



(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)



1-0043369

(51)<sup>2020.01</sup> C23C 2/06; C23C 2/28

(13) B

(21) 1-2022-02967

(22) 16/10/2020

(86) PCT/JP2020/039183 16/10/2020

(87) WO 2021/095442 A1 20/05/2021

(30) 2019-205998 14/11/2019 JP

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/08/2022 413

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) SAITO, Mamoru (JP); GOTO, Yasuto (JP); ISHIZUKA, Kiyokazu (JP).

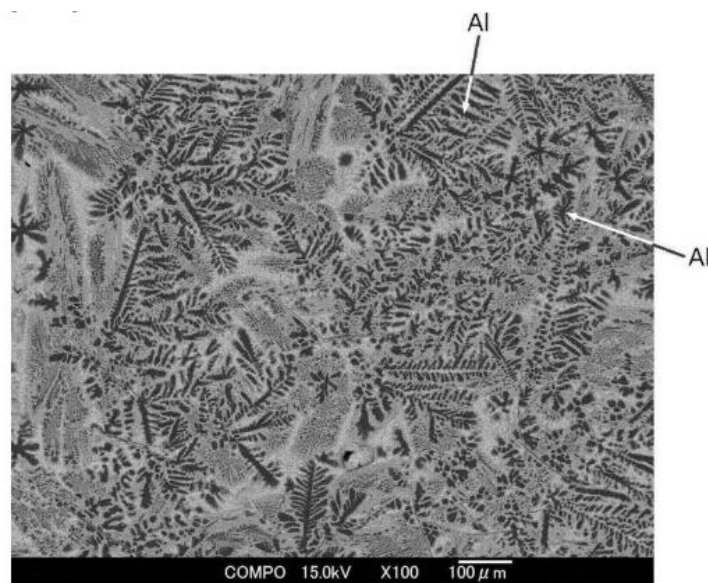
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) VẬT LIỆU THÉP ĐƯỢC PHỦ

(21) 1-2022-02967

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu thép được phủ bao gồm: thép nền và lớp phủ chứa lớp hợp kim Zn-Al-Mg được bố trí trên bề mặt của thép nền, trong đó lớp phủ này có thành phần hóa học được xác định trước, và trong ảnh điện tử tán xạ ngược của lớp hợp kim Zn-Al-Mg thu được ở thời điểm quan sát bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg sau khi đánh bóng đến 1/2 độ dày của lớp này, dưới kính hiển vi điện tử quét ở độ phóng đại 100 lần, các tinh thể Al có mặt, và giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là nằm trong khoảng từ 88 đến 195  $\mu\text{m}/\text{mm}^2$ .

FIG. 1



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến vật liệu thép được phủ.

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

Nhiều loại vật liệu thép được phủ khác nhau được sử dụng trong lĩnh vực vật liệu xây dựng chẳng hạn. Nhiều vật liệu là vật liệu thép được phủ Zn. Do cần các vật liệu xây dựng có tuổi thọ dài, việc nghiên cứu để cải thiện độ bền ăn mòn của vật liệu thép được phủ Zn đã được thực hiện trong một thời gian dài, và các vật liệu thép được phủ khác nhau đã được phát triển. Vật liệu thép được phủ có độ bền mài mòn cao ban đầu dùng cho các vật liệu xây dựng là vật liệu thép được phủ Zn-5% Al (vật liệu thép được phủ Galfan) trong đó Al được bổ sung vào lớp phủ trên cơ sở Zn và độ bền ăn mòn được cải thiện. Một thực tế đã biết là độ bền ăn mòn được cải thiện bằng cách bổ sung Al vào lớp phủ. Bằng cách bổ sung 5% Al, các tinh thể Al tạo ra trong lớp phủ (cụ thể là pha Zn), và độ bền ăn mòn cải thiện. Vật liệu thép được phủ Zn-55% Al-1,6% Si (vật liệu thép Galvalume) cũng là vật liệu thép được phủ có độ bền ăn mòn được cải thiện về cơ bản với cùng lý do này.

Do đó, khi nồng độ Al được tăng lên, về cơ bản, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng cải thiện. Tuy nhiên, sự tăng nồng độ Al dẫn đến làm giảm khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh.

Ở đây, tác dụng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh đối với thép nền là một đặc điểm hấp dẫn của các vật liệu thép được phủ Zn. Cụ thể là, ở các mép cắt của vật liệu thép được phủ, và ở các phần có vết nứt của lớp phủ ở thời điểm gia công, và ở các phần để trần của thép nền xuất hiện do sự bong tróc hoặc tương tự của lớp phủ, lớp phủ ở phần biên hòa tan trước khi ăn mòn thép nền, và các thành phần của lớp phủ được hòa tan này tạo thành màng bảo vệ. Do đó, có thể ngăn ngừa gỉ đỏ từ thép nền tới mức nhất định.

Nói chung, nồng độ thấp hơn của Al và nồng độ cao hơn của Zn là tốt hơn để đạt được tác dụng này. Do đó, các vật liệu thép được phủ có độ bền ăn mòn cao, trong đó nồng độ Al được ngăn chặn tới nồng độ tương đối thấp bằng khoảng 5% đến 25% hoặc tương tự, đã được đưa vào sử dụng thực tế trong những năm gần đây. Cụ thể, các vật liệu thép được phủ, trong đó nồng độ Al được duy trì ở mức thấp và nó còn chứa Mg

với lượng khoảng 1 đến 3%, có độ bền ăn mòn mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh tốt hơn so với độ bền ăn mòn mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh của các vật liệu thép được phủ Galfan. Do đó, các vật liệu này đang là xu hướng trên thị trường giống như các vật liệu thép được phủ, và hiện nay được biết đến rộng rãi trên thị trường.

Vật liệu thép được phủ được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1 chẳng hạn cũng được phát triển để làm vật liệu thép được phủ chứa lượng nhất định của Al và Mg.

Cụ thể là, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ vật liệu thép được phủ Zn-Al-Mg-Si nhúng nóng trong đó 200 hoặc lớn hơn 200 pha Al tồn tại cho  $1\text{mm}^2$  trên bề mặt của vật liệu thép được phủ có, trên bề mặt của vật liệu thép, lớp phủ được tạo ra từ Al: 5 đến 18% khối lượng, Mg: 1 đến 10% khối lượng, Si: 0,01 đến 2% khối lượng, và phần còn lại là Zn và các tạp chất không thể tránh khỏi.

Các tài liệu đã biết

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định (JP-A) số 2001-355053

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Tuy nhiên, ở vật liệu thép được phủ chứa Al với nồng độ nhất định, có xu hướng mạnh là sự ăn mòn lớp phủ (cụ thể là, lớp hợp kim Zn-Al-Mg) diễn ra cục bộ và đạt tới thép nền ở giai đoạn sớm. Kết quả là, có các trường hợp trong đó độ bền ăn mòn bề mặt phẳng giảm đi, và có sự phân tán lớn của độ bền ăn mòn bề mặt phẳng. Do đó, hiện nay cần có các vật liệu thép được phủ có độ bền ăn mòn bề mặt phẳng cao, ổn định.

Ngoài ra, để cải thiện khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh ở lớp phủ, cấu trúc dễ dàng hòa tan trong nước (sau đây còn được gọi là “cấu trúc tan trong nước”) phải được chứa. Tuy nhiên, cấu trúc tan trong nước cũng hòa tan trong nước mà là hơi ẩm trong không khí được ngưng tụ trên bề mặt của vật liệu thép được phủ. Do đó, có các trường hợp trong đó bề mặt của vật liệu thép được phủ bị biến màu đen từ giai đoạn đầu sau khi sản xuất vật liệu thép được phủ.

Do đó, đối tượng của một khía cạnh của sáng chế là đề xuất vật liệu thép được phủ có khả năng chống biến màu cao trong khi độ bền ăn mòn bề mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh của nó được đảm bảo.

Cách thức giải quyết vấn đề

Vấn đề được mô tả ở trên được giải quyết bằng các cách sau đây.

<1>

Vật liệu thép được phủ chứa thép nền, và lớp phủ chứa lớp hợp kim Zn-Al-Mg được bố trí trên bề mặt của thép nền này,

trong đó lớp phủ có thành phần hóa học được tạo ra từ, theo % khối lượng:

Zn: lớn hơn 65,0%,

Al: lớn hơn 5,0% đến nhỏ hơn 25,0%,

Mg: lớn hơn 3,0% đến nhỏ hơn 12,5%,

Sn: 0 đến 0,20%,

Bi: 0% đến nhỏ hơn 5,0%,

In: 0% đến nhỏ hơn 2,0%,

Ca: 0% đến 3,0%,

Y: 0% đến 0,5%,

La: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Ce: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Si: 0% đến nhỏ hơn 2,5%,

Cr: 0% đến 0,25%,

Ti: 0% đến 0,25%,

Ni: 0% đến 0,25%,

Co: 0% đến 0,25%,

V: 0% đến 0,25%,

Nb: 0% đến 0,25%,

Cu: 0% đến 0,25%,

Mn: 0% đến 0,25%,

Fe: 0% đến 5,0%,

Sr: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Sb: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Pb: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

B: 0% đến nhỏ hơn 0,5%, và

các tạp chất, và

trong đó, trong ảnh điện tử tán xạ ngược của lớp hợp kim Zn-Al-Mg thu được ở thời điểm quan sát bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg sau khi đánh bóng đến 1/2 độ dày của lớp, dưới kính hiển vi điện tử quét ở độ phóng đại 100 lần, các tinh thể Al có mặt, và giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là nằm trong khoảng từ 88 đến 195 mm/mm<sup>2</sup>.

<2>

Vật liệu thép được phủ theo mục <1>, trong đó hàm lượng của Sn nằm trong khoảng từ 0 đến nhỏ hơn 0,10%, theo % khối lượng.

<3>

Vật liệu thép được phủ theo mục <1> hoặc <2>, trong đó lớp phủ có lớp hợp kim Al-Fe có độ dày nằm trong khoảng từ 0,05 đến 5μm, giữa thép nền và lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo một khía cạnh của sáng chế, có thể tạo ra vật liệu thép được phủ có khả năng chống biến màu cao trong khi độ bền ăn mòn bề mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh của nó được đảm bảo.

**Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là ảnh điện tử tán xạ ngược SEM (ở độ phóng đại 100 lần) thể hiện một ví dụ của lớp hợp kim Zn-Al-Mg của vật liệu thép được phủ theo sáng chế.

Fig.2 là ảnh điện tử tán xạ ngược SEM (ở độ phóng đại 500 lần) thể hiện một ví dụ của lớp hợp kim Zn-Al-Mg của vật liệu thép được phủ theo sáng chế.

Fig.3 là ảnh điện tử tán xạ ngược SEM (ở độ phóng đại 10000 lần) thể hiện một ví dụ của lớp hợp kim Zn-Al-Mg của vật liệu thép được phủ theo sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện một ví dụ của ảnh thu được bằng cách xử lý ảnh (nhị phân hóa) đối với ảnh điện tử tán xạ ngược (ảnh điện tử tán xạ ngược SEM) của lớp hợp kim Zn-Al-Mg của vật liệu thép được phủ theo sáng chế sao cho các tinh thể Al có thể được xác định.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Một ví dụ của sáng chế được mô tả sau đây.

Lưu ý rằng, theo sáng chế, sự diễn đạt “%” của hàm lượng của mỗi nguyên tố trong thành phần hóa học có nghĩa là “% khối lượng”.

