20	F	B	Ví dụ so sánh
24	11,0	-	0,50	F	B	
25	12,0	21,0	0,70	G	B	
26	12,0	1,0	0,60	B	G	
27	12,0	1,0	0,60	B	G	
28	12,0	1,0	0,75	F	B	
29	12,0	0,9	0,60	B	VG	
30	30,0	5,5	0,70	F	B	
31	5,0	1,0	0,34	B	VG	
32	-	-	0,60	B	VG	

Như được thể hiện trong các Bảng 1 đến 4, trong các sản xuất số 1 đến 22 trong đó thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim, tỷ lệ thể tích

của pha Mg-Si trong lớp mạ, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si của diện tích lớp bề mặt của lớp mạ, và Giá trị hàm lượng Si được chứa trên phía bề mặt)/(giá trị hàm lượng Si được chứa trên toàn bộ độ dày) ở trong khoảng của sáng chế, độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công là tuyệt vời.

Mặt khác, trong các sản xuất số 23 đến 32 trong đó bất kỳ các điều kiện nào nằm ngoài khoảng của sáng chế, khả năng gia công hoặc độ bền chống ăn mòn bị suy giảm.

Như được mô tả ở trên, người ta cho rằng có sự khác nhau về độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công giữa Các ví dụ và các Ví dụ so sánh do sự khác nhau về thành phần của lớp mạ và trạng thái chia tách của pha Mg-Si.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Theo phương án của sáng chế, có thể tạo ra tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg có độ bền chống ăn mòn và khả năng gia công tuyệt vời. Tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg là phù hợp cho các vật liệu xây dựng, xe hơi và các đồ gia dụng, và có giá trị tiện ích công nghiệp cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg bao gồm:

tấm thép;

lớp hợp kim mà được tạo ra trên bề mặt của tấm thép và chứa Fe và Si; và

lớp mạ mà được tạo ra trên bề mặt của lớp hợp kim đối diện với tấm thép,

trong đó thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim bao gồm, theo phần trăm khối lượng,

Al: 45,0 đến 65,0%,

Si: 0,50 đến 5,00%,

Mg: 1,00 đến 10,00%, và

phần còn lại là Zn, Fe, và tạp chất,

lớp mạ chứa từ 0,1 đến 20,0% pha Mg-Si theo tỷ lệ thể tích,

ở trường hợp trong đó khoảng 1 μm từ bề mặt của lớp mạ theo hướng độ dày của lớp mạ được xác định là diện tích lớp bề mặt của lớp mạ, đường kính hình tròn tương đương trung bình của pha Mg-Si trong diện tích lớp bề mặt theo hướng trong đó lớp mạ được quan sát trong hình chiếu bằng của diện tích lớp bề mặt là từ 0,1 đến 15,0 μm , và

ở trường hợp trong đó vị trí 1/2 độ dày của lớp mạ từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung giữa lớp mạ và lớp hợp kim được xác định là tâm độ dày của lớp mạ và hàm lượng Si được đo trên toàn bộ độ dày của lớp mạ theo phần trăm khối lượng, giá trị tích hợp của hàm lượng Si từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ là 0,55 lần hoặc lớn hơn giá trị tích hợp của hàm lượng Si từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung.

2. Tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo điểm 1,

trong đó giá trị tích hợp của hàm lượng Si từ bề mặt của lớp mạ đến tâm độ dày của lớp mạ là 0,60 lần hoặc lớn hơn giá trị tích hợp của hàm lượng Si từ bề mặt của lớp mạ đến bề mặt chung.

3. Tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo điểm 1,

trong đó thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim còn bao gồm tổng 0,01 đến 1,00% của một hoặc nhiều nhóm bao gồm Cr, Ca, Sr, và Ni.

4. Tấm thép mạ nền Zn-Al-Mg theo điểm 2,

trong đó thành phần trung bình của lớp mạ và lớp hợp kim còn bao gồm tổng 0,01 đến 1,00% của một hoặc nhiều nhóm bao gồm Cr, Ca, Sr, và Ni.

