



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

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

(11) 
1-0020958

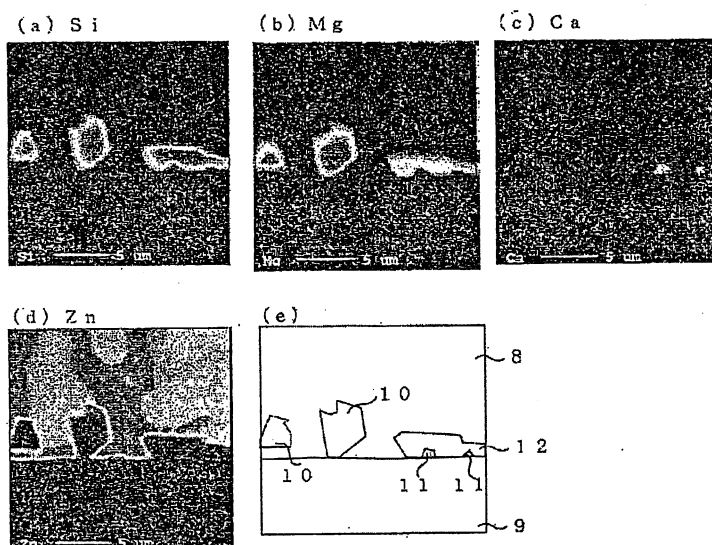
(51)⁷ B32B 15/01, C23C 2/00

(13) B

- (21) 1-2013-03943 (22) 29.06.2012
(86) PCT/JP2012/066655 29.06.2012 (87) WO2013/002358A1 03.01.2013
(30) 2011-146572 30.06.2011 JP
(45) 27.05.2019 374 (43) 25.04.2014 313
(73) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan
(72) YASUI, Takeshi (JP), OOHASHI, Tooru (JP), KAWAZU, Nayuta (JP), TANAKA,
Satoru (JP), SAITO, Akio (JP)
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP MẠ KẼM NHÚNG NÓNG CÓ ĐỘ BỀN CHỐNG ẪN MÒN CAO, CÓ ĐỘ ĐỒNG NHẤT VỀ HÌNH DẠNG BÊN NGOÀI TỐT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt. Tấm thép này bao gồm: lớp phủ chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, và Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi, được tạo ra trên bề mặt, trong đó ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, các pha Mg_2Si và các pha Ca, mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca, hiện có, và ít nhất một phần trong số các pha Mg_2Si kết tủa bằng cách sử dụng các pha Ca dưới dạng nhân.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, không tính đến độ đồng nhất về độ sạch của tấm thép nền và có thể ứng dụng làm, ví dụ tấm thép dùng cho các thiết bị điện gia dụng, ô tô, và vật liệu xây dựng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được sử dụng làm tấm thép có độ bền chống ăn mòn cao. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng này được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp sản xuất khác nhau như ô tô, thiết bị điện tử gia dụng, và các lĩnh vực vật liệu xây dựng.

Để làm phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, phương pháp thông thường, mà trong đó tấm thép đã được cán nguội hoặc tấm thép đã được cán nóng được sử dụng làm tấm thép nền và tấm thép nền được đưa qua dây chuyền mạ kẽm nóng liên tục, (sau đây được gọi là CGL), để sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng. Đối với quy trình của CGL, thường sử dụng phương pháp lò hoàn nguyên toàn phần trong đó công đoạn làm sạch ở phía đầu vào, tấm thép nền được tiến hành khử dầu nhờ phun sương kiềm và sau đó tiến hành làm sạch bằng bàn chải, và trong quá trình ủ, tiến hành ủ trong áp suất giảm để được nhúng vào bể mạ kẽm nhúng nóng. Hơn nữa, cũng có trường hợp sử dụng phương pháp Sendzimir, mà trong đó ở giai đoạn trước quá trình ủ, có bố trí lò không oxy hóa, và tấm thép nền được làm sạch bề mặt được gia nhiệt sơ bộ trong lò không oxy hóa và sau đó tiến hành ủ hoàn nguyên trong lò hoàn nguyên để sau đó được nhúng vào trong bể mạ kẽm nhúng nóng.

Với mục đích cải thiện hơn nữa độ bền chống ăn mòn của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được sản xuất bằng quy trình như được mô tả trên đây, đã có

đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao với lớp mạ kẽm nhúng nóng có Al và Mg được bổ sung vào đó. Ví dụ, trong tài liệu sáng chế 1, đã có đề xuất tấm thép được mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng. Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 1, đã có đề xuất rằng đối với tấm thép được mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng này, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Be, Ti, Cu, Ni, Co, Cr, và Mn được bổ sung, để nhờ đó làm cho có thể thu được tấm thép được phủ có độ bền chống ăn mòn tốt hơn nữa.

Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 2, đã có đề xuất rằng Ti, B, và Si được bổ sung vào tấm thép được phủ Zn-Al-Mg nhúng nóng để nhờ đó cải thiện hình dạng bên ngoài của nó.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: công bố đơn quốc tế số WO2000/071773

Tài liệu sáng chế 2: công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2001-295015

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết bởi sáng chế

Tuy nhiên, trong các tấm thép được phủ nêu trên, và ngoài ra trong các tấm thép đã được mạ, mà đã được bộc lộ cho đến nay, độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài là không đủ thỏa mãn.

Hợp kim ba thành phần Zn-Al-Mg có điểm eutectic bậc ba của hợp phần chứa Mg với lượng chiếm 3% khối lượng, Al với lượng chiếm 4% khối lượng, Zn với lượng chiếm 93% khối lượng, và do đó khi việc mạ nhúng nóng được thực hiện bằng cách sử dụng bể mạ có hợp phần chứa Al có nồng độ cao hơn nồng độ Al trong hợp kim nêu trên, lớp phủ chủ yếu được tạo thành từ ba loại pha gồm pha Al, pha $MgZn_2$, và pha eutectic bậc ba Al/ $MgZn_2$ /Zn. Hơn nữa, khi lớp phủ có chứa Si ngoài Zn, Al, và Mg, thì lớp phủ này chủ yếu được tạo thành từ bốn loại pha gồm pha Mg_2Si , ngoài ba loại pha nêu trên.

Fig.1 thể hiện ví dụ về cấu trúc mặt cắt của lớp mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng được tạo thành từ các pha hợp thành như ở trên. 1 là tấm mạ ban đầu, 2 là pha Al, 3 là pha $MgZn_2$, 4 là pha eutectic bậc ba Al/ $MgZn_2$ /Zn, và 5 là pha Mg_2Si .

Fig.2 thể hiện hình dạng bên ngoài của lớp mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng có cấu trúc mặt cắt ngang như được thể hiện trên Fig.1. 6 là vị trí mà ở đó có nhiều pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn trên bề mặt, mà có ánh kim loại. 7 là vị trí mà ở đó các pha Al được tiếp xúc với bề mặt, mà nó có vẻ ngoài màu trắng.

Trong lớp mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng, trước hết, các pha Mg₂Si được tạo ra trên tấm thép nền trong bể mạ. Sau đó, như được mô tả trên đây, khi nồng độ của Al cao hơn hợp phần có điểm eutectic bậc ba, trong quy trình làm nguội sau khi tấm thép nền được lấy ra khỏi bể mạ, các pha Al kết tinh ở dạng dendrit từ pha lỏng. Sau đó, các pha MgZn₂ kết tinh và cuối cùng các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn hóa rắn, và sự hóa rắn của pha lỏng được hoàn thành. Vị trí mà ở đó ở thời điểm hóa rắn, các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn, các phần dendrit của các pha Al là vết nứt tinh thể ban đầu trên khắp bề mặt của phần nóng chảy được tiếp xúc với bề mặt của lớp mạ tương ứng với phần trắng được biểu thị là 7 trên Fig.2. Hơn nữa, vị trí mà ở đó các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn hóa rắn để che lớp bề mặt của lớp phủ tương ứng với phần ánh kim loại được biểu thị là 6 trên Fig.2. Khi có nhiều phần dendrit của các pha Al được tiếp xúc với bề mặt của lớp phủ, mức độ sáng bóng của vẻ ngoài trực quan của toàn bộ lớp mạ trở nên thấp hơn và mức độ trắng trở nên cao hơn.