Các khoảng bằng số được biểu diễn bằng cách sử dụng từ “đến” có nghĩa là các khoảng trong đó các giá trị bằng số được nêu trước và sau từ “đến” được bao gồm để làm giới hạn dưới và giới hạn trên.

Các khoảng bằng số trong các trường hợp trong đó cụm từ “lớn hơn” hoặc “nhỏ hơn” đi kèm với giá trị bằng số được nêu trước hoặc sau từ “đến” có nghĩa là các khoảng không bao gồm các giá trị này làm giới hạn dưới hoặc giới hạn trên.

Hàm lượng của một nguyên tố trong thành phần hóa học có thể được biểu diễn là nồng độ của nguyên tố này (ví dụ, nồng độ Zn, nồng độ Mg, hoặc tương tự).

Từ “quá trình” không chỉ là quá trình độc lập, và, miễn là mục đích được dự định của quá trình này đạt được ngay cả trong trường hợp trong đó quá trình này không thể được phân biệt rõ ràng với các quá trình khác, quá trình này được bao gồm trong từ này.

“Độ bền ăn mòn bề mặt phẳng” có nghĩa là đặc tính của chính lớp phủ (cụ thể là, lớp hợp kim Zn-Al-Mg) khó bị ăn mòn.

“Khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh” có nghĩa là đặc tính ngăn chặn sự ăn mòn của thép nền ở các phần bề mặt của thép nền (ví dụ, các mép cắt của vật liệu thép được phủ, các phần có vết nứt của lớp phủ ở thời điểm gia công, và các chỗ mà thép nền lộ ra do sự bong tróc của lớp phủ).

“Khả năng chống biến màu” có nghĩa là đặc tính của bề mặt của vật liệu thép được phủ (ví dụ, bề mặt của lớp phủ) khó bị biến màu thành màu đen, sau khi sản xuất vật liệu thép được phủ này.

Vật liệu thép được phủ theo sáng chế là vật liệu thép được phủ có thép nền, và lớp phủ được bố trí trên bề mặt của thép nền và chứa lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

Ngoài ra, ở vật liệu thép được phủ theo sáng chế, lớp phủ có thành phần hóa học được xác định trước, và, trong ảnh điện tử tán xạ ngược của lớp hợp kim Zn-Al-Mg thu được ở thời điểm quan sát bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg sau khi đánh bóng đến 1/2 độ dày của lớp này, dưới kính hiển vi điện tử quét ở độ phóng đại 100 lần, các tinh thể Al có mặt, và giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là nằm trong khoảng từ 88 đến 195 mm/mm<sup>2</sup>.

Do cấu trúc được mô tả ở trên, vật liệu thép được phủ theo sáng chế là vật liệu thép được phủ có khả năng chống biến màu cao trong khi độ bền ăn mòn bề mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh của nó được đảm bảo. Vật liệu thép được phủ theo sáng chế được phát hiện từ thông tin sau đây.

Các tác giả sáng chế đã phân tích biểu hiện ăn mòn ban đầu của lớp phủ mà chứa lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Kết quả là, đã phát hiện được rằng sự ăn mòn của lớp phủ (cụ thể là, lớp hợp kim Zn-Al-Mg) diễn ra cục bộ theo dạng tổ kiến, và phần biên của các tinh thể Al bị ăn mòn đầu tiên.

Điều này được cho là như sau. Sự ăn mòn do chênh lệch điện thế xảy ra giữa các tinh thể Al có điện thế cao và các cấu trúc ở phần biên có điện thế thấp, một cách tương đối. Do đó, diện tích bề mặt tiếp xúc giữa các tinh thể Al và các pha ở phần biên của các tinh thể Al càng lớn, sự ăn mòn phần biên của các tinh thể Al càng dễ xảy ra, và do đó, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng giảm đi, và mức độ phân tán của độ bền ăn mòn bề mặt phẳng cũng trở nên lớn.



Do đó, để làm giảm đáng kể diện tích bề mặt tiếp xúc giữa các tinh thể Al và các pha ở phần biên của các tinh thể Al, các tác giả sáng chế đã nghĩ ra ý tưởng kiểm soát các điều kiện làm nguội sau khi ngâm trong bể phủ ở thời điểm sản xuất lớp phủ, và kết tủa thô các tinh thể Al.

Kết quả là, điều sau đây được phát hiện. Chiều dài theo chu vi tích lũy của tinh thể Al, thu được bằng cách phân tích ảnh để làm chỉ số kích thước của các tinh thể Al, và độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có tương quan chặt chẽ. Ngoài ra, khi giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al được điều chỉnh trong khoảng được xác định trước, diện tích bề mặt tiếp xúc giữa các tinh thể Al và các pha ở phần biên của các tinh thể Al giảm đi. Do đó, phần biên của các tinh thể Al ăn mòn trước được ngăn chặn, và độ bền ăn mòn bề mặt phẳng ổn định đã thu được. Tuy nhiên, nếu giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al giảm đi quá nhiều, khả năng gia công giảm đi.

Mặt khác, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu hàm lượng của Sn mà có tác dụng cải thiện khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, và thu được kiến thức sau đây.

Nếu Sn được chứa trong lớp phủ với lượng lớn hơn 0,20% để cải thiện khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, pha  $Mg_2Sn$  là cấu trúc tan trong nước được tạo ra. Tuy nhiên, pha  $Mg_2Sn$  là cấu trúc tan trong nước cũng hòa tan trong nước mà là hơi ẩm trong không khí được ngưng tụ trên bề mặt của vật liệu thép được phủ. Do đó, sau khi sản xuất vật liệu thép được phủ, có các trường hợp trong đó bề mặt của vật liệu thép được phủ bị biến màu đen theo thời gian.

Do đó, bằng cách duy trì hàm lượng của Sn nằm trong khoảng từ 0 đến 0,20%, sự tạo ra quá mức pha  $Mg_2Sn$  là cấu trúc tan trong nước được ngăn chặn. Do đó, khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh cùng với độ bền ăn mòn bề mặt phẳng được đảm bảo, và hơn nữa, khả năng chống biến màu cải thiện.

Từ điều nêu trên, đã phát hiện được rằng vật liệu thép được phủ theo sáng chế là vật liệu thép được phủ có khả năng chống biến màu cao trong khi độ bền ăn mòn bề mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh của nó được đảm bảo.

Các chi tiết của vật liệu thép được phủ theo sáng chế được mô tả sau đây.

Hình dạng của thép nền là không bị giới hạn cụ thể. Các ví dụ của thép nền bao gồm, ngoài các tấm thép, thép nền được gia công định hình như các ống thép, các vật liệu kỹ thuật và xây dựng (dầm hàng rào, các ống uốn sóng, nắp che mương thoát nước, bộ phận phủ ngăn cát chảy, bu lông, lưới thép, hàng rào bảo vệ, tường ngầm, và tương tự), các bộ phận của thiết bị điện gia dụng (bộ phận vỏ của máy điều hòa không khí ngoài trời, và tương tự), các bộ phận của ô tô (các bộ phận khung gầm và tương tự), và tương tự. Các phương pháp gia công chất dẻo khác nhau như, ví dụ, gia công dập, tạo hình cán, uốn, hoặc tương tự có thể được sử dụng làm phương pháp gia công định hình.

Vật liệu của thép nền là không bị giới hạn cụ thể. Các thép nền khác nhau như, ví dụ, thép thông thường, thép được phủ trước, thép được khử oxy bằng Al, thép cacbon siêu thấp, thép cacbon cao, các thép có độ bền kéo cao khác nhau, một số thép hợp kim cao (thép chứa nguyên tố làm tăng cứng như Ni, Cr hoặc tương tự) và tương tự có thể được sử dụng làm thép nền.

Đối với thép nền, các điều kiện của phương pháp sản xuất thép nền, phương pháp sản xuất tấm thép nền (phương pháp cán nóng, phương pháp tẩy gỉ, phương pháp cán nguội, và tương tự), và tương tự cũng không bị giới hạn cụ thể.

Lưu ý rằng tấm thép cán nóng, thép lá cán nóng, tấm thép cán nguội, và thép lá cán nguội được mô tả trong JIS G 3302 (2010) cũng có thể được sử dụng làm thép nền.

Thép nền có thể là vật liệu thép được phủ trước mà đã được phủ trước. Vật liệu thép được phủ trước này thu được bằng phương pháp xử lý điện phân hoặc phương pháp phủ dịch chuyển chẳng hạn. Trong phương pháp xử lý điện phân, vật liệu thép được phủ trước đã thu được bằng cách ngâm thép nền trong bể sulfat hoặc bể clorua chứa các ion kim loại của các thành phần của lớp phủ trước khác nhau, và thực hiện quá trình xử lý điện phân. Trong phương pháp phủ dịch chuyển, vật liệu thép được phủ trước đã thu được bằng cách ngâm thép nền trong dung dịch nước chứa các ion kim loại của các thành phần của lớp phủ trước khác nhau và độ pH đã được điều chỉnh bằng axit sulfuric, và làm kết tủa dịch chuyển các kim loại.

Vật liệu thép được phủ trước Ni là ví dụ đại diện của vật liệu thép được phủ trước.

Lớp phủ được mô tả tiếp theo.

Lớp phủ bao gồm lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Ngoài lớp hợp kim Zn-Al-Mg, lớp phủ có thể bao gồm lớp hợp kim Al-Fe. Lớp hợp kim Al-Fe tồn tại giữa thép nền và lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

Tức là, lớp phủ có thể là cấu trúc một lớp gồm lớp hợp kim Zn-Al-Mg, hoặc có thể là cấu trúc nhiều lớp bao gồm lớp hợp kim Zn-Al-Mg và lớp hợp kim Al-Fe. Trong trường hợp cấu trúc nhiều lớp, lớp hợp kim Zn-Al-Mg tốt hơn là lớp tạo thành cấu trúc bề mặt của lớp phủ.

Tuy nhiên, màng oxit của các thành phần cấu trúc của lớp phủ được tạo ra tới độ dày khoảng 50nm trên bề mặt của lớp phủ, nhưng độ dày của nó là mỏng so với độ dày của toàn bộ lớp phủ, và màng oxit này không được cho là tạo cấu trúc thành phần chính của lớp phủ.

Ở đây, độ dày của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được tạo ra là, ví dụ, bằng hoặc lớn hơn  $2\mu\text{m}$  và bằng hoặc nhỏ hơn  $95\mu\text{m}$  (tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn  $5\mu\text{m}$  và bằng hoặc nhỏ hơn  $75\mu\text{m}$ ).

Mặt khác, độ dày của toàn bộ lớp phủ là, ví dụ, bằng khoảng  $100\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn. Do độ dày của toàn bộ lớp phủ phụ thuộc vào các điều kiện phủ, giới hạn trên và giới hạn dưới của độ dày của toàn bộ lớp phủ là không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, độ dày của toàn bộ lớp phủ có liên quan đến độ nhót và tỷ trọng của bề phủ trong phương pháp phủ nhúng nóng thông thường. Ngoài ra, lượng được phủ được điều chỉnh về mặt định lượng bằng tốc độ kéo của thép nền và cường độ lau. Do đó, có thể cho rằng giới hạn dưới của độ dày của toàn bộ lớp phủ là khoảng  $2\mu\text{m}$ .

Mặt khác, do chính trọng lượng và độ đồng nhất của kim loại phủ, giới hạn trên của độ dày của lớp phủ mà có thể sản xuất bằng phương pháp phủ nhúng nóng là khoảng  $95\mu\text{m}$ .