FIG. 1

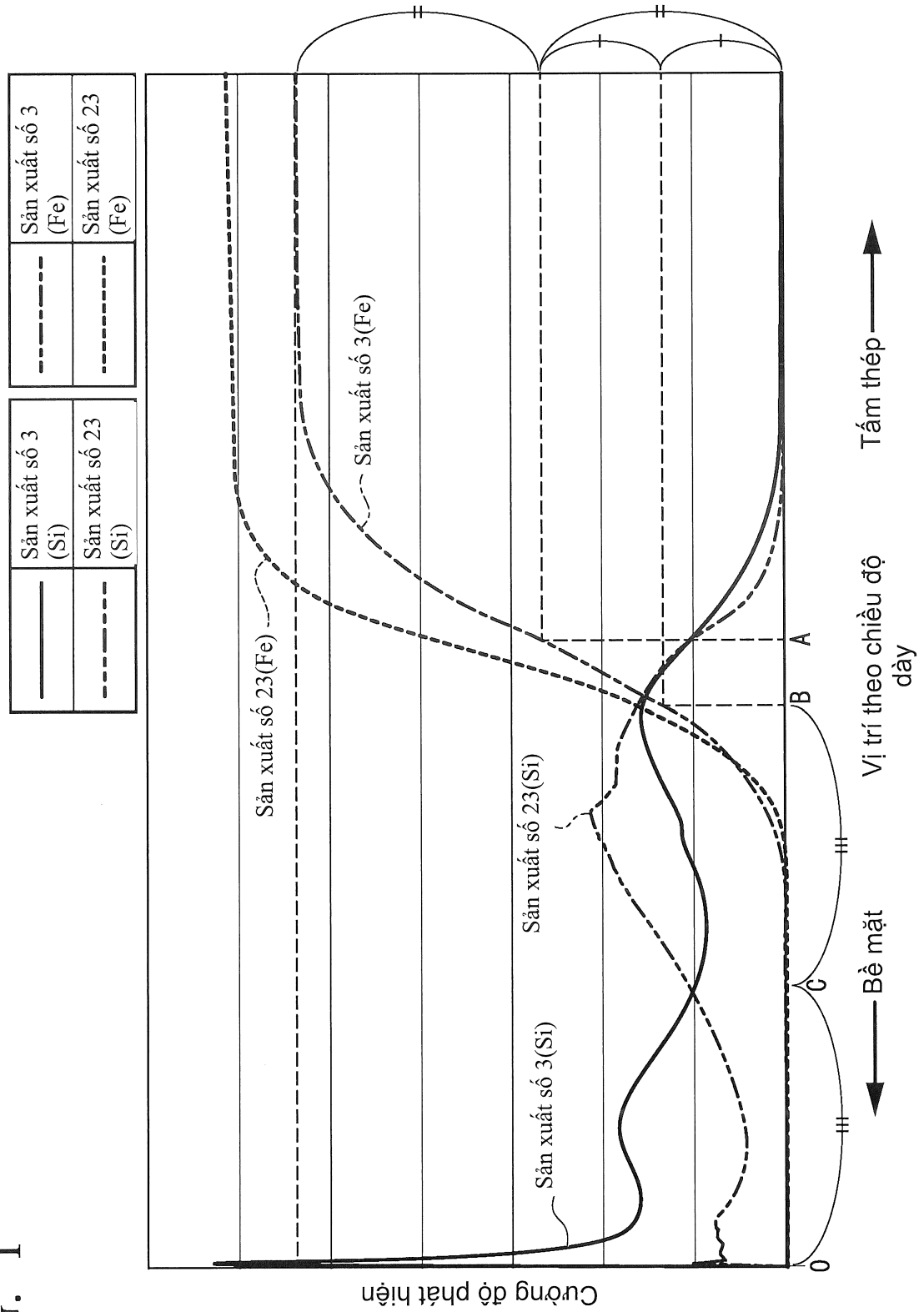


FIG. 2A

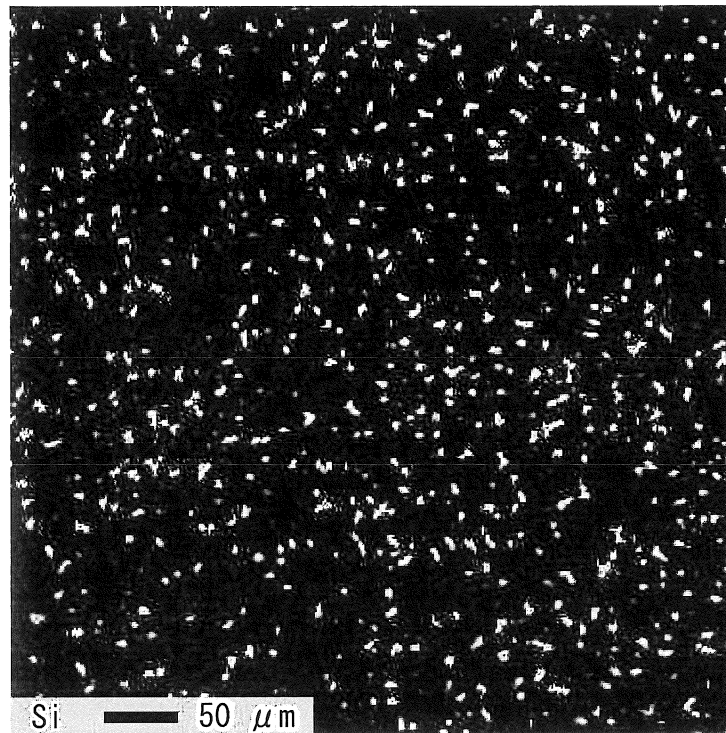