Trong quy trình sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng như được mô tả trên đây, khi dầu chống gỉ và dầu cán trên bề mặt của tấm mạ ban đầu được loại bỏ hoàn toàn ở công đoạn làm sạch ở phía đầu vào của CGL, và sau đó việc ủ và mạ được thực hiện, trên toàn bộ bề mặt của tấm mạ ban đầu, sự phản ứng hóa rắn từ pha lỏng như được mô tả trên đây diễn ra đồng đều theo thứ tự của pha Mg₂Si, pha Al, pha MgZn₂, và pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn. Kết quả là, trên toàn bộ bề mặt của lớp phủ, như được thể hiện trên Fig.2, thu được vẻ bên ngoài của các phần dendrit của các pha Al được phân bố đều trong các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn.

Tuy nhiên, ở công đoạn làm sạch ở phía đầu vào của CGL, đôi khi có trường hợp mà dầu chống gỉ và dầu cán bị tích tụ trong chất lỏng khử dầu kiềm và do đó khả năng khử dầu của chất lỏng khử dầu giảm và bàn chải làm sạch bị mài mòn một phần và do đó việc làm sạch trở nên không đủ. Khi việc làm sạch

trở nên không đủ, vết bắn dầu đôi lúc còn sót lại cục bộ trên tấm thép nền ngay cả sau khi tấm thép nền được đưa qua công đoạn làm sạch.

Trong CGL như trên, rõ ràng là khi việc ủ và mạ được thực hiện bằng cách sử dụng tấm thép nền mà vết bắn dầu còn sót lại trên đó, ở lớp bề mặt của lớp mạ ngay trên phần vết bắn dầu, mức độ sáng bóng của lớp phủ trở nên cực kỳ cao so với lượng còn lại. Phần vết bắn dầu còn sót lại này của tấm mạ ban đầu phân bố cục bộ và không đều, do đó thu được vẻ ngoài lớp mạ có vị trí có mức độ sáng bóng cao được đan xen không đều trên hình dạng bên ngoài trong đó các phần dendrit của các pha Al được phân bố đều ở các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn, do đó gây ra vấn đề là độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài bị suy giảm.

Tuy nhiên, trong kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 được mô tả trên đây, độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài không được xem xét đến trong trường hợp khi vết bắn dầu còn sót lại cục bộ trên tấm thép nền. Hơn nữa, mặc dù một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Be, Ti, Cu, Ni, Co, Cr, và Mn được bổ sung cho mục đích cải thiện độ bền chống ăn mòn sau khi mạ, không xem xét đến vấn đề là độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài bị giảm bởi vết bắn dầu cục bộ còn lại trên tấm thép nền. Hơn nữa, trong kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2 được mô tả trên đây, mặc dù Ti và B được bổ sung với mục đích ngăn chặn sự tạo ra và phát triển của các pha Zn₁₁Mg₂ mà làm suy giảm hình dạng bên ngoài, không xem xét đến vấn đề về sự làm giảm độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài, mà có thể là do vết bắn dầu cục bộ còn sót lại trên tấm thép nền.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được tạo ra nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, không tính đến độ đồng nhất về độ sạch của tấm thép nền.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Đầu tiên, các tác giả sáng chế kiểm tra lý do tại sao ở phần vết bắn dầu

còn sót lại trên tấm thép nền, mức độ sáng bóng của lớp phủ trở nên cao. Kết quả là, ngay trên phần vết bắn dầu còn sót lại trên tấm thép nền, kích thước của pha Al mà là tinh thể gốc là không khác với kích thước của phần bình thường ở thời điểm hóa rắn từ pha lỏng sau khi lấy ra khỏi bể mạ. Tuy nhiên, được xác định rằng ngay trên phần vết bắn dầu còn sót lại, mức độ sáng bóng tăng lên do các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn là pha hóa rắn cuối cùng được làm mịn. Tiếp theo, các tác giả sáng chế đã kiểm tra một cách nghiêm túc phương pháp có thể đảm bảo độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài mặc dù tấm thép nền là tấm thép mà vết bắn dầu còn sót lại cục bộ trên đó. Do đó, rõ ràng là các pha Ca mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca được tạo ra để hiện có trên mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, và nhờ đó các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn được làm mịn, mà không tính đến việc có hay không vết bắn dầu trên tấm thép nền. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn được làm mịn bằng cách sử dụng các pha Ca làm điểm bắt đầu, và nhờ đó mức độ sáng bóng của lớp phủ gia tăng tổng thể và cải thiện độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài, và nhờ đó hoàn thành sáng chế.

Tức là, sáng chế bao gồm các nội dung sau.

1) Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, tấm thép này bao gồm:

lớp phủ chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, và Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi, được tạo ra trên bề mặt, trong đó:

ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, các pha Mg₂Si và các pha Ca, mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca, hiện có, và ít nhất một phần trong số các pha Mg₂Si kết tủa bằng cách sử dụng các pha Ca dưới dạng nhân.

2) Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt theo mục 1, trong đó

mật độ của các pha Mg₂Si, mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn ngoài các pha Mg₂Si hiện có ở mặt phân cách

giữa lớp phủ và tấm thép nền nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 mảnh trên $0,01 \text{ mm}^2$.

3) Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt theo mục 1, trong đó

đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba $\text{Al/MgZn}_2/\text{Zn}$ hiện có trong lớp phủ nằm trong khoảng từ 5 đến $200 \mu\text{m}$.

4) Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt theo mục 1, trong đó

lớp phủ còn chứa từ 0,000001 đến 0,5% khối lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ti, Ni, Zr, Sr, Hf, Sc, và B một cách riêng biệt hoặc dưới dạng kết hợp.

5) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, phương pháp này bao gồm các bước:

liên kết các pha Ca, mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca, vào bề mặt của tấm thép nền;

ủ tấm thép nền đã có các pha Ca được liên kết với bề mặt; và

nhúng tấm thép nền vào trong bể mạ kẽm nhúng nóng chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, và Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi và thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng.

6) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt theo mục 5, trong đó

ở bước liên kết Ca hoặc hợp chất Ca với bề mặt của tấm thép nền, tấm thép nền được nhúng vào trong nước nóng chứa Ca với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 40 phần triệu khối lượng và có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 90°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 100 giây.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, sáng chế đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, không tính đến

độ đồng nhất về độ sạch của tấm thép nền.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là các hình vẽ, mà mỗi hình vẽ thể hiện một ví dụ về cấu trúc mặt cắt của tấm thép được mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng, và Fig.1(a) là vi ảnh của lớp phủ (độ phóng đại 2000) và Fig.1(b) là hình vẽ thể hiện trạng thái phân bố của các cấu trúc tương ứng trong vi ảnh;

Fig.2 là ảnh chụp thể hiện một ví dụ về hình dạng bên ngoài của tấm thép được mạ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng;

Fig.3 là các hình vẽ mà mỗi hình vẽ thể hiện một ví dụ về dữ liệu thu được bằng cách thực hiện phân tích EPMA mặt cắt ngang trên tấm thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế, và Fig.3(a) thể hiện kết quả của sự phân bố phần tử của Si, Fig.3(b) thể hiện kết quả của sự phân bố phần tử của Mg, Fig.3(c) thể hiện kết quả của sự phân bố phần tử của Ca, Fig.3(d) thể hiện kết quả của sự phân bố phần tử của Zn, và Fig.3(e) thể hiện cấu trúc mặt cắt của các pha cấu thành tương ứng được ước tính từ các kết quả phân tích EPMA;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về mặt nghiêng của Zn, Fe, và Ca theo chiều sâu thu được bằng cách thực hiện phân tích theo chiều sâu GDS trên tấm thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ giản lược của ảnh chụp mà lớp phủ của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế được hòa tan bởi axit clohydric 0,5% chứa các chất ức chế và sau đó bề mặt của nó được chụp bởi SEM ở độ phóng đại 2000; và

Fig.6 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về dữ liệu thu được sau khi phép đo EBSD được thực hiện trên tấm thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế để thu được đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn và các biên hạt được thể hiện bằng đường nét đậm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được giải thích một cách chi tiết. Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt mà có lớp phủ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền.