Do độ dày của lớp phủ có thể được thay đổi tự do bằng tốc độ kéo từ bề phủ và các điều kiện lau, việc tạo ra lớp phủ có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến  $95\mu\text{m}$  là không đặc biệt khó.

Lượng được phủ của lớp phủ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến  $300\text{ g/m}^2$  trên một bề mặt.

Nếu lượng được phủ của lớp phủ là bằng hoặc lớn hơn  $20 \text{ g/m}^2$ , độ bền ăn mòn bề mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh có thể được đảm bảo một cách tin cậy hơn. Mặt khác, nếu lượng được phủ của lớp phủ là bằng hoặc nhỏ hơn  $300 \text{ g/m}^2$ , các khuyết tật về hình thức bên ngoài, như dạng vồng xuống hoặc tương tự, của lớp phủ có thể được ngăn chặn.

Lớp hợp kim Al-Fe được mô tả tiếp theo.

Lớp hợp kim Al-Fe được tạo ra trên bề mặt của thép nền (cụ thể là, giữa thép nền và lớp hợp kim Zn-Al-Mg), và là lớp có cấu trúc trong đó pha  $\text{Al}_5\text{Fe}$  là pha chính. Lớp hợp kim Al-Fe được tạo ra do sự khuếch tán nguyên tử giữa thép nền và bề phủ. Khi phương pháp phủ nhúng nóng được sử dụng làm phương pháp sản xuất, lớp hợp kim Al-Fe được tạo ra dễ dàng trong lớp phủ chứa nguyên tố Al. Do Al được chứa trong bề phủ ở nồng độ nhất định hoặc cao hơn, pha  $\text{Al}_5\text{Fe}$  là pha được tạo ra chủ yếu. Tuy nhiên, quá trình khuếch tán nguyên tử cần thời gian, và, ở phần gần thép nền, cũng có các phần mà ở đó nồng độ Fe là cao. Do đó, cũng có các trường hợp trong đó lớp hợp kim Al-Fe một phần chứa các lượng nhỏ của pha  $\text{AlFe}$ , pha  $\text{Al}_3\text{Fe}$ , pha  $\text{Al}_5\text{Fe}_2$ , hoặc tương tự. Ngoài ra, do Zn cũng được chứa trong bề phủ ở nồng độ nhất định, lớp hợp kim Al-Fe cũng chứa một lượng nhỏ Zn.

Liên quan đến độ bền ăn mòn, không có sự khác nhau lớn giữa bất kỳ trong số pha  $\text{Al}_5\text{Fe}$ , pha  $\text{Al}_3\text{Fe}$ , pha  $\text{AlFe}$  và pha  $\text{Al}_5\text{Fe}_2$ . Cái được gọi là độ bền ăn mòn ở đây là độ bền ăn mòn ở phần không bị ảnh hưởng bởi quá trình hàn.

Ở đây, trong trường hợp trong đó Si được chứa trong lớp phủ, Si dễ dàng được đưa vào lớp hợp kim Al-Fe cụ thể, và có các trường hợp trong đó pha hợp chất liên kim loại Al-Fe-Si được tạo ra. Các pha hợp chất liên kim loại được xác định bao gồm các pha  $\text{AlFeSi}$ , và các pha  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $q1$ ,  $q2$  -  $\text{AlFeSi}$  và tương tự tồn tại dưới dạng các chất đồng phân. Do đó, có các trường hợp trong đó các pha  $\text{AlFeSi}$  này và tương tự được phát hiện trong lớp hợp kim Al-Fe. Lớp hợp kim Al-Fe mà bao gồm các pha  $\text{AlFeSi}$  này hoặc tương tự còn được gọi là lớp hợp kim Al-Fe-Si.

Lưu ý rằng, do độ dày của lớp hợp kim Al-Fe-Si cũng là nhỏ so với lớp hợp kim Zn-Al-Mg, tác dụng đối với độ bền ăn mòn của toàn bộ lớp phủ là nhỏ.

Ngoài ra, trong trường hợp trong đó bất kỳ trong số các vật liệu thép được phủ trước khác nhau được sử dụng đối với thép nền (tấm thép nền hoặc tương tự), có các trường hợp trong đó cấu trúc của lớp hợp kim Al-Fe thay đổi do lượng được phủ của lớp phủ trước. Cụ thể là, có các trường hợp trong đó lớp kim loại nguyên chất mà được sử dụng để phủ trước còn lại ở phần biên của lớp hợp kim Al-Fe, các trường hợp trong đó pha hợp chất liên kim loại (ví dụ, pha  $\text{Al}_3\text{Ni}$  hoặc tương tự), trong đó các thành phần cấu trúc của lớp hợp kim Zn-Al-Mg và các thành phần của lớp phủ trước được liên kết với nhau, tạo ra lớp hợp kim, các trường hợp trong đó lớp hợp kim Al-Fe, trong đó một số nguyên tử Al và nguyên tử Fe được thế, được tạo ra, các trường hợp trong đó lớp hợp kim Al-Fe-Si, trong đó một số nguyên tử Al, nguyên tử Fe và nguyên tử Si được thế, được tạo ra, và tương tự. Trong tất cả các trường hợp này, độ dày của các lớp hợp kim này là nhỏ khi được so sánh với lớp hợp kim Zn-Al-Mg, và do đó, tác dụng đối với độ bền ăn mòn ở lớp phủ nói chung là nhỏ.

Cụ thể là, lớp hợp kim Al-Fe là lớp bao gồm các lớp hợp kim có các dạng khác nhau được mô tả ở trên, trừ các lớp hợp kim mà thành phần chính của nó là pha  $\text{Al}_3\text{Fe}$ .

Lưu ý rằng, trong trường hợp trong đó lớp phủ được tạo trên vật liệu thép được phủ trước Ni trong số các loại khác nhau của các vật liệu thép được phủ trước, lớp hợp kim Al-Ni-Fe được tạo ra dưới dạng lớp hợp kim Al-Fe. Do độ dày của lớp hợp kim Al-Ni-Fe cũng là nhỏ khi được so sánh với lớp hợp kim Zn-Al-Mg, tác dụng đối với độ bền ăn mòn ở lớp phủ nói chung là nhỏ.

Độ dày của lớp hợp kim Al-Fe là, ví dụ, bằng hoặc lớn hơn  $0\mu\text{m}$  và bằng hoặc nhỏ hơn  $5\mu\text{m}$ .

Cụ thể là, lớp hợp kim Al-Fe không cần được tạo ra. Theo quan điểm làm tăng độ bám dính của lớp phủ (cụ thể là, lớp hợp kim Zn-Al-Mg) và đảm bảo khả năng gia công, độ dày của lớp hợp kim Al-Fe tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn  $0,05\mu\text{m}$  và bằng hoặc nhỏ hơn  $5\mu\text{m}$ .

Tuy nhiên, khi lớp phủ có thành phần hóa học được quy định theo sáng chế được tạo ra bằng phương pháp phủ nhúng nóng thông thường, đây thường là trường hợp mà lớp hợp kim Al-Fe có độ dày bằng hoặc lớn hơn  $100\text{nm}$  tạo ra giữa thép nền và lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Giới hạn dưới của độ dày của lớp hợp kim Al-Fe là không bị giới hạn

cụ thể, và đã biết rằng hợp kim Al-Fe không tránh khỏi tạo ra ở thời điểm tạo ra lớp phủ nhúng nóng chứa Al. Ngoài ra, theo kinh nghiệm, đã cho rằng độ dày bằng khoảng 100nm là độ dày mà ở đó sự tạo thành lớp hợp kim Al-Fe được ngăn chặn nhiều nhất, và độ bám dính giữa lớp phủ và thép nền có thể được đảm bảo đủ. Do nồng độ Al là cao trừ khi các biện pháp đặc biệt được thực hiện, trong phương pháp phủ nhúng nóng, khó tạo ra lớp hợp kim Al-Fe mỏng hơn 100nm. Tuy nhiên, ngay cả khi độ dày của lớp hợp kim Al-Fe là nhỏ hơn 100nm, hoặc ngay cả khi lớp hợp kim Al-Fe không được tạo ra, đã cho rằng không có ảnh hưởng lớn đến tính năng phủ.

Mặt khác, nếu độ dày của lớp hợp kim Al-Fe là lớn hơn  $5\mu\text{m}$ , thành phần Al của lớp hợp kim Zn-Al-Mg mà được tạo ra trên lớp hợp kim Al-Fe là không đủ, và ngoài ra, có xu hướng độ bám dính và khả năng gia công của lớp phủ giảm đi nhiều. Do đó, việc giới hạn độ dày của lớp hợp kim Al-Fe ở mức bằng hoặc nhỏ hơn  $5\mu\text{m}$  là được ưu tiên.

Lưu ý rằng lớp hợp kim Al-Fe cũng có liên quan chặt chẽ với nồng độ Al và nồng độ Sn, và nói chung, với nồng độ Al và nồng độ Sn cao hơn, tốc độ phát triển có xu hướng tăng lên.

Do thường là trường hợp lớp hợp kim Al-Fe có pha  $\text{Al}_5\text{Fe}$  là cấu trúc chính của nó, thành phần chứa Fe: 25 đến 35%, Al: 65 đến 75%, Zn: bằng hoặc nhỏ hơn 5%, và phần còn lại: các tạp chất, có thể được đưa ra để làm một ví dụ của thành phần hóa học của lớp hợp kim Al-Fe.

Thông thường, độ dày của lớp hợp kim Zn-Al-Mg là dày hơn so với của lớp hợp kim Al-Fe. Do đó, sự đóng góp của lớp hợp kim Al-Fe dưới dạng vật liệu thép được phủ vào độ bền ăn mòn bề mặt phẳng là nhỏ so với lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Tuy nhiên, lớp hợp kim Al-Fe chứa Al và Zn, là các nguyên tố chịu mài mòn, ở các nồng độ nhất định hoặc lớn hơn, như được phỏng đoán từ các kết quả phân tích thành phần. Do đó, lớp hợp kim Al-Fe có khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh và tác dụng bảo vệ ăn mòn có mức độ nhất định đối với thép nền.

Ở đây, khó khẳng định, bằng cách xác định định lượng, sự đóng góp mà một mình lớp hợp kim Al-Fe mỏng tạo ra đối với độ bền ăn mòn. Tuy nhiên, ví dụ, trong trường hợp trong đó lớp hợp kim Al-Fe có độ dày đủ, có thể đánh giá độ bền ăn mòn của một mình lớp hợp kim Al-Fe bằng cách loại bỏ chính xác lớp hợp kim Zn-Al-Mg nằm trên lớp hợp kim Al-Fe ra khỏi bề mặt của lớp phủ bằng cách cắt bằng cách phay

đầu hoặc tương tự và thực hiện thử nghiệm ăn mòn. Do lớp hợp kim Al-Fe chứa thành phần Al và một lượng nhỏ thành phần Zn, khi có lớp hợp kim Al-Fe, gỉ màu đỏ xuất hiện ở dạng các chấm, nhưng toàn bộ bề mặt không trở thành gỉ đỏ như trong trường hợp trong đó không có lớp hợp kim Al-Fe và thép nền bong ra.