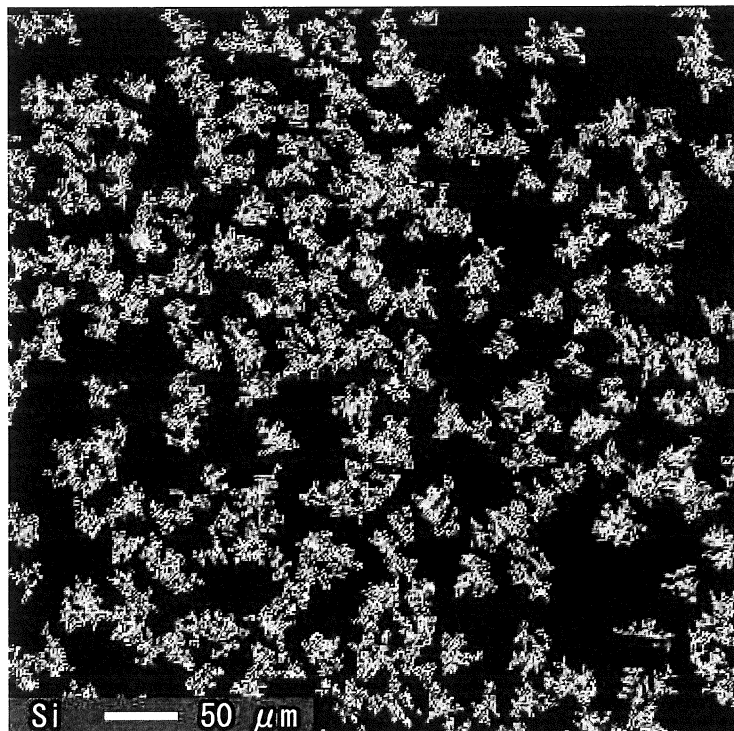


FIG. 2B



3/3

FIG. 3A

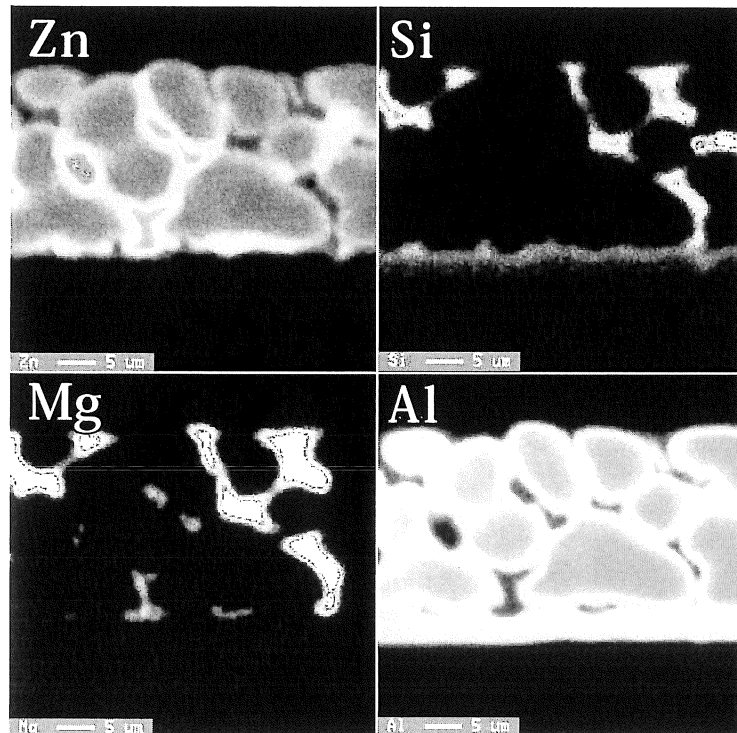


FIG. 3B