Tấm thép nền

Đối với tấm thép nền (tấm mạ ban đầu) được sử dụng để làm nền cho lớp mạ, tấm thép đã được cán nóng và tấm thép đã được cán nguội đều có thể được sử dụng, và nhiều loại thép như thép nặng Al chẳng hạn, tấm thép cacbon cực thấp có Ti, Nb, và hoặc nguyên tố tương tự được bổ sung vào đó, thép độ bền cao mà trong đó các nguyên tố tăng bền như P, Si, và Mn chẳng hạn được bổ sung vào tấm thép này, và thép không gỉ cũng có thể được áp dụng. Hơn nữa, đối với các điều kiện cán nóng, điều kiện cán nguội, và vân vân, các điều kiện định trước có thể được lựa chọn theo kích thước của tấm thép và độ bền yêu cầu, và hiệu quả của tấm thép theo sáng chế không bị giảm sút bởi điều kiện cán nóng, điều kiện cán nguội, và vân vân. Hơn nữa, độ dày tấm của tấm thép không bị giới hạn một cách cụ thể và miễn là tấm thép có độ dày tấm được sử dụng bình thường nên sáng chế có thể ứng dụng.

Lớp mạ

Theo sáng chế, lớp phủ chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi.

Theo sáng chế, Al trong lớp phủ là nguyên tố cần thiết để đảm bảo độ bền chống ăn mòn của phần bề mặt phẳng. Lý do hàm lượng Al trong lớp phủ được giới hạn nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng là nếu hàm lượng này nhỏ hơn 4% khối lượng, thì hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn là không đủ và nếu hàm lượng này vượt quá 22% khối lượng, thì hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn bị bão hòa. Đối với độ bền chống ăn mòn, tốt hơn là hàm lượng này được thiết đặt nằm trong khoảng từ 5 đến 18% khối lượng. Tốt hơn nữa là hàm lượng này được thiết đặt nằm trong khoảng từ 6 đến 16% khối lượng.

Theo sáng chế, Mg trong lớp phủ là nguyên tố thiết yếu để cải thiện độ bền chống ăn mòn của phần bề mặt phẳng và độ bền chống ăn mòn của phần được gia công. Lý do hàm lượng Mg trong lớp phủ được giới hạn nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng là nếu hàm lượng này nhỏ hơn 1% khối lượng, thì hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn của phần được gia công là không đủ

và nếu hàm lượng này vượt quá 6% khối lượng, gỉ sắt xảy ra trong bể mạ là đáng kể, điều này khiến việc sản xuất ổn định tấm thép mạ kẽm nhúng nóng trở lên khó khăn. Về sự cân bằng giữa độ bền chống ăn mòn và xảy ra gỉ sắt, tốt hơn là hàm lượng này được thiết đặt nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5% khối lượng. Tốt hơn là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 2 đến 4,5% khối lượng.

Theo sáng chế, Si trong lớp phủ là nguyên tố có hiệu quả cải thiện độ kết dính lớp mạ. Hiệu quả cải thiện độ kết dính lớp mạ xuất hiện khi có Si chiếm 0,001% khối lượng hoặc nhiều hơn, sao cho 0,001% khối lượng được thiết đặt là giới hạn dưới. Hơn nữa, thậm chí khi chứa Si lớn hơn 1% khối lượng, hiệu quả cải thiện độ kết dính lớp mạ bị bão hòa, do đó giới hạn trên được thiết đặt là 1% khối lượng. Về độ kết dính lớp mạ, tốt hơn là lượng Si được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,8% khối lượng.

Hơn nữa, cũng có thể bổ sung một cách riêng biệt hoặc dưới dạng kết hợp từ 0,000001 đến 0,5% khối lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ti, Ni, Zr, Sr, Hf, Sc, và B vào lớp phủ. Hợp phần kim loại chứa nguyên tố/các nguyên tố này hoạt động dưới dạng nhân kết tinh của pha Al tinh thể gốc để tạo ra pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn mịn hơn và đồng đều hơn, để nhờ đó cải thiện vẻ bề ngoài và đồng đều của tấm thép được phủ. Lý do lượng bổ sung của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ti, Ni, Zr, Sr, Hf, Sc, và B được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,000001 đến 0,5% khối lượng là do nếu lượng này nhỏ hơn 0,000001% khối lượng, thì hiệu quả làm cho cấu trúc hóa rắn mịn và đồng đều mà thu được nhờ sự bổ sung này là không đủ và nếu lượng này vượt quá 0,5% khối lượng, thì hiệu quả làm mịn pha eutectic bậc ba bị bão hòa, và hơn nữa độ nhám bề mặt của lớp phủ được tạo ra lớn hơn và hình dạng bên ngoài suy giảm, và do đó giới hạn trên được thiết đặt là 0,5% khối lượng. Khi nguyên tố/các nguyên tố được bổ sung cho mục đích cải thiện hình dạng bên ngoài, đặc biệt là, bổ sung một lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,1% khối lượng theo mong muốn. Tốt hơn là lượng này được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,05% khối lượng, và tốt hơn nữa là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,01% khối lượng.

Ngoài ra, trong lớp phủ, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Fe,

Sb, Pb, và Sn cũng có thể được chứa với lượng nằm trong 0,5% khối lượng. Hơn nữa, thậm chí khi tổng số một hoặc hai hoặc nhiều nhóm 3 nguyên tố như Ca, Be, Cu, Co, Cr, Mn, Mo, P, Nb, V, Bi, La, Ce, và Y chẳng hạn được chứa với lượng là 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn, hiệu quả của sáng chế không bị suy giảm, và phụ thuộc vào lượng của nguyên tố/các nguyên tố đó, cũng có trường hợp ưu tiên sao cho độ bền chống ăn mòn được cải thiện hơn nữa.

Pha Ca và pha Mg_2Si

Theo sáng chế, các pha Ca mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, mà thiết yếu trong việc đảm bảo độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài. Như được thể hiện trong dữ liệu của phân tích EPMA mặt cắt ngang trên Fig.3, trong tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao theo sáng chế, trên mặt phân cách giữa lớp phủ 8 và tấm thép nền 9, các pha Mg_2Si 10 và 12 và các pha Ca 11 mà mỗi pha này chủ yếu gồm Ca hoặc hợp chất Ca hiện có. Như sẽ được mô tả sau đây, theo sáng chế, các pha Ca 11 được liên kết với bề mặt của tấm thép nền 9 trước đó, và sau đó bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, và nhờ đó ít nhất một phần trong số các pha Mg_2Si 10 và 12 kết tủa bằng cách sử dụng các pha Ca 11 dưới dạng nhân. Trong các ví dụ được thể hiện trên Fig.3, có thể hiểu được là các pha Mg_2Si 10 ngoài các pha Mg_2Si 10 và 12 đã kết tủa trên bề mặt của tấm thép nền 9 ở bước thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng. Hơn nữa, có thể hiểu được là các pha Mg_2Si 12 đã kết tủa bằng cách sử dụng các pha Ca 11 được liên kết với bề mặt của tấm thép nền 9 dưới dạng nhân. Theo sáng chế, có thể hiểu được là do Mg và Si có trong lớp phủ 8, nên các pha Mg_2Si 12 kết tủa bằng cách sử dụng các pha Ca 11 có mặt ở mặt phân cách giữa lớp phủ 8 và tấm thép nền 9 dưới dạng nhân, và do đó mật độ của các pha Mg_2Si 10 và 12 ở mặt phân cách giữa lớp phủ 8 và tấm thép nền 9 được tăng lên. Như được nêu trên, sự kết tủa của các pha Mg_2Si 10 và 12 ở mặt phân cách giữa lớp phủ 8 và tấm thép nền 9 được thúc đẩy và các pha Mg_2Si 10 và 12 kết tủa dày đặc, để nhờ đó làm mịn các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn trong lớp phủ 8 không tính đến việc có hay không có vết bẩn dầu trên tấm thép nền 9, do đó mức độ sáng bóng của toàn bộ lớp phủ 8 tăng và cải thiện độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài.