Ngoài ra, khi mặt cắt ngang của lớp phủ, đã đạt tới giai đoạn ngay trước khi tạo thành gỉ đỏ trên thép nền, được quan sát trong thử nghiệm ăn mòn, có thể khẳng định rằng, ngay cả khi lớp hợp kim Zn-Al-Mg là lớp bên trên hòa tan và tạo thành gỉ, được hòa tan và tạo gỉ, chỉ lớp hợp kim Al-Fe còn lại, và ngăn ngừa sự ăn mòn thép nền. Điều này là do lớp hợp kim Al-Fe về mặt điện hóa là quý hơn lớp Zn-Al-Mg nhưng quý kém hơn thép nền. Từ các thực tế này, có thể đánh giá rằng lớp hợp kim Al-Fe cũng có độ bền ăn mòn nhất định.

Theo quan điểm ăn mòn, lớp hợp kim Al-Fe càng dày, càng được ưu tiên, và có tác dụng làm chậm thời điểm tạo thành gỉ đỏ. Tuy nhiên, do lớp hợp kim Al-Fe dày là nguyên nhân làm giảm đáng kể khả năng gia công của lớp phủ, độ dày tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng độ dày nhất định. Theo quan điểm khả năng gia công, độ dày của lớp hợp kim Al-Fe tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn  $5\mu\text{m}$ . Nếu độ dày của lớp hợp kim Al-Fe là bằng hoặc nhỏ hơn  $5\mu\text{m}$ , theo thử nghiệm uốn hình chữ V và tương tự, các vết nứt xuất hiện với lớp hợp kim Al-Fe được phủ là các điểm bắt đầu của nó, và mức độ tạo bọt, được giảm đi. Độ dày của lớp hợp kim Al-Fe tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn  $2\mu\text{m}$ .

Thành phần hóa học của lớp phủ được mô tả tiếp theo.

Đối với thành phần của các thành phần của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được chứa trong lớp phủ, tỷ lệ thành phần của các thành phần trong bề phủ về cơ bản được duy trì ngay cả trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Trong phương pháp phủ nhúng nóng, phản ứng mà bằng cách đó lớp hợp kim Al-Fe được tạo ra được hoàn thành trong bề phủ, và do đó, sự giảm thành phần Al và thành phần Zn trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg do sự tạo ra lớp hợp kim Al-Fe thường là không đáng kể.

Ngoài ra, để đạt được độ bền ăn mòn bề mặt phẳng ổn định, thành phần hóa học của lớp phủ cần là như sau.

Cụ thể là, thành phần hóa học của lớp phủ là thành phần hóa học được tạo ra từ, theo % khối lượng:

Zn: lớn hơn 65,0%,

Al: lớn hơn 5,0% đến nhỏ hơn 25,0%,

Mg: lớn hơn 3,0% đến nhỏ hơn 12,5%,

Sn: 0 đến 0,20%,

Bi: 0% đến nhỏ hơn 5,0%,

In: 0% đến nhỏ hơn 2,0%,

Ca: 0% đến 3,0%,

Y: 0% đến 0,5%,

La: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Ce: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Si: 0% đến nhỏ hơn 2,5%,

Cr: 0% đến 0,25%,

Ti: 0% đến 0,25%,

Ni: 0% đến 0,25%,

Co: 0% đến 0,25%,

V: 0% đến 0,25%,

Nb: 0% đến 0,25%,

Cu: 0% đến 0,25%,

Mn: 0% đến 0,25%,

Fe: 0% đến 5,0%,

Sr: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Sb: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,



Pb: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

B: 0% đến nhỏ hơn 0,5%, và

các tạp chất.

Trong thành phần hóa học của lớp phủ, Bi, In, Ca, Y, La, Ce, Si, Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn, Fe, Sr, Sb, Pb và B là các thành phần tùy ý. Cụ thể là, các nguyên tố này không cần phải được chứa trong lớp phủ. Khi bất kỳ trong số các thành phần tùy ý này được chứa, hàm lượng của nguyên tố tùy ý này tốt hơn là nằm trong khoảng được mô tả sau đây.

Ở đây, thành phần hóa học của lớp phủ này là thành phần hóa học trung bình của toàn bộ lớp phủ (thành phần hóa học trung bình của lớp hợp kim Zn-Al-Mg trong trường hợp trong đó lớp phủ là cấu trúc một lớp gồm lớp hợp kim Zn-Al-Mg, và thành phần hóa học trung bình của tổng cộng của lớp hợp kim Al-Fe và lớp hợp kim Zn-Al-Mg trong trường hợp trong đó lớp phủ là cấu trúc nhiều lớp gồm lớp hợp kim Al-Fe và lớp hợp kim Zn-Al-Mg).

Thông thường, trong phương pháp phủ nhúng nóng, gần như luôn là trường hợp phản ứng tạo lớp phủ được hoàn thành trong bể phủ, và do đó, thành phần hóa học của lớp hợp kim Zn-Al-Mg gần như tương đương với thành phần hóa học của bể phủ. Ngoài ra, trong phương pháp phủ nhúng nóng, lớp hợp kim Al-Fe tạo ra ngay và phát triển ngay sau khi ngâm trong bể phủ. Ngoài ra, phản ứng tạo lớp hợp kim Al-Fe được hoàn thành trong bể phủ, và thường là trường hợp độ dày của nó cũng là đủ nhỏ so với lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

Do đó, trừ khi quá trình xử lý nhiệt đặc biệt như xử lý tạo hợp kim bằng cách nung nóng hoặc tương tự được thực hiện sau khi phủ, thành phần hóa học trung bình của toàn bộ lớp phủ gần như tương đương với thành phần hóa học của lớp hợp kim Zn-Al-Mg, và các thành phần của lớp hợp kim Al-Fe có thể được bỏ qua.

Các nguyên tố tương ứng của lớp phủ được mô tả sau đây.

Zn: lớn hơn 65,0%

Zn là nguyên tố cần thiết để thu được khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, ngoài độ bền ăn mòn bề mặt phẳng. Liên quan đến nồng độ Zn, khi được xem xét trong tỷ lệ

thành phần nguyên tử, Zn cũng phải là thành phần chính xét về tỷ lệ thành phần nguyên tử do lớp phủ cũng được tạo cấu trúc bởi các nguyên tố có tỷ trọng thấp như Al, Mg và tương tự.

Do đó, nồng độ Zn là lớn hơn 65,0%. Nồng độ Zn tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 70%. Lưu ý rằng giới hạn trên của nồng độ Zn là nồng độ là phần còn lại mà khác với các tạp chất và các nguyên tố khác với Zn.

Al: lớn hơn 5,0% đến nhỏ hơn 25,0%

Al là nguyên tố cần thiết để tạo ra các tinh thể Al và đảm bảo cả độ bền ăn mòn mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Ngoài ra, Al cũng là nguyên tố cần thiết để cải thiện độ bám dính của lớp phủ và đảm bảo khả năng gia công. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ Al cần lớn hơn 5,0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 10,0%).

Mặt khác, khi nồng độ Al tăng lên, khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Al cần nhỏ hơn 25,0% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 23,0%).

Mg: lớn hơn 3,0% đến nhỏ hơn 12,5%

Mg là nguyên tố cần thiết để đảm bảo cả độ bền ăn mòn mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ Mg cần lớn hơn 3,0% (tốt hơn là lớn hơn 5,0%).

Mặt khác, khi nồng độ Mg tăng lên, khả năng gia công có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Mg cần nhỏ hơn 12,5% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 10,0%).

Sn: 0 đến 0,20%

Sn là nguyên tố tạo ra pha  $Mg_2Sn$  là cấu trúc tan trong nước, và tạo ra khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh cao. Tuy nhiên, nếu Sn được chứa quá nhiều, một lượng lớn pha  $Mg_2Sn$  là cấu trúc tan trong nước được tạo ra, và khả năng chống biến màu giảm đi. Tuy nhiên, theo quan điểm cải thiện khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, tốt hơn là lượng nhất định của Sn được chứa. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Sn cần bằng hoặc nhỏ hơn 0,20% (tốt hơn là nhỏ hơn 0,10%). Lưu ý rằng giới hạn trên của nồng độ Sn có

thể bằng hoặc nhỏ hơn 0,09%, bằng hoặc nhỏ hơn 0,08%, bằng hoặc nhỏ hơn 0,07%, bằng hoặc nhỏ hơn 0,06%, hoặc bằng hoặc nhỏ hơn 0,05%.

Mặt khác, theo quan điểm cải thiện khả năng chống biến màu, tốt hơn là Sn không được chứa. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ Sn cần bằng 0%. Tuy nhiên, theo quan điểm cải thiện khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, giới hạn dưới của nồng độ Sn có thể lớn hơn 0%, hoặc bằng hoặc lớn hơn 0,01%, 0,02%, hoặc bằng hoặc lớn hơn 0,03%.

Bi: 0% đến nhỏ hơn 5,0%

Bi là nguyên tố góp phần vào khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ Bi tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,1%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 3,0%).

Mặt khác, khi nồng độ Bi tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Bi cần nhỏ hơn 5,0% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 4,8%).

In: 0% đến nhỏ hơn 2,0%

In là nguyên tố góp phần vào khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ In tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,1%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 1,0%).

Mặt khác, khi nồng độ In tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ In cần nhỏ hơn 2,0% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 1,8%).

Ca: 0% đến 3,0%

Ca là nguyên tố có thể điều chỉnh lượng được hòa tan của Mg tới mức tối ưu để tạo độ bền ăn mòn mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ Ca tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,05%).

Mặt khác, khi nồng độ Ca tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng và khả năng gia công có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Ca cần bằng hoặc nhỏ hơn 3,0% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 1,0%).

Y: 0% đến 0,5%

Y là nguyên tố góp phần vào khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của nồng độ Y tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,1%).

Mặt khác, khi nồng độ Y tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Y cần bằng hoặc nhỏ hơn 0,5% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,3%).

La và Ce: 0% đến nhỏ hơn 0,5%

La và Ce là các nguyên tố góp phần vào khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của mỗi trong số nồng độ La và nồng độ Ce tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,1%).

Mặt khác, khi nồng độ La và nồng độ Ce tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của mỗi trong số nồng độ La và nồng độ Ce cần nhỏ hơn 0,5% (tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,4%).

Si: 0% đến nhỏ hơn 2,5%

Si là nguyên tố ngăn chặn sự phát triển của lớp hợp kim Al-Fe và góp phần vào việc cải thiện độ bền ăn mòn. Do đó, nồng độ Si tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,05%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,1%). Cụ thể, trong trường hợp trong đó Sn không được chứa (tức là, trường hợp trong đó nồng độ Sn bằng 0%), theo quan điểm đảm bảo khả năng bảo vệ ăn mòn cao xước, nồng độ Si tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,1% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,2%).

Mặt khác, khi nồng độ Si tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng, khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, và khả năng gia công có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của nồng độ Si cần nhỏ hơn 2,5%. Cụ thể, theo quan điểm độ bền ăn mòn mặt phẳng và khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, nồng độ Si tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 2,4%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 1,8%, và thậm chí tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 1,2%.

Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu và Mn: 0% đến 0,25%

Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu và Mn là các nguyên tố góp phần vào khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của mỗi trong số các nồng độ Cr, Ti, Ni, Co,

V, Nb, Cu và Mn tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,05%, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,1%).

Mặt khác, khi các nồng độ Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu và Mn tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của mỗi trong số các nồng độ Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu và Mn cần bằng hoặc nhỏ hơn 0,25%. Giới hạn trên của các nồng độ Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu và Mn tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 0,22%.

Fe: 0% đến 5,0%

Trong trường hợp trong đó lớp phủ được tạo ra bằng phương pháp phủ nhúng nóng, các nồng độ nhất định của Fe được chứa trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg và lớp hợp kim Al-Fe.

Đã khẳng định được rằng không có các ảnh hưởng bất lợi nào đến tính năng ngay cả khi Fe được chứa trong lớp phủ (cụ thể là lớp hợp kim Zn-Al-Mg) cho tới nồng độ 5,0%. Trong phần lớn các trường hợp, phần lớn Fe được chứa trong lớp hợp kim Al-Fe, và do đó, nếu độ dày của lớp này là lớn, nói chung, nồng độ Fe là cao.

Sr, Sb, Pb và B: 0% đến nhỏ hơn 0,5%

Sr, Sb, Pb và B là các nguyên tố góp phần vào khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh. Do đó, giới hạn dưới của mỗi trong số các nồng độ Sr, Sb, Pb và B tốt hơn là lớn hơn 0% (tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,05%, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,1%).

Mặt khác, khi các nồng độ Sr, Sb, Pb và B tăng lên, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng có xu hướng giảm đi. Do đó, giới hạn trên của mỗi trong số các nồng độ Sr, Sb, Pb và B cần nhỏ hơn 0,5%.

Các tạp chất

Các tạp chất để chỉ các thành phần được chứa trong nguyên liệu, hoặc các thành phần được trộn vào trong quá trình sản xuất, và có nghĩa là các thành phần không được chứa có chủ ý. Ví dụ, có các trường hợp trong đó, do sự khuếch tán nguyên tử lẫn nhau giữa thép nền và bề phủ, các lượng vết của các thành phần khác với Fe trở thành được trộn lẫn trong lớp phủ dưới dạng các tạp chất.

Các thành phần hóa học của lớp phủ được xác định bằng phương pháp sau đây.

Trước hết, dung dịch axit, trong đó lớp phủ đã được bóc đi và được hòa tan bằng axit chứa chất ức chế để ức chế sự ăn mòn của thép nền, đã thu được. Tiếp theo, bằng cách xác định dung dịch axit thu được bằng phương pháp phân tích ICP, thành phần hóa học của lớp phủ (thành phần hóa học của lớp hợp kim Zn-Al-Mg trong trường hợp trong đó lớp phủ là cấu trúc một lớp gồm lớp hợp kim Zn-Al-Mg, và thành phần hóa học là tổng của lớp hợp kim Al-Fe và lớp hợp kim Zn-Al-Mg trong trường hợp trong đó lớp phủ là cấu trúc nhiều lớp gồm lớp hợp kim Al-Fe và lớp hợp kim Zn-Al-Mg) có thể thu được. Loại axit là không bị giới hạn cụ thể miễn là nó là axit có thể hòa tan lớp phủ. Lưu ý rằng thành phần hóa học được xác định dưới dạng thành phần hóa học trung bình. Lưu ý rằng, trong phân tích ICP, nồng độ Zn được xác định là “công thức: nồng độ Zn = 100% - nồng độ (%) của các nguyên tố khác”.

Ở đây, trong trường hợp trong đó vật liệu thép được phủ trước được sử dụng làm thép nền, các thành phần của lớp phủ trước cũng được phát hiện.

Ví dụ, trong trường hợp trong đó vật liệu thép được phủ trước Ni được sử dụng, không chỉ Ni trong lớp phủ, mà còn Ni trong lớp phủ trước Ni được phát hiện bằng cách phân tích ICP. Cụ thể là, ví dụ, khi vật liệu thép được phủ trước có lượng được phủ của Ni nằm trong khoảng từ 1 g/m<sup>2</sup> đến 3 g/m<sup>2</sup> được sử dụng làm thép nền, ngay cả khi nồng độ Ni được bao gồm trong lớp phủ bằng 0%, nồng độ Ni được phát hiện là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 15%. Mặt khác, trong trường hợp trong đó vật liệu thép được phủ trước Ni được sử dụng làm thép nền, ở thời điểm khi thép nền được ngâm trong bể phủ, các lượng vết của Ni trong lớp phủ trước Ni hòa tan trong bể phủ. Do đó, nồng độ Ni trong bể phủ là cao hơn 0,02 đến 0,03%, so sánh với nồng độ Ni trong bể phủ đã chuẩn bị. Do đó, trong trường hợp trong đó vật liệu thép được phủ trước Ni được sử dụng, nồng độ Ni trong lớp phủ là cao hơn ở mức tối đa là 0,03%.

Do đó, theo sáng chế, trong trường hợp trong đó vật liệu thép được phủ trước Ni được sử dụng, khi nồng độ Ni là lớn hơn 0,28 (0,25% (giới hạn trên của nồng độ Ni trong lớp phủ) + 0,03%)% và bằng hoặc nhỏ hơn 15% được phát hiện bằng cách phân tích ICP, nồng độ Ni trong lớp phủ được cho là bằng 0%. Nồng độ Zn ở thời điểm này được xác định bằng “công thức: nồng độ Zn = 100% - nồng độ (%) của các nguyên tố khác khác với Ni”.

Mặt khác, trong trường hợp trong đó vật liệu thép được phủ trước Ni được sử dụng, khi nồng độ Ni là lớn hơn 15% được phát hiện bằng cách phân tích ICP, đã cho rằng Ni được chứa trong lớp phủ vượt quá 0,25% (giới hạn trên của nồng độ Ni trong lớp phủ). Lưu ý rằng, theo sáng chế, các thành phần trong lớp phủ được xác định bằng cách chỉ sử dụng phương pháp phân tích ICP, nhưng nồng độ Ni trong lớp phủ có thể được phân tích bằng cách sử dụng phương pháp đo phổ phát xạ quang học phóng điện phát sáng (GDS định lượng) cùng với phương pháp phân tích ICP.

Cấu trúc kim loại của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được mô tả tiếp theo.

Trong cấu trúc kim loại của lớp hợp kim Zn-Al-Mg, các tinh thể Al có mặt, và giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là nằm trong khoảng từ 88 đến 195 mm/mm<sup>2</sup>.

Nếu giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là nhỏ hơn 88 mm/mm<sup>2</sup>, các tinh thể Al trở nên quá thô và khả năng gia công giảm đi.

Mặt khác, nếu giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là lớn hơn 195 mm/mm<sup>2</sup>, các tinh thể Al là cực kỳ mịn, và diện tích bề mặt tiếp xúc giữa các tinh thể Al và các pha ở phần biên của các tinh thể Al tăng lên. Kết quả là, diện tích bề mặt tiếp xúc giữa các tinh thể Al và các pha ở phần biên của các tinh thể Al càng lớn, sự ăn mòn phần biên của các tinh thể Al càng dễ xảy ra, và do đó, độ bền ăn mòn bề mặt phẳng giảm đi, và mức độ phân tán của độ bền ăn mòn bề mặt phẳng cũng trở nên lớn.

Do đó, giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al cần nằm trong khoảng từ 88 đến 195 mm/mm<sup>2</sup>. Giới hạn dưới của giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 95 mm/mm<sup>2</sup>, và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 105 mm/mm<sup>2</sup>. Giới hạn trên của giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 185 mm/mm<sup>2</sup>, và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 170 mm/mm<sup>2</sup>.

Cấu trúc kim loại của lớp hợp kim Zn-Al-Mg có các tinh thể Al. Cấu trúc kim loại của lớp hợp kim Zn-Al-Mg có thể có pha Zn-Al, ngoài các tinh thể Al.

Các tinh thể Al tương ứng với “pha  $\alpha$  trong đó Zn được hòa tan ở nồng độ nằm trong khoảng từ 0 đến 3%”. Mặt khác, pha Zn-Al tương ứng với “pha  $\beta$  trong đó pha Zn

(pha  $\eta$ ) được bao gồm với lượng trên 70% đến 85%, và pha  $\alpha$  và pha Zn (pha  $\eta$ ) được tách ra ở dạng mịn”.

Ở đây, một ví dụ của ảnh điện tử tán xạ ngược SEM của lớp hợp kim Zn-Al-Mg ở bề mặt được đánh bóng thu được bằng cách đánh bóng bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg đến 1/2 độ dày của lớp này, được thể hiện trên Fig.1 đến Fig.3. Fig.1 là ảnh điện tử tán xạ ngược SEM ở độ phóng đại 100 lần, Fig.2 ở độ phóng đại 500 lần, và Fig.3 ở độ phóng đại 10000X.

Lưu ý rằng, trên Fig.1 đến Fig.3, Al để chỉ các tinh thể Al, Zn-Al để chỉ pha Zn-Al,  $MgZn_2$  để chỉ pha  $MgZn_2$ , và Zn-Eu để chỉ pha eutectic trên cơ sở Zn.

Trong các ảnh điện tử tán xạ ngược của lớp hợp kim Zn-Al-Mg, mặc dù các tỷ lệ diện tích của các cấu trúc tương ứng là không bị giới hạn cụ thể, theo quan điểm cải thiện độ bền ăn mòn bề mặt phẳng ổn định, tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al tốt hơn là nằm trong khoảng từ 8 đến 45%, và tốt hơn nữa là 15 đến 35%. Cụ thể là, tốt hơn nếu các tinh thể Al có mặt trong các khoảng tỷ lệ diện tích nêu trên.

Các ví dụ của các cấu trúc còn lại khác với các tinh thể Al và pha Zn-Al là pha  $MgZn_2$ , pha eutectic trên cơ sở Zn (cụ thể là, Zn-Al- $MgZn_2$ - $Mg_2Sn$ , hoặc tương tự) và tương tự.

Ở đây, các phương pháp xác định giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al, và tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al, được mô tả.

Giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al, và tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al, được xác định bằng cách sử dụng ảnh điện tử tán xạ ngược của lớp hợp kim Zn-Al-Mg thu được bằng cách quan sát bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg sau khi đánh bóng đến 1/2 độ dày của lớp này, bằng kính hiển vi điện tử quét ở độ phóng đại 100 lần. Cụ thể là, các phương pháp này là như sau.

Trước hết, mẫu được lấy từ vật liệu thép được phủ là đối tượng đo. Tuy nhiên, mẫu này được lấy từ chỗ không nằm trong vùng lân cận (trong phạm vi 2mm từ mặt đầu) của mặt đầu được dập của vật liệu thép được phủ và không có các khuyết tật của lớp phủ.



Tiếp theo, bề mặt của lớp phủ (cụ thể là, lớp hợp kim Zn-Al-Mg) của mẫu được đánh bóng theo hướng độ dày của lớp phủ (sau đây còn được gọi là hướng “trục Z”).

Trong quá trình đánh bóng bề mặt của lớp phủ theo hướng trục Z, bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được đánh bóng đến 1/2 độ dày của lớp này. Trong quá trình đánh bóng này, bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được đánh bóng khô bằng tấm mài #1200, và sau đó, quá trình đánh bóng hoàn thiện được thực hiện bằng cách sử dụng, theo thứ tự, chất lỏng hoàn thiện chứa nhôm oxit có đường kính hạt trung bình  $3\mu\text{m}$ , chất lỏng hoàn thiện chứa nhôm oxit có đường kính hạt trung bình  $1\mu\text{m}$ , và chất lỏng hoàn thiện chứa silic oxit dạng keo.

Lưu ý rằng cường độ Zn của bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được xác định bằng phân tích huỳnh quang tia X (X-ray fluorescence analysis, XRF) trước và sau khi đánh bóng. Khi cường độ Zn sau khi đánh bóng trở thành 1/2 cường độ Zn trước khi đánh bóng, độ dày lớp của lớp hợp kim Zn-Al-Mg được cho là bằng 1/2.