Pha Ca có Ca hoặc hợp chất Ca làm thành phần chính của nó. Đối với hợp chất Ca, canxi cacbonat, canxi oxit, canxi hydroxit, và các hợp phần tương tự là có thể hiểu được, nhưng miễn là hợp chất Ca là một hợp phần chứa Ca, loại của nó không bị giới hạn một cách cụ thể.

Khi các pha Ca hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, nồng độ của Ca ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền chắc chắn trở nên cao hơn so với nồng độ của Ca trong lớp phủ và trong tấm thép nền. Do đó, như một ví dụ của chỉ số thể hiện rằng có các pha Ca hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền hay không, “cường độ Ca phân cách” ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền có thể được sử dụng. “Cường độ Ca phân cách” này được xác định bằng biểu thức sau bằng cách sử dụng profin Ca thu được bằng cách thực hiện phân tích GDS trên tấm thép mạ kẽm nhúng nóng từ bề mặt theo chiều sâu.

Cường độ Ca phân cách = (cường độ đỉnh Ca ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền – cường độ Ca nền)/(cường độ Ca nền)

Ở đây, “cường độ Ca nền” được xác định là cường độ Ca thu được khi phân tích GDS được thực hiện trên vật liệu không chứa Ca trong thực tế, và cường độ Ca thu được khi phân tích GDS được thực hiện trên sắt có độ tinh khiết cao (JSS No. 003-6) mà được sản xuất bởi Hội liên hiệp sắt thép Nhật Bản (Japan Iron and Steel Federation) được sử dụng.

Ví dụ, trong tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, thu được cường độ Zn, cường độ Fe, và cường độ Ca mà mỗi cường độ này được phân tích từ bề mặt theo chiều sâu bởi GDS, profin GDS như được thể hiện trên Fig.4. Trên Fig.4, 13 tương ứng với cường độ đỉnh Ca ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.4, cường độ đỉnh Ca 13 ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền là 0,024, và hơn nữa cường độ Ca nền thu được bằng cách đo sắt có độ tinh khiết cao được mô tả trên đây (JSS No. 003-6) một cách riêng biệt là 0,016, sao cho cường độ Ca phân cách trở thành 0,5.

Theo sáng chế, theo thứ tự là mức độ sáng bóng của lớp phủ cần phải tăng tổng thể để thu được độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, cường độ Ca phân cách ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền cần phải nằm trong

phạm vi từ 0,1 đến 1,0. Khi cường độ Ca phân cách nhỏ hơn 0,1, thì các pha Ca hiện có đầy đủ trên mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, để nhờ đó có thể đảm bảo độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài. Mặt khác, khi cường độ Ca phân cách vượt quá 1,0, thì sự phản ứng của tấm thép nền và kẽm nóng chảy sẽ không thể diễn ra trong bể mạ, và do đó không mạ được. Cường độ Ca phân cách tốt hơn là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,15 đến 1,0. Tốt hơn nữa là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,0.

Miễn là cường độ Ca phân cách ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0, các pha Ca hiện có một cách đầy đủ ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền và các pha Mg_2Si kết tủa ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền bằng cách sử dụng các pha Ca dưới dạng nhân. Kết quả là, các pha Mg_2Si kết tủa dày đặc ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, để nhờ đó làm mịn các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ trong lớp phủ không tính đến việc có hay không có vết bẩn dầu trên tấm thép nền, do đó mức độ sáng bóng của lớp phủ tăng tổng thể và cải thiện độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài. Bằng cách làm mịn các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$, thu được mức độ sáng bóng của lớp phủ tăng và hình dạng bên ngoài sáng bóng tương tự với hình dạng bên ngoài ánh của lớp phủ ngay trên phần vết bẩn dầu của tấm thép nền, và sau đó cải thiện độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài không tính đến độ sạch của tấm thép nền. Có thể hiểu được là khi các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ được làm mịn, các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ mịn hóa rắn để chứa các phần dendrit của các pha Al mà là tinh thể gốc, và do đó các phần tiếp xúc dạng nhánh của các pha Al được giảm và các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ có ánh kim loại phủ bề mặt của lớp mạ.

Theo sáng chế, do Mg và Si có trong lớp phủ, các pha Mg_2Si kết tủa đủ ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền bằng cách sử dụng các pha Ca hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền dưới dạng nhân. Kết quả là, các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ trong lớp phủ được làm sạch và cải thiện độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài. Hơn nữa, các pha Mg_2Si có hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn của phần được gia công, do đó các lượng bổ sung của Si và Mg được tăng theo mong muốn để tạo ra cấu trúc tinh thể, mà trong đó

các pha Mg_2Si được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền. Một cách ngẫu nhiên, hiệu quả cải thiện độ bền chống ăn mòn của phần được gia công được cải thiện không tính đến mật độ của các pha Mg_2Si .

Mặt khác, để làm mịn các pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$, mật độ của các pha Mg_2Si , mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là $2\text{ }\mu m$ hoặc lớn hơn ngoài các pha Mg_2Si hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền cần phải nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 mảnh trên $0,01\text{ mm}^2$. Mặc dù mật độ của các pha Mg_2Si , mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là $2\text{ }\mu m$ hoặc lớn hơn là nhỏ hơn 10 mảnh trên $0,01\text{ mm}^2$, thu được ít hiệu quả trong việc làm mịn pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$, nhưng mật độ được thiết đặt là 10 mảnh hoặc nhiều hơn, và nhờ đó có thể thu được hiệu quả đặc biệt cao, do đó nó được thiết đặt là giới hạn dưới. Hơn nữa, mặc dù mật độ được thiết đặt lớn hơn 1000 mảnh trên $0,01\text{ mm}^2$, thì hiệu quả làm mịn pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ bị bão hòa, do đó 1000 mảnh trên $0,01\text{ mm}^2$ được thiết đặt là giới hạn trên. Để làm cho các pha eutectic bậc ba mịn hơn, mật độ của các pha Mg_2Si tốt hơn là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 20 mảnh đến 1000 mảnh trên $0,01\text{ mm}^2$. Hơn nữa, đối với pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn nhỏ hơn $2\text{ }\mu m$, thì hiệu quả làm mịn pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ là nhỏ, do đó mật độ nêu trên có thể được giới hạn ở pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn là $2\text{ }\mu m$ hoặc lớn hơn. Một cách ngẫu nhiên, pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn là $2\text{ }\mu m$ hoặc lớn hơn có nghĩa là pha Mg_2Si có diện tích lớn hơn hoặc bằng diện tích của vòng tròn có đường kính $2\text{ }\mu m$ khi thực hiện đo từ hướng bề mặt của tấm thép, ngoài các pha Mg_2Si được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền.

Lý do mật độ của các pha Mg_2Si hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền được tăng lên, và nhờ đó hiệu quả làm mịn pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ được tăng lên là có thể thấy được do pha Mg_2Si có hiệu quả trong việc trở thành điểm bắt đầu mà ở đó pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ hóa rắn. Nghĩa là, có thể hiểu được là bằng cách tăng mật độ của các pha Mg_2Si , nên số lượng pha eutectic bậc ba $Al/MgZn_2/Zn$ sinh ra được tăng lên, và do đó, các pha eutectic bậc ba được làm mịn.