Tiếp theo, bề mặt được đánh bóng của lớp hợp kim Zn-Al-Mg của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) ở độ phóng đại 100 lần, và ảnh điện tử tán xạ ngược (sau đây còn được gọi là “ảnh điện tử tán xạ ngược SEM”) của lớp hợp kim Zn-Al-Mg đã thu được. Điều kiện quan sát SEM là điện áp gia tốc: 15 kV, dòng điện đầu dò: 10nA, và kích thước thị trường:  $1222,2\mu\text{m} \times 927,8\mu\text{m}$ .

Để xác định các pha tương ứng có mặt trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg, FE-SEM hoặc kính hiển vi điện tử truyền qua (transmission electron microscope, TEM) có lắp máy phân tích tia X phân tán năng lượng (energy dispersive X-ray, EDS) được sử dụng. Trong trường hợp trong đó TEM được sử dụng, bề mặt được đánh bóng của lớp hợp kim Zn-Al-Mg của mẫu của chính đối tượng đo này được xử lý bằng chùm ion tập trung (focused ion beam, FIB). Sau khi xử lý bằng FIB, ảnh nhiễu xạ điện tử TEM của bề mặt được đánh bóng của lớp hợp kim Zn-Al-Mg đã thu được. Sau đó, các kim loại chứa trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg được xác định.

Tiếp theo, ảnh điện tử tán xạ ngược SEM được so sánh với các kết quả xác định của ảnh nhiễu xạ điện tử FE-SEM hoặc TEM, và mỗi pha có mặt trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg trong ảnh điện tử tán xạ ngược SEM được xác định. Lưu ý rằng, khi xác định mỗi pha có mặt trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg, tốt hơn là phân tích điểm EDS được thực

hiện, và các kết quả của phân tích điểm EDS và các kết quả xác định của ảnh nhiễu xạ điện tử TEM được so sánh. Lưu ý rằng thiết bị EPMA có thể được sử dụng để xác định các pha tương ứng.

Tiếp theo, trong ảnh điện tử tán xạ ngược SEM, ba giá trị là độ đậm nhạt của thang độ xám, sắc màu và độ tương phản được thể hiện bởi mỗi pha trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg được xác định. Do ba giá trị là độ đậm nhạt, sắc màu và độ tương phản được thể hiện bởi mỗi pha này phản ánh nguyên tử số của nguyên tố được bao gồm trong mỗi pha, thông thường, có xu hướng là các pha chứa hàm lượng cao hơn của Al hoặc Mg mà có nguyên tử số nhỏ có màu đen, và các pha chứa hàm lượng cao hơn của Zn có màu trắng.

Từ các kết quả so sánh EDS được mô tả ở trên, quá trình xử lý ảnh (xử lý nhị phân), sao cho chỉ các khoảng của ba giá trị nêu trên được thể hiện bằng các tinh thể Al chứa trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg thay đổi màu sắc để phù hợp với ảnh điện tử tán xạ ngược SEM, được thực hiện (ví dụ, chỉ pha cụ thể được hiển thị dưới dạng ảnh màu trắng, và diện tích bề mặt (số điểm ảnh) hoặc tương tự của các pha tương ứng trong thị trường được tính, xem Fig.4). Bằng cách thực hiện quá trình xử lý ảnh này, tỷ lệ diện tích mà các tinh thể Al trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg chiếm trong ảnh điện tử tán xạ ngược SEM được xác định.

Lưu ý rằng Fig.4 là một ví dụ của ảnh thu được bằng cách xử lý ảnh (nhị phân hóa) đối với ảnh điện tử tán xạ ngược (ảnh điện tử tán xạ ngược SEM) của lớp hợp kim Zn-Al-Mg sao cho các tinh thể Al có thể được xác định. Trên Fig.4, Al để chỉ các tinh thể Al.

Ngoài ra, tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg là giá trị trung bình của các tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al được xác định bằng các quy trình được mô tả ở trên trong ba thị trường.

Lưu ý rằng, trong trường hợp trong đó khó phân biệt các tinh thể Al, phương pháp nhiễu xạ chùm điện tử bằng TEM, hoặc phân tích điểm EDS, được thực hiện.

Để làm ví dụ, đã mô tả phương pháp xác định các tinh thể Al trong ảnh điện tử tán xạ ngược SEM (ảnh trong thang độ xám được lưu trữ trong 8 bit, được hiển thị trong 256 màu) bằng cách sử dụng chức năng xử lý nhị phân hóa, dựa trên hai giá trị ngưỡng,

của WinROOF2015 (chương trình phần mềm phân tích ảnh) được sản xuất bởi Mitani Corporation. Lưu ý rằng, trong ảnh trong thang độ xám mà được lưu trữ trong 8 bit, khi cường độ ánh sáng bằng 0, màu đen được thể hiện, và, khi cường độ ánh sáng là giá trị lớn nhất 255, màu trắng được thể hiện. Trong trường hợp của ảnh điện tử tán xạ ngược SEM được mô tả ở trên, từ các kết quả xác định bằng FE-SEM hoặc TEM, rõ ràng là các tinh thể Al có thể được xác định với độ chính xác cao nếu các giá trị ngưỡng của cường độ ánh sáng được đặt bằng 10 và 95. Do đó, ảnh được xử lý sao cho màu sắc thay đổi trong khoảng cường độ ánh sáng từ 10 đến 95, và các tinh thể Al được xác định. Lưu ý rằng chương trình phần mềm phân tích ảnh khác với WinROOF 2015 có thể được sử dụng để xử lý nhệ phân hóa.

Tiếp theo, bằng cách sử dụng chức năng xác định đặc tính hình dạng tự động của WinROOF2015 (chương trình phần mềm phân tích ảnh) được sản xuất bởi Mitani Corporation, các chiều dài theo chu vi của các tinh thể Al được xác định bằng quá trình xử lý ảnh được mô tả ở trên được tính tổng, và chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al được xác định. Sau đó, chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al cho một diện tích bề mặt đơn vị ( $\text{mm}^2$ ) được tính bằng cách chia chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al cho diện tích bề mặt của thị trường.

Quy trình này được thực hiện trong ba thị trường, và trung bình cộng của các chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al cho một diện tích đơn vị ( $\text{mm}^2$ ) được xác định là “giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al”.

Ngoài ra, tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al cũng có thể được xác định bằng cách sử dụng chức năng xác định đặc tính hình dạng tự động của WinROOF2015 (chương trình phần mềm phân tích ảnh) được sản xuất bởi Mitani Corporation. Cụ thể là, trong ảnh điện tử tán xạ ngược được mô tả ở trên của lớp hợp kim Zn-Al-Mg, tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al được xác định bằng cách xử lý nhệ phân hóa (tỷ lệ diện tích so với với diện tích bề mặt của thị trường) được tính bằng cách sử dụng chức năng này. Quy trình này được thực hiện trong ba thị trường, và giá trị trung bình tính được được xác định là tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al.

Độ dày của lớp hợp kim Al-Fe được xác định như sau.

Độ dày được đo ở năm vị trí tùy ý của lớp hợp kim Al-Fe được xác định trong ảnh điện tử tán xạ ngược SEM (trong đó độ phóng đại là 5000 lần và kích thước thị

trường: chiều dài  $50\mu\text{m}$   $\times$  chiều rộng  $200\mu\text{m}$ , miễn là có thị trường trong đó lớp hợp kim Al-Fe là có thể nhìn thấy) có mặt cắt ngang (mặt cắt được cắt theo hướng độ dày của lớp phủ) của lớp phủ thu được bằng cách gắn mẫu trong nhựa và thực hiện đánh bóng. Trung bình cộng của năm vị trí này được xác định là độ dày của lớp hợp kim Al-Fe.

Một ví dụ về phương pháp sản xuất vật liệu thép được phủ theo sáng chế được mô tả tiếp theo.

Vật liệu thép được phủ theo sáng chế đã thu được bằng cách tạo ra lớp phủ có thành phần hóa học và cấu trúc kim loại được xác định trước được mô tả ở trên trên (các) bề mặt (tức là, trên một mặt hoặc cả hai mặt) của thép nền (tấm thép nền hoặc tương tự) bằng phương pháp phủ nhúng nóng.

Cụ thể là, quá trình phủ nhúng nóng được thực hiện trong các điều kiện sau đây để làm ví dụ.

Trước hết, nhiệt độ của bể phủ được điều chỉnh bằng hoặc lớn hơn điểm nóng chảy của bể phủ +  $20^{\circ}\text{C}$ , và, sau khi thép nền được kéo lên từ bể phủ, thép nền này được làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ của bể phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ, và ở tốc độ làm nguội trung bình là lớn hơn tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ -  $30^{\circ}\text{C}$ .

Tiếp theo, quá trình làm nguội được thực hiện trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ -  $30^{\circ}\text{C}$ , ở tốc độ làm nguội trung bình bằng hoặc nhỏ hơn  $12^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ .

Tiếp theo, quá trình làm nguội được thực hiện trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ -  $30^{\circ}\text{C}$  đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ -  $300^{\circ}\text{C}$ , ở tốc độ làm nguội trung bình cao hơn so với tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ -  $30^{\circ}\text{C}$ .

Cụ thể là, một ví dụ của phương pháp sản xuất vật liệu thép được phủ theo sáng chế là phương pháp trong đó quá trình xử lý phủ nhúng nóng được thực hiện đối với thép nền trong các điều kiện là nhiệt độ của bể phủ được điều chỉnh tới bằng hoặc lớn hơn điểm nóng chảy của bể phủ +  $20^{\circ}\text{C}$ , và, sau khi thép nền được kéo lên từ bể phủ, thép nền này được làm nguội theo ba giai đoạn trong đó  $A > B$ ,  $B \leq 12^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ , và  $C >$

B, trong đó A là tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ của bề phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ, B là tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C, và C là tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 300°C.

Các tinh thể Al được tạo ra bằng cách điều chỉnh nhiệt độ của bề phủ đến nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn điểm nóng chảy của bề phủ + 20°C, và kéo thép nền từ bề phủ lên.

Sau đó, bằng cách thực hiện quá trình làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn hoặc bằng 12°C/giây trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C, trong lớp hợp kim Zn-Al-Mg, cấu trúc kim loại được tạo ra trong đó các tinh thể Al có mặt, và giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al nằm trong khoảng được mô tả ở trên. Quá trình làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình này được thực hiện bằng cách, ví dụ, làm nguội bằng không khí trong đó không khí môi trường được thổi ra dưới dạng gió yếu.

Tuy nhiên, theo quan điểm ngăn ngừa lớp phủ khởi cuộn lên trực trên và tương tự, giới hạn dưới của tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C được điều chỉnh bằng hoặc lớn hơn 0,5°C/giây.

Lưu ý rằng nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ có thể được xác định bằng phương pháp sau đây. Nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ là nhiệt độ mà ở đó đỉnh nhiệt vi phân xuất hiện đầu tiên ở thời điểm khi mẫu được làm nguội ở tốc độ 10°C/phút sau khi được thu hồi từ bề phủ và nung nóng bằng DSC tới nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng điểm nóng chảy của bề phủ + 20°C.