Lớp phủ được hòa tan bởi axit clohydric 0,5% chứa các chất ức chế, nhờ đó có thể hòa tan và loại bỏ các pha cấu thành của lớp phủ khác với các pha Mg_2Si . Do đó, theo sáng chế, để đo mật độ của các pha Mg_2Si hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, lớp phủ được hòa tan bởi axit clohydric 0,5% chứa các chất ức chế để nhờ đó hòa tan và loại bỏ các pha cấu thành của lớp phủ khác với các pha Mg_2Si . Sau đó, từ bề mặt, việc chụp SEM được thực hiện để đo mật độ theo số lượng của các pha Mg_2Si còn lại. Hơn nữa, để đo đường kính tương đương đường tròn của pha Mg_2Si , trên ảnh SEM được chụp như được mô tả trên đây, các pha Mg_2Si đích là ảnh được xử lý để thu được diện tích nhô ra và đường kính tương đương đường tròn được tính toán. Bằng cách sử dụng phương pháp này, có thể thu được mật độ của các pha Mg_2Si , mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn. Fig.5 thể hiện hình vẽ dưới dạng sơ đồ khi lớp phủ được hòa tan bởi axit clohydric 0,5% chứa các chất ức chế và sau đó việc chụp ảnh SEM được thực hiện từ bề mặt để chụp ảnh ở độ phóng đại 2000. Trên Fig.5, mỗi ký hiệu 14 biểu thị pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn và mỗi ký hiệu 15 biểu thị pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn nhỏ hơn 2 μm . Trong ví dụ trên Fig.5, 17 mảnh của các pha Mg_2Si 14 mà mỗi mảnh có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn có trong ảnh SEM ở độ phóng đại 2000. Ảnh này là ảnh thu được bằng cách chụp ảnh vùng 63 $\mu m \times 48 \mu m$, do đó trong ví dụ trên Fig.5, mật độ của các pha Mg_2Si 14 mà mỗi pha có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn thu được trong 56 mảnh trên 0,01 mm². Theo sáng chế, ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, mật độ của các pha Mg_2Si 14 mà mỗi pha có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn cần phải nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 mảnh trên 0,01 mm².

Đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn

Theo sáng chế, đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn ngoài các pha cấu thành của lớp phủ được thiết đặt nằm trong khoảng từ 5 đến 200 μm . Mặc dù các pha Ca hiện có ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, khó thu được đường kính trung bình của các pha eutectic

bậc ba Al/MgZn₂/Zn là nhỏ hơn 5 μm và chi phí có thể sẽ cao. Mặt khác, khi đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn vượt quá 200 μm , thì hiệu quả của nó mà pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn lấp kín phần dendrit của pha Al trở nên nhỏ, nhờ đó có thể đảm bảo độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài. Về độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài, đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba tốt hơn là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 10 đến 100 μm , và tốt hơn nữa là được thiết đặt nằm trong khoảng từ 20 đến 50 μm .

Đối với phương pháp đo đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn, có thể hiểu được là phương pháp mà trong đó lớp phủ là EBSD được đo từ hướng bề mặt và đường kính trung bình thu được bằng cách xử lý dữ liệu. Trong phép đo EBSD, để cải thiện tốc độ đo, thì phép đo được thực hiện trên giả thiết rằng pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn là pha Zn. Khi dữ liệu của pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn được đo khi pha Zn là dữ liệu được xử lý để tính toán đường kính trung bình, có thể thu được đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn. Trong trường hợp này, lớp phủ là EBSD được đo từ hướng bề mặt và đường bao có độ lệch định hướng giữa các hạt tinh thể gần kề là 15° hoặc lớn hơn được xác định là biên hạt của pha eutectic bậc ba và các hạt tinh thể trong đơn vị hạt được bao quanh bởi biên hạt tương ứng với pha eutectic bậc ba đơn.

Fig.6 thể hiện một ví dụ về dữ liệu thu được bằng cách đo EBSD lớp phủ từ hướng bề mặt với giả thiết rằng pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn là pha Zn. Như được mô tả trên đây, đường bao có độ lệch định hướng giữa các hạt tinh thể gần kề là 15° hoặc lớn hơn được xác định là biên hạt của pha eutectic bậc ba và các hạt tinh thể trong đơn vị hạt được bao quanh bởi biên hạt được xác định là pha eutectic bậc ba đơn. Khi thu được đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn bằng cách xử lý dữ liệu từ dữ liệu này, trong ví dụ được thể hiện trên Fig.6, đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn là 46 μm .

Phương pháp sản xuất

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng sẽ được giải thích.

Ở công đoạn làm sạch trong quy trình sản xuất của CGL, việc khử dầu bằng kiềm và làm sạch bằng bàn chải được thực hiện, và nhờ đó vết bẩn dầu trên tấm thép nền (tấm mạ ban đầu) được làm sạch và được loại bỏ. Sau đó, trước khi thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng, các pha Ca mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca được liên kết với bề mặt của tấm thép nền.

Đối với phương pháp liên kết các pha Ca với bề mặt của tấm thép nền, có thể hiểu được là phương pháp mà trong đó ví dụ, ở công đoạn làm sạch ở phía đầu vào của CGL, vết bẩn dầu trên bề mặt của tấm mạ ban đầu được loại bỏ, và sau đó tấm thép nền được nhúng vào trong nước nóng chứa Ca, và Ca được kết tủa ở trạng thái phức hợp trên bề mặt của tấm thép nền. Một cách ngẫu nhiên, khi làm sạch và khử dầu bằng kiềm, có thể bằng cách sử dụng chất lỏng làm sạch chứa Ca hoặc các chất tương tự, các pha Ca được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền và bước nhúng nước nóng được bỏ qua.

Trong trường hợp này, được mong muốn là nhúng trong nước nóng chứa từ 10 đến 40 phần triệu của Ca theo % khối lượng. Khi nồng độ của Ca nhỏ hơn 10 phần triệu, thì không thể liên kết đủ các pha Ca với bề mặt của tấm thép nền và không thể đảm bảo độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài sau khi mạ kẽm nhúng nóng. Do đó, giới hạn dưới được thiết đặt là 10 phần triệu. Hơn nữa, khi 40 phần triệu hoặc lớn hơn của Ca được chứa trong nước nóng, thì hiệu quả cải thiện độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài bị bão hòa, và không mạ được, do đó giới hạn trên được thiết đặt là 40 phần triệu. Hơn nữa, khi nhiệt độ của nước nóng chứa Ca được thiết đặt là 50°C hoặc cao hơn, thì các pha Ca được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền, nhưng khi nó được thiết đặt cao hơn 90°C, thì sự hóa gỉ xảy ra trên tấm thép nền trong quá trình nhúng, do đó nhiệt độ của nước nóng được thiết đặt nằm trong khoảng từ 50 đến 90°C. Hơn nữa, thời gian khi tấm thép nền được nhúng vào trong nước nóng chứa Ca được thiết đặt nằm trong khoảng từ 1 đến 100 giây. Khi việc nhúng được thực hiện trong thời gian 1 giây hoặc lâu hơn, các pha Ca được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền, và ngay cả khi việc nhúng được thực hiện trong thời gian lâu hơn 100 giây, thì các pha Ca được liên kết bị bão hòa, do đó giới hạn trên được thiết đặt là 100 giây.

Sau khi các quy trình được mô tả trên đây được thực hiện, trong quá trình

ủ của CGL, việc ủ được thực hiện. Các điều kiện ủ, môi trường, và do đó không bị giới hạn một cách cụ thể, và các điều kiện thích hợp có thể được chọn từ cấu trúc đường của CGL, độ dày tấm của sản phẩm, giá trị đặc tính cơ học mục tiêu, điều kiện cán nguội.

Sau khi việc ủ được hoàn thành, tấm thép nền được nhúng vào trong bể mạ kẽm nhúng nóng chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, và Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi để thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng. Nhiệt độ của bể mạ được thiết đặt nằm trong khoảng từ 420 to 470°C về độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài. Thời gian nhúng vào trong bể mạ không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng thời gian nhúng định trước có thể được đảm bảo theo tốc độ dòng của tấm thép nền. Sau khi lấy ra khỏi bể mạ, bằng cách tẩy sạch khí nitơ, lớp mạ được điều chỉnh nằm trọng lượng lớp mạ định trước.

Không có giới hạn cụ thể được tạo ra đối với trọng lượng lớp mạ, nhưng về độ bền chống ăn mòn, trọng lượng lớp mạ mong muốn là 10 g/m² hoặc lớn hơn về trọng lượng lớp mạ một mặt. Hơn nữa, về khả năng gia công, trọng lượng lớp mạ không vượt quá 350g/m² về trọng lượng lớp mạ một mặt. Mặc dù trên tấm thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế, việc mạ phía trên được thực hiện, và việc xử lý khác nhau như, ví dụ, xử lý mạ crôm, xử lý không mạ crôm, xử lý phosphat hóa, xử lý cải thiện sự bôi trơn, và xử lý cải thiện khả năng hàn chẳng hạn được thực hiện cho mục đích cải thiện khả năng sơn và khả năng hàn, mà chúng không nằm ngoài sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được giải thích một cách cụ thể bằng ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này.

Thứ nhất, tấm thép đã được cán nguội có độ dày 1,6 mm ở trạng thái trong đó dầu cán nguội được gắn lên bề mặt của nó được tạo ra để được thiết đặt là tấm thép nền (tấm mạ ban đầu). Tấm thép này được tiến hành khử dầu nhờ phun sương kiềm và làm sạch bằng bàn chải để làm sạch bề mặt một cách hoàn

toàn. Ngoài ra, tấm thép nền (tấm mạ ban đầu) cũng được tạo ra mà không được tiến hành làm sạch bằng bàn chải sau khi được tiến hành khử dầu nhờ phun sương kiềm để có bề mặt mà trên đó còn sót lại vết bẩn dầu. Sau đó, các tấm thép nền này được nhúng vào trong nước nóng chứa Ca (% khối lượng). Các điều kiện nhúng được thể hiện một cách chi tiết trong bảng 1. Sau đó, trong lò ủ của CGL, việc ủ được thực hiện, việc mạ nhúng nóng được thực hiện trong thời gian ba giây trong bể mạ kẽm nhúng nóng ở nhiệt độ 450°C mà trong đó hàm lượng Al, hàm lượng Mg, hàm lượng Si, hàm lượng Ti được thay đổi, và sau đó trọng lượng lớp mạ được điều chỉnh bằng cách tẩy sạch khí N₂.

Bảng 1

Ký hiệu điều kiện	Nồng độ Ca trong nước (phần triệu)	Nhiệt độ nước (°C)	Thời gian nhúng (giây)	Ghi chú
A	3	30	1	Ví dụ so sánh
B	10	50	5	Ví dụ sáng chế
C	20	60	10	Ví dụ sáng chế
D	25	65	20	Ví dụ sáng chế
E	30	70	80	Ví dụ sáng chế
F	40	90	90	Ví dụ sáng chế

Đối với tấm thép được phủ được sản xuất bằng cách sử dụng tấm mạ ban đầu được làm sạch hoàn toàn, hợp phần lớp phủ, cường độ Ca phân cách và đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, và mật độ của các pha Mg₂Si, mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là 2 µm hoặc lớn hơn có mặt ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền được đánh giá.

Cường độ Ca phân cách ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền thu được theo cách như được mô tả trên đây, phép phân tích chiều sâu được thực hiện từ lớp bề mặt của lớp phủ bằng cách sử dụng GDS và cường độ Ca phân cách = (cường độ Ca đỉnh ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền - cường độ Ca nền) / (cường độ Ca nền) được tính toán. Đối với cường độ Ca nền, cường độ Ca thu được bằng cách thực hiện phân tích GDS về sắt có độ sạch cao (JSS

No. 003-6) được sử dụng.

Đối với đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn, như được mô tả trên đây, phép đo EBSD được thực hiện từ bề mặt của lớp phủ trên giả thiết rằng pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn là pha Zn, và thu được dữ liệu đã đo là dữ liệu được xử lý để nhờ đó thu được đường kính trung bình.

Mật độ của các pha Mg₂Si, mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là 2 µm hoặc lớn hơn có mặt ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền thu được theo cách mà nhờ axit clohydric loãng chứa các chất ức chế, các pha khác với các pha Mg₂Si ngoài các pha cấu thành của lớp phủ được hòa tan và được loại bỏ, và sau đó số lượng các pha Mg₂Si, mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là 2 µm hoặc lớn hơn ngoài các pha Mg₂Si còn lại được đo bằng cách sử dụng ảnh SEM được chụp từ bề mặt được biến đổi thành mật độ trên 0,01 mm².

Đối với độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài của tấm thép được phủ, các hình dạng bên ngoài của các lớp phủ của tấm thép nền được làm sạch hoàn toàn và tấm thép nền có vết bẩn dầu còn sót lại trên đó được xác nhận bằng thị giác, và việc đánh giá của chúng được thực hiện bằng cách đánh giá sự khác nhau về hình thức bên ngoài trên thang đo sáu điểm. Các chi tiết về đánh giá được thiết đặt là EX: không nhận thấy sự khác nhau về hình dạng bên ngoài, VG: khó nhận thấy sự khác nhau về hình dạng bên ngoài, G: sự khác nhau về hình dạng bên ngoài có thể được nhận thấy một chút nhưng không có vấn đề đáng kể trong sự sử dụng thực tế, F: sự khác nhau về hình dạng bên ngoài có thể được nhận thấy nhưng không có vấn đề đáng kể trong sự sử dụng thực tế, P: sự khác nhau về hình dạng bên ngoài có thể được nhận thấy rõ ràng và gây ra vấn đề đáng kể trong sự sử dụng thực tế, và VP: sự khác nhau về hình dạng bên ngoài có thể được nhận thấy rõ ràng và giá trị sử dụng thực tế bị giảm sút đáng kể, và F và mức cao hơn được thiết đặt là được chấp nhận.

Độ bền chống ăn mòn của tấm thép được phủ được đánh giá bởi sự tổn thất do ăn mòn sau thử nghiệm CCT. Tấm thép được phủ được cắt thành kích cỡ 150 × 70 mm, và bằng cách sử dụng CCT dựa vào JASO-M609, sự tổn thất do ăn mòn sau 30 chu trình CCT được kiểm tra. Đối với việc đánh giá, sự tổn thất

do ăn mòn là nhỏ hơn 30 g/m^2 được thiết đặt là F, sự tổn thất do ăn mòn là 30 g/m^2 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 50 g/m^2 được thiết đặt là Q, sự tổn thất do ăn mòn là 50 g/m^2 hoặc nhiều hơn tới nhỏ hơn 70 g/m^2 được thiết đặt là P, và sự tổn thất do ăn mòn là 70 g/m^2 hoặc nhiều hơn được thiết đặt là VP, và F và mức thấp hơn được thiết đặt là được chấp nhận.

Các kết quả của các đánh giá ở trên được thể hiện trong bảng 2. Từ bảng 2, các ví dụ sáng chế là tốt về cả độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài và độ bền chống ăn mòn. Ngược lại, các ví dụ so sánh nằm ngoài phạm vi của sáng chế là kém hơn về độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài và độ bền chống ăn mòn khi được so sánh với các ví dụ sáng chế. Một cách ngẫu nhiên, phần sót lại của hợp phần lớp mạ (% khối lượng) trong bảng 2 là kẽm và các tạp chất không tránh khỏi.

Bảng 2

Số thứ tự	Hợp phần lớp mạ (% khối lượng)										Điều kiện nhúng nước nóng	Cường độ Ca ở mặt phân cách	Mật độ MgSi (mảnh/0,01 mm ²)	Đường kính trung bình của eutectic bạc ba (µm)	Kết quả đánh giá		Ghi chú
	Al	Mg	Si	Ti	2r	Sr	Hf	Sc	B	Ni	Các nguyên tố khác				Tính đồng đều về hình dạng	Độ bền chống ăn mòn	
1	4,1	1,1	0,001									0,10	2	322	F	F	Ví dụ sáng chế
2	4,0	5,9	0,01									0,92	3	294	F	G	Ví dụ sáng chế
3	6,1	2,0	0,02									0,22	5	247	F	F	Ví dụ sáng chế
4	8,3	2,8	0,05									0,41	6	225	F	G	Ví dụ sáng chế
5	14,8	4,7	0,14									0,12	12	212	G	G	Ví dụ sáng chế
6	19,6	5,1	0,18									0,15	25	240	G	G	Ví dụ sáng chế
7	21,5	1,0	0,25									0,18	12	233	G	F	Ví dụ sáng chế
8	21,8	5,9	0,53									0,19	27	206	G	G	Ví dụ sáng chế
9	1,9	0,1	0,28									0,10	22	Không được tạo ra	F	VP	Ví dụ so sánh
10	6,1	3,0	0,01									0,01	2	521	VP	F	Ví dụ so sánh
11	9,9	2,6	0,19									0,42	34	186	VG	G	Ví dụ sáng chế
12	11,3	3,1	0,72									0,45	45	176	VG	G	Ví dụ sáng chế
13	12,0	3,6	0,17									0,55	50	153	VG	G	Ví dụ sáng chế
14	12,9	3,8	0,2									0,46	55	124	VG	G	Ví dụ sáng chế
15	9,8	2,6	0,9									0,51	68	137	VG	G	Ví dụ sáng chế
16	9,7	2,4	0,15									0,63	70	93	VG	G	Ví dụ sáng chế
17	11,0	3,1	0,21									0,64	80	84	VG	G	Ví dụ sáng chế
18	11,9	3,4	0,24									0,68	95	56	VG	G	Ví dụ sáng chế
19	13,2	4,0	0,29									0,72	97	67	VG	G	Ví dụ sáng chế
20	12,8	3,8	0,001									0,73	88	81	VG	G	Ví dụ sáng chế
21	9,9	2,4	0,63									0,74	76	73	VG	G	Ví dụ sáng chế
22	10,2	2,6	0,14									0,79	102	43	VG	G	Ví dụ sáng chế
23	10,8	3,0	0,22									0,81	110	36	VG	G	Ví dụ sáng chế
24	11,8	3,4	0,25									0,92	156	33	VG	G	Ví dụ sáng chế
25	13,2	4,1	0,32									0,84	234	51	VG	G	Ví dụ sáng chế
26	12,9	3,7	0,21									0,88	176	46	VG	G	Ví dụ sáng chế
27	10,9	2,8	0,22	0,001								0,43	58	20	EX	G	Ví dụ sáng chế
28	11,1	3,1	0,88	0,0045								0,66	76	10	EX	G	Ví dụ sáng chế
29	11,9	3,4	0,26	0,0081								0,32	21	5	EX	G	Ví dụ sáng chế
30	13,1	4,2	0,11		0,0008							0,48	34	22	EX	G	Ví dụ sáng chế
31	9,1	3,4	0,16			0,0012						0,27	22	15	EX	G	Ví dụ sáng chế
32	10,9	2,9	0,24				0,0014					0,21	20	17	EX	G	Ví dụ sáng chế
33	9,3	2,4	0,33					0,0011				0,18	11	24	EX	G	Ví dụ sáng chế
34	11,8	2,1	0,29						0,0005	0,0021		0,71	77	28	EX	G	Ví dụ sáng chế
35	12,7	3,1	0,11									0,53	44	21	EX	G	Ví dụ sáng chế
36	11,1	3,2	0,22								Fe: 0,006 Sb: 0,004	0,33	27	27	VG	G	Ví dụ sáng chế
37	12,6	3,7	0,18									0,44	35	79	VG	G	Ví dụ sáng chế
38	11,9	4,1	0,31								Pb: 0,003 Sn: 0,004	0,87	123	106	VG	G	Ví dụ sáng chế
39	10,3	3,4	0,27								Ca: 0,003	0,45	46	82	VG	G	Ví dụ sáng chế
40	10,7	3,6	0,21								Cr: 0,005	0,63	89	93	VG	G	Ví dụ sáng chế
41	11,2	2,4	0,14								La: 0,003 Ce: 0,009	0,31	20	187	VG	G	Ví dụ sáng chế
42	4,6	1,5										0,38	0	501	VP	F	Ví dụ so sánh

Danh mục các số chỉ dẫn

- 1 Tấm thép mạ ban đầu
- 2 Pha Al
- 3 Pha $MgZn_2$
- 4 Pha eutectic bậc ba Al/ $MgZn_2$ /Zn
- 5 Pha Mg_2Si
- 6 Vùng có nhiều pha eutectic bậc ba Al/ $MgZn_2$ /Zn trên bề mặt
- 7 Vùng mà ở đó pha Al được tiếp xúc với bề mặt
- 8 Lớp mạ kẽm Zn
- 9 Tấm thép mạ ban đầu
- 10 Pha Mg_2Si
- 11 Pha Ca
- 12 Pha Mg_2Si đã kết tủa bằng cách sử dụng pha Ca làm nhân
- 13 Cường độ Ca đỉnh ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép
- 14 Pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn
- 15 Pha Mg_2Si có đường kính tương đương đường tròn nhỏ hơn 2 μm
- 16 Tấm thép mạ ban đầu

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, tấm thép này bao gồm:

lớp phủ chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, và Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi, được tạo ra trên bề mặt, trong đó:

ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền, các pha Mg_2Si và các pha Ca, mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca có mặt, và ít nhất một phần trong số các pha Mg_2Si kết tủa bằng cách sử dụng các pha Ca dưới dạng nhân,

đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn có mặt trong lớp phủ nằm trong khoảng từ 5 đến 200 μm ; và

cường độ Ca phân cách ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0.

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó:

mật độ của các pha Mg_2Si , mà mỗi pha này có đường kính tương đương đường tròn là 2 μm hoặc lớn hơn trong số các pha Mg_2Si có mặt ở mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 mảnh trên 0,01 mm^2 .

3. Tấm thép theo điểm 1, trong đó:

lớp phủ còn chứa từ 0,000001 đến 0,5% khối lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ti, Ni, Zr, Sr, Hf, Sc, và B một cách riêng biệt hoặc dưới dạng kết hợp.

4. Tấm thép theo điểm 2, trong đó:

lớp phủ còn chứa từ 0,000001 đến 0,5% khối lượng của một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số Ti, Ni, Zr, Sr, Hf, Sc, và B một cách riêng biệt hoặc dưới dạng kết hợp.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền chống ăn mòn

cao, có độ đồng nhất về hình dạng bên ngoài tốt, phương pháp này bao gồm các bước:

liên kết các pha Ca, mà mỗi pha này chủ yếu bao gồm Ca hoặc hợp chất Ca, vào bề mặt của tấm thép nền;

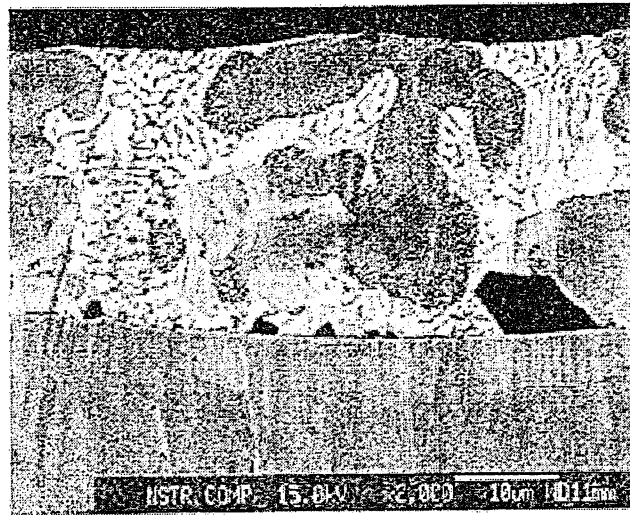
ủ tấm thép nền đã có các pha Ca được liên kết với bề mặt; và

nhúng tấm thép nền vào bể mạ kẽm nhúng nóng chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 22% khối lượng, Mg với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 6% khối lượng, và Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 1% khối lượng, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh khỏi và thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng,

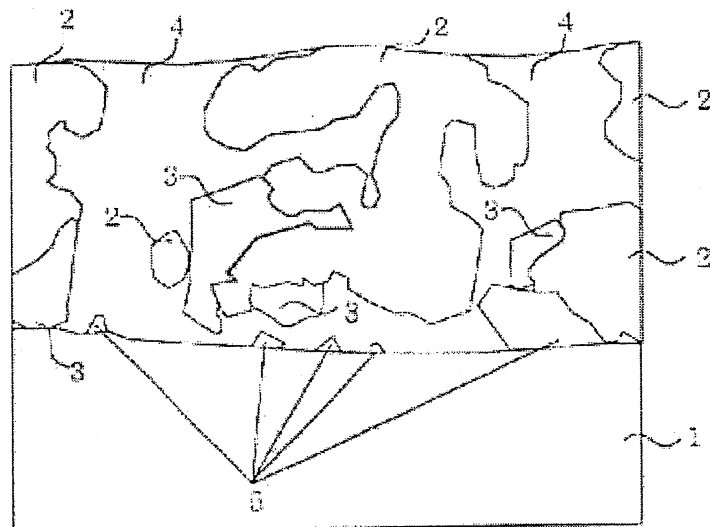
trong đó đường kính trung bình của các pha eutectic bậc ba Al/MgZn₂/Zn có mặt trong lớp phủ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền nằm trong khoảng từ 5 đến 200 μm , và

trong bước liên kết Ca hoặc hợp chất Ca vào bề mặt của tấm thép nền, tấm thép nền được nhúng vào trong nước nóng chứa Ca với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 40 phần triệu khối lượng và có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 90°C trong khoảng thời gian từ 1 đến 100 giây.

FIG.1



(a)



(b)

FIG.2

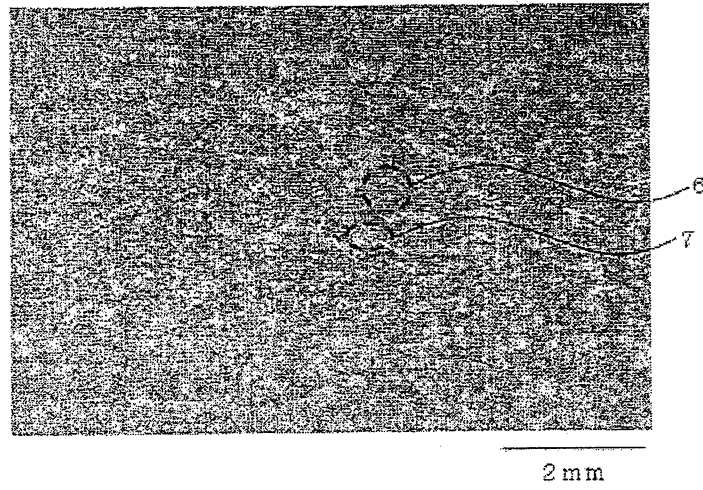


FIG.3

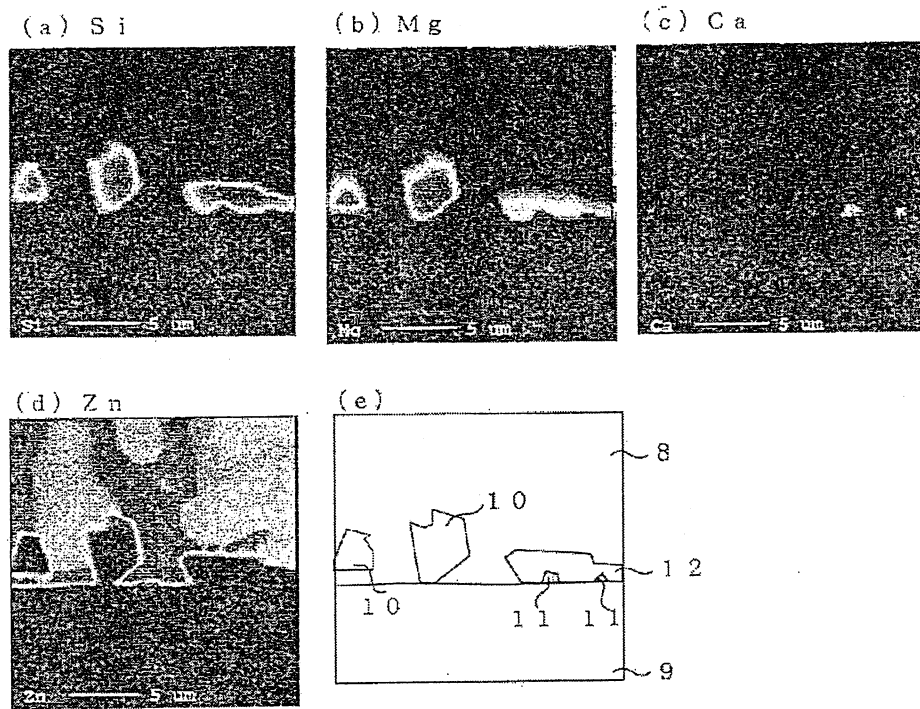


FIG.4

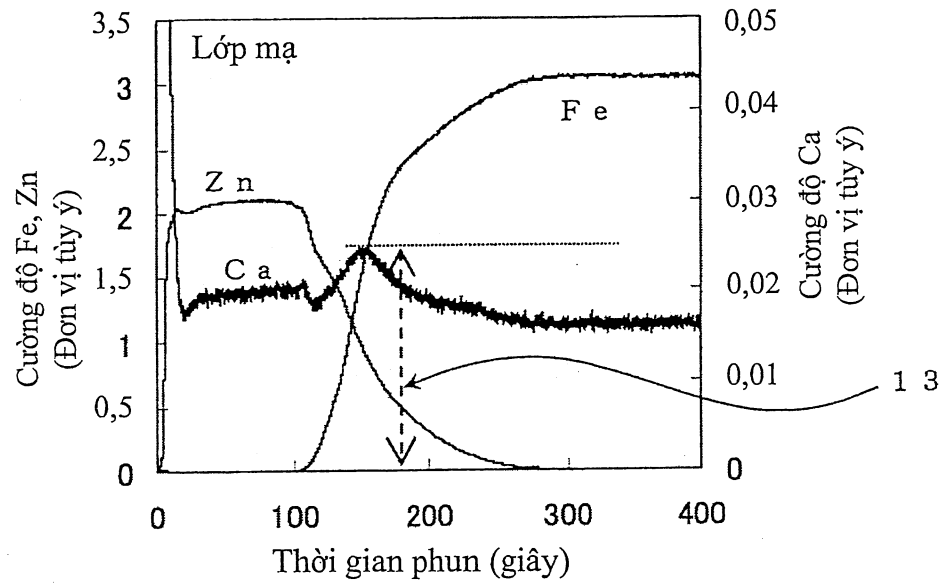


FIG.5

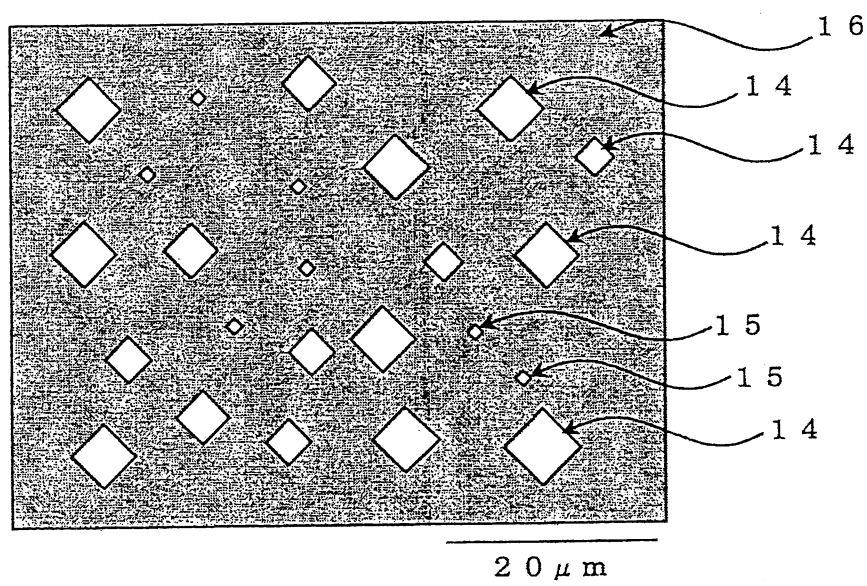


FIG.6