Trong phương pháp sản xuất vật liệu thép được phủ theo sáng chế, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ ở thời điểm khi thép nền được kéo lên từ bề phủ (tức là nhiệt độ của bề phủ) đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ, là không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, tốt hơn là làm cho tốc độ làm nguội trung bình này nằm trong khoảng từ 0,5°C/giây đến 20°C/giây theo quan điểm ngăn ngừa lớp phủ khởi cuộn lên trực trên và tương tự, và ngăn chặn các khuyết tật về hình thức bên ngoài như các vết gợn sóng và tương tự.

Tuy nhiên, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ của bề phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ được điều chỉnh là tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C. Do đó, các vị trí tạo mầm tinh thể của các tinh thể Al có thể được tăng lên, và sự tạo hạt thô quá mức của các tinh thể Al có thể được ngăn chặn.

Ngoài ra, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 300°C cũng là không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là điều chỉnh tốc độ làm nguội trung bình này nằm trong khoảng từ 0,5°C/giây đến 20°C/giây theo quan điểm ngăn ngừa lớp phủ khởi cuộn lên trực trên, và tương tự.

Tuy nhiên, tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 300°C được điều chỉnh bằng tốc độ làm nguội trung bình mà lớn hơn tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C. Do đó, sự tạo hạt thô quá mức của các tinh thể Al có thể được ngăn chặn, và khả năng gia công có thể được đảm bảo.

Lưu ý rằng lớp hợp kim Al-Fe mà được tạo ra giữa thép nền và lớp hợp kim Zn-Al-Mg được tạo ra và phát triển nhanh chóng trong khoảng thời gian thậm chí là nhỏ hơn 1 giây, ngay sau khi ngâm trong bể phủ. Tốc độ phát triển này là cao hơn khi nhiệt độ của bể phủ là cao hơn, và trở thành còn cao hơn nữa khi thời gian ngâm trong bể phủ là dài hơn. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ của bể phủ là nhỏ hơn 500°C, sự phát triển gần như ngừng lại. Do đó, tốt hơn là giảm thời gian ngâm, hoặc chuyển ngay từ bước hóa rắn sang bước làm nguội.

Ngoài ra, ngay sau khi được hóa rắn, vật liệu thép được phủ này được nung nóng lại và lớp phủ được làm nóng chảy lại, các pha cấu trúc biến mất hoàn toàn và trở thành trạng thái pha lỏng. Do đó, ví dụ, ngay cả ở vật liệu thép được phủ đã được tôi ngay hoặc tương tự, việc kiểm soát cấu trúc được quy định theo sáng chế có thể được thực hiện trong quá trình nung nóng lại ngoài dây chuyền và thực hiện xử lý nhiệt thích hợp. Trong trường hợp này, tốt hơn là điều chỉnh nhiệt độ nung nóng lại của lớp phủ bằng

ngay trên điểm nóng chảy của bề phủ, và điều chỉnh khoảng nhiệt độ sao cho lớp hợp kim Al-Fe không phát triển quá nhiều.

Các quá trình xử lý sau mà có thể được áp dụng cho vật liệu thép được phủ theo sáng chế được mô tả sau đây.

Màng có thể được tạo ra trên lớp phủ ở vật liệu thép được phủ theo sáng chế. Một lớp hoặc hai hoặc nhiều lớp có thể được tạo ra ở màng này. Các ví dụ về loại màng được tạo ra trực tiếp trên lớp phủ bao gồm màng cromat, màng phosphat, và màng không chứa cromat. Quá trình xử lý cromat, xử lý phosphat, và xử lý không cromat để tạo thành các màng này có thể được thực hiện bằng các phương pháp đã biết.

Để làm quá trình xử lý cromat, đã có quá trình xử lý cromat kiểu điện phân trong đó màng cromat được tạo ra bằng cách điện phân, xử lý cromat kiểu phản ứng trong đó màng được tạo ra bằng cách sử dụng phản ứng với vật liệu, và sau đó, chất lỏng xử lý dư được rửa sạch, và xử lý cromat kiểu phủ trong đó chất lỏng xử lý được phủ lên vật cần phủ và được làm khô mà không rửa bằng nước, và màng được tạo ra. Quá trình bất kỳ trong số các quá trình xử lý này có thể được sử dụng.

Các ví dụ về quá trình xử lý cromat kiểu điện phân là các quá trình xử lý cromat kiểu điện phân sử dụng axit cromic, sol silic oxit, nhựa (nhựa acrylic, nhựa vinyl este, nhũ tương vinyl axetat/acrylic, latec styren butadien carboxyl hóa, nhựa epoxy được cải biến diisopropanolamin, hoặc tương tự), và silic oxit cứng.

Các ví dụ về quá trình xử lý phosphat bao gồm xử lý phosphat kẽm, xử lý phosphat kẽm canxi, và xử lý phosphat mangan.

Các quá trình xử lý không cromat là được đặc biệt ưu tiên do chúng không đặt gánh nặng đối với môi trường. Các quá trình xử lý không cromat bao gồm xử lý không cromat kiểu điện phân trong đó màng không chứa cromat được tạo ra bằng cách điện phân, xử lý không cromat kiểu phản ứng trong đó màng được tạo ra bằng cách sử dụng phản ứng với vật liệu, và sau đó, chất lỏng xử lý dư được rửa sạch, và xử lý không cromat kiểu phủ trong đó chất lỏng xử lý được phủ lên vật cần phủ và được làm khô mà không rửa bằng nước, và màng được tạo ra. Quá trình bất kỳ trong số các quá trình xử lý này có thể được sử dụng.

Ngoài ra, một lớp hoặc hai hoặc nhiều lớp màng nhựa hữu cơ có thể được tạo ra trên màng nằm trực tiếp trên lớp phủ. Loại nhựa hữu cơ là không bị giới hạn cụ thể, và các ví dụ của nó bao gồm các nhựa polyeste, các nhựa polyuretan, các nhựa epoxy, các nhựa acrylic và các nhựa polyolefin, cũng như các sản phẩm cải biến của các nhựa này, và tương tự. Ở đây, sản phẩm cải biến có nghĩa là nhựa trong đó nhóm chức phản ứng được bao gồm trong cấu trúc của nhựa được làm cho phản ứng với hợp chất khác (như monome hoặc chất liên kết ngang) mà có, trong cấu trúc của nó, nhóm chức mà có thể phản ứng với nhóm chức nêu trên.

Để làm nhựa hữu cơ này, một loại hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại nhựa hữu cơ (không được cải biến) có thể được sử dụng, hoặc một loại hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại nhựa hữu cơ, thu được bằng cách cải biến ít nhất một loại nhựa hữu cơ với sự có mặt của ít nhất một loại nhựa hữu cơ khác, có thể được sử dụng. Ngoài ra, màng nhựa hữu cơ có thể chứa chất tạo màu có màu tùy ý hoặc chất tạo màu ngăn ngừa gỉ. Dạng trên cơ sở nước được điều chế bằng cách hòa tan hoặc phân tán trong nước cũng có thể được sử dụng.

#### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Các ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả. Tuy nhiên, điều kiện trong các ví dụ này là một ví dụ về các điều kiện được sử dụng để khẳng định tính khả thi và các hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn ở một ví dụ điều kiện này. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác nhau miễn là mục đích của sáng chế có thể đạt được mà không đi chệch khỏi ý chính của sáng chế.

#### **Các ví dụ**

Để thu được các lớp phủ có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 đến bảng 2, lượng được xác định trước của thỏi kim loại nguyên chất được sử dụng, và, sau khi thỏi này được làm nóng chảy trong lò nóng chảy chân không, bể phủ được chuẩn bị trong không khí. Thiết bị phủ nhúng nóng theo mẻ được sử dụng để sản xuất tấm thép được phủ.

Để làm thép nền, thép cacbon cán nóng thông thường (nồng độ C < 0,1%) có độ dày lớp phủ 2,3mm được sử dụng, và quá trình tẩy dầu mỡ và tẩy gỉ được thực hiện ngay trước quá trình phủ.



Ngoài ra, trong một số ví dụ, vật liệu thép được phủ trước Ni, thu được bằng cách thực hiện phủ trước Ni trên tấm thép cacbon cán nóng thông thường có độ dày lớp phủ 2,3mm, được sử dụng để làm thép nền. Lượng được phủ của Ni cần nằm trong khoảng từ 1 g/m<sup>2</sup> đến 3 g/m<sup>2</sup>. Lưu ý rằng các ví dụ sử dụng vật liệu thép được phủ trước Ni để làm thép nền được ký hiệu là “pre-Ni” trong cột “thép nền” trong các bảng, và nồng độ của Ni trong bể phủ được nêu trong dấu ngoặc đơn trong cột nồng độ Ni.

Trong tất cả các trường hợp sản xuất mẫu, cho đến thời điểm ngâm trong bể phủ, các phương pháp xử lý khử tương đương được thực hiện đối với thép nền. Cụ thể là, nhiệt độ của thép nền được tăng từ nhiệt độ trong phòng đến 800°C bằng cách nung nóng bằng điện trong môi trường N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> (5%) (với điểm sương bằng hoặc nhỏ hơn -40°C và nồng độ oxy nhỏ hơn 25 ppm), và sau khi trạng thái này được duy trì trong 60 giây, khí N<sub>2</sub> được thổi lên thép nền, và thép nền này được làm nguội tới nhiệt độ của bể phủ + 10°C, và được ngâm ngay trong bể phủ.

Lưu ý rằng thời gian ngâm trong bể phủ của tất cả các tấm thép được phủ cũng được nêu là thời gian trong các bảng. Áp suất thổi khí N<sub>2</sub> được điều chỉnh, và các tấm thép được phủ được tạo ra sao cho độ dày lớp phủ là 30μm (± 1μm).

Nhiệt độ tiêu chuẩn của bể phủ được điều chỉnh tới điểm sôi + 20°C, và nhiệt độ được tăng lên trong một số trường hợp, và quá trình phủ được thực hiện. Thời gian ngâm trong bể phủ cần bằng 2 giây. Sau khi thép nền được kéo lên từ bể phủ, lớp phủ đã thu được bằng các quá trình làm nguội trong đó tốc độ làm nguội trung bình của các giai đoạn thứ nhất đến thứ ba được nêu trong bảng 1 đến bảng 2 sau đây cần là các điều kiện được nêu trong bảng 1 đến bảng 2.

- tốc độ làm nguội trung bình trong giai đoạn thứ nhất: tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ của bể phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ
- tốc độ làm nguội trung bình trong giai đoạn thứ hai: tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C
- tốc độ làm nguội trung bình trong giai đoạn thứ ba: tốc độ làm nguội trung bình trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 30°C đến nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp phủ - 300°C

### Các phương pháp xác định khác nhau

Các mẫu được cắt ra từ các tấm thép được phủ thu được. Sau đó, các mục sau đây được xác định theo các phương pháp được mô tả ở trên.

- giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al (được nêu là “chiều dài theo chu vi của các tinh thể Al ” trong các bảng)
- tỷ lệ diện tích của các tinh thể Al
- độ dày của lớp hợp kim Al-Fe (tuy nhiên, trong các ví dụ trong đó tấm thép được phủ trước Ni được sử dụng để làm thép nền, độ dày này biểu diễn độ dày của lớp hợp kim Al-Ni-Fe)

### Độ bền ăn mòn mặt phẳng

Để so sánh các độ bền ăn mòn bề mặt phẳng, các mẫu tạo ra này được thử nghiệm ăn mòn gia tốc (JASO M609-91) trong 120 chu kỳ, và được ngâm trong dung dịch nước axit cromic 30% ở nhiệt độ trong phòng để loại bỏ gỉ màu trắng, và độ bền ăn mòn bề mặt phẳng được đánh giá từ mức độ giảm trọng lượng do ăn mòn. Thử nghiệm này được thực hiện năm lần. Các trường hợp trong đó mức độ giảm trọng lượng do ăn mòn trung bình là bằng hoặc nhỏ hơn 80 g/m<sup>2</sup>, và giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của mức độ giảm trọng lượng do ăn mòn trong n = 5 là trong khoảng  $\pm 100\%$  của giá trị trung bình này, được đánh giá là “A+”. Các trường hợp trong đó mức độ giảm trọng lượng do ăn mòn trung bình là bằng hoặc nhỏ hơn 100 g/m<sup>2</sup>, và giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của mức độ giảm trọng lượng do ăn mòn trong n = 5 là trong khoảng  $\pm 100\%$  của giá trị trung bình, được đánh giá là “A”. Các trường hợp khác được đánh giá là “NG”.

### Khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh (độ bền ăn mòn của mặt đầu được cắt)

Để so sánh khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh (độ bền ăn mòn của mặt đầu được cắt), các mẫu được cắt thành kích thước 50mm × 100mm, các mặt đầu trên và dưới được bịt kín, các mẫu được thử nghiệm ăn mòn gia tốc (JASO M609-91) trong 120 chu kỳ, và giá trị trung bình của tỷ lệ diện tích bề mặt tạo thành gỉ đỏ của các phần lộ ra của các mặt đầu các phần bề mặt bên được đánh giá. Các trường hợp trong đó tỷ lệ diện tích bề mặt tạo thành gỉ đỏ là bằng hoặc nhỏ hơn 50% được đánh giá là “A+”, các trường

hợp trong đó tỷ lệ này là bằng hoặc nhỏ hơn 70% được đánh giá là “A”, và các trường hợp trong đó tỷ lệ này là lớn hơn 70% được đánh giá là “NG”.

#### Khả năng gia công

Để đánh giá khả năng gia công của lớp phủ, tấm thép được phủ được uốn hình chữ V 90°, băng dính xenlophan có chiều rộng 24mm được ép lên vùng lõm của tấm thép uốn hình chữ V này và được bóc ra, và sự tạo bột được đánh giá bằng mắt. Các trường hợp trong đó bột bị bong ra của vùng tạo bột không bám vào băng dính được đánh giá là “A”, các trường hợp trong đó có một lượng không đáng kể bám vào được đánh giá là “A-“, và các trường hợp trong đó có sự bám vào được đánh giá là “NG”.

#### Khả năng chống biến màu

Để đánh giá khả năng chống biến màu, các mẫu được cắt thành kích thước 50mm × 100mm, và cấu trúc trong đó toàn bộ mẫu được bố trí theo lớp với hướng của các bavia ở các mặt đầu là thẳng hàng, được bọc trong giấy không thấm nước. Các lớp phủ thép được đặt trên mặt trên và mặt dưới của các mẫu được bọc này, và bốn góc của các lớp phủ thép được cố định bằng đai ốc và bu lông. Ở thời điểm xiết chặt đai ốc, tải trọng 12N · m được tác dụng bằng cờ lê mômen xoắn. Sau đó, mẫu được cho vào bình có nhiệt độ không đổi, độ ẩm không đổi (KCL-2000 được sản xuất bởi EYELA) ở 50°C và độ ẩm tương đối bằng 80%, và sự khác biệt màu sắc sau sáu ngày được đánh giá. Đối với sự khác biệt màu sắc, giá trị L, giá trị a\* và giá trị b\* của mẫu được xác định trước và sau khi thử nghiệm bằng máy so màu (CR-400 được sản xuất bởi Konica Minolta Optics), và sự khác biệt màu sắc  $\Delta E$  được nghiên cứu.

Các trường hợp trong đó  $\Delta E$  bằng hoặc nhỏ hơn 3 được đánh giá là “A+”, các trường hợp trong đó  $\Delta E$  là lớn hơn 3 đến bằng hoặc nhỏ hơn 5 được đánh giá là “A”, và các trường hợp trong đó  $\Delta E$  lớn hơn 5 được đánh giá là “NG”.

#### Đánh giá chung

Các ví dụ trong đó các kết quả đánh giá tương ứng của việc đánh giá độ bền ăn mòn bề mặt phẳng, khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh, đánh giá khả năng gia công, và khả năng chống biến màu đều là “A”, “A+” hoặc “A-“ được đánh giá là “A”, và các ví dụ trong đó thậm chí một trong số các kết quả này là “NG” được đánh giá là “NG”.

Các ví dụ này được nêu trong bảng 1 đến bảng 2

Bảng 1-1

| Số | Mục   | Thép nền | Điểm nóng chảy của bề mặt | Nhiệt độ bề mặt | Thời gian ngâm | Nhiệt độ bắt đầu hóa rắn lớp mạ | Tốc độ làm nguội trung bình giai đoạn thứ nhất | Tốc độ làm nguội trung bình giai đoạn thứ hai | Tốc độ làm nguội trung bình giai đoạn thứ ba |
|----|-------|----------|---------------------------|-----------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|    |       | —        | (°C)                      | (°C)            | (giây)         | (°C)                            | (°C/giây)                                      | (°C/giây)                                     | (°C/giây)                                    |
| 1  | Ví dụ | —        | 380                       | 400             | 2              | 360                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 2  | Ví dụ | —        | 470                       | 490             | 2              | 450                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 3  | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 4  | Ví dụ | —        | 465                       | 485             | 2              | 445                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 5  | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 6  | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 7  | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 8  | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 9  | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 10 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 11 | Ví dụ | —        | 470                       | 490             | 2              | 450                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 12 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 13 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 14 | Ví dụ | —        | 450                       | 470             | 2              | 430                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 15 | Ví dụ | —        | 440                       | 460             | 2              | 420                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 16 | Ví dụ | —        | 390                       | 410             | 2              | 370                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 17 | Ví dụ | —        | 365                       | 385             | 2              | 345                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 18 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 19 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 20 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 21 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 22 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 23 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 24 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 25 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 26 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 27 | Ví dụ | —        | 470                       | 490             | 2              | 450                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 28 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 29 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 30 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 31 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 32 | Ví dụ | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                             | 15                                             | 6                                             | 15                                           |

|    |       |       |     |     |   |     |    |   |    |
|----|-------|-------|-----|-----|---|-----|----|---|----|
| 33 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 34 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 35 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 36 | Ví dụ | —     | 460 | 550 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 37 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 38 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 39 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 40 | Ví dụ | —     | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 41 | Ví dụ | preNi | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 42 | Ví dụ | preNi | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 43 | Ví dụ | preNi | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |
| 44 | Ví dụ | preNi | 460 | 480 | 2 | 440 | 15 | 6 | 15 |

Bảng 1-2

| Số | Mục   | Thành phần của lớp mạ (% khối lượng) |      |     |      |     |     |     |   |    |    |     |    |    |    |    |   |    |    |    |      |    |    |    |   |
|----|-------|--------------------------------------|------|-----|------|-----|-----|-----|---|----|----|-----|----|----|----|----|---|----|----|----|------|----|----|----|---|
|    |       | Zn                                   | Al   | Mg  | Sn   | Bi  | In  | Ca  | Y | La | Ce | Si  | Cr | Ti | Ni | Co | V | Nb | Cu | Mn | Fe   | Sr | Sb | Pb | B |
| 1  | Ví dụ | 88,32                                | 5,5  | 6   | 0,08 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 2  | Ví dụ | 69,32                                | 24,5 | 6   | 0,08 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 3  | Ví dụ | 78,32                                | 18   | 3,5 | 0,08 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 4  | Ví dụ | 69,82                                | 18   | 12  | 0,08 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 5  | Ví dụ | 75,8                                 | 18   | 6   | 0,10 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 6  | Ví dụ | 75,5                                 | 18   | 6   | 0,10 | 0   | 0   | 0,2 | 0 | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 7  | Ví dụ | 75,7                                 | 18   | 6   | 0,20 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 8  | Ví dụ | 75,5                                 | 18   | 6   | 0,20 | 0   | 0   | 0,1 | 0 | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 9  | Ví dụ | 75,5                                 | 18   | 6   | 0,20 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0,2 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 10 | Ví dụ | 75,4                                 | 18   | 6   | 0,00 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0,5 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 11 | Ví dụ | 74,87                                | 18   | 6   | 0,03 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 12 | Ví dụ | 74,04                                | 18   | 6   | 0,06 | 0   | 0   | 0,3 | 0 | 0  | 0  | 1,5 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 13 | Ví dụ | 75,81                                | 18   | 6   | 0,09 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 14 | Ví dụ | 75,79                                | 18   | 6   | 0,13 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 15 | Ví dụ | 75,75                                | 18   | 6   | 0,15 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,07 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 16 | Ví dụ | 75,73                                | 18   | 6   | 0,17 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 17 | Ví dụ | 85,74                                | 10   | 4   | 0,19 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0    | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 18 | Ví dụ | 71,32                                | 18   | 6   | 0,08 | 4,5 | 0   | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 19 | Ví dụ | 74,32                                | 18   | 6   | 0,08 | 0   | 1,5 | 0   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 20 | Ví dụ | 75,72                                | 18   | 6   | 0,08 | 0   | 0   | 0,1 | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 21 | Ví dụ | 75,32                                | 18   | 6   | 0,08 | 0   | 0   | 0,5 | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 22 | Ví dụ | 74,82                                | 18   | 6   | 0,08 | 0   | 0   | 1   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 23 | Ví dụ | 72,82                                | 18   | 6   | 0,08 | 0   | 0   | 3   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1  | 0  | 0  | 0  | 0 |

|    |       |       |    |   |      |   |   |   |   |     |     |     |   |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |     |     |   |
|----|-------|-------|----|---|------|---|---|---|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 24 | Ví dụ | 75,32 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 25 | Ví dụ | 75,42 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0,4 | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 26 | Ví dụ | 75,42 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0,4 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 27 | Ví dụ | 73,52 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 2,3 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 28 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,2 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 29 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,2 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 30 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0,2 | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 31 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0,2 | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 32 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0,2 | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 33 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,2 | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 34 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,2 | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 35 | Ví dụ | 75,62 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0,2 | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 36 | Ví dụ | 70,92 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 5   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 37 | Ví dụ | 75,42 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0,4 | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 38 | Ví dụ | 75,42 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0,4 | 0   | 0   | 0 |
| 39 | Ví dụ | 75,42 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0,4 | 0   | 0 |
| 40 | Ví dụ | 75,42 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0,4 | 0 |
| 41 | Ví dụ | 75,82 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 42 | Ví dụ | 75,82 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 43 | Ví dụ | 75,82 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| 44 | Ví dụ | 75,82 | 18 | 6 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 | 0   | 0,1 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |

Bảng 1-3

| Số | Mục   | Độ dày của lớp<br>hợp kim Al-Fe<br>( $\mu\text{m}$ ) | Chiều dài theo chu<br>vi của các tinh thể<br>Al<br>( $\text{mm}/\text{mm}^2$ ) | Tỷ lệ diện tích |     | Độ bền ăn<br>mòn bề mặt<br>phẳng | Khả năng bảo<br>vệ ăn mòn<br>kiểu hy sinh | Khả năng<br>gia công | Khả năng<br>chống<br>biến màu | Đánh giá<br>chung |
|----|-------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------|
|    |       |                                                      |                                                                                | Các tinh thể Al | (%) |                                  |                                           |                      |                               |                   |
| 1  | Ví dụ | 1                                                    | 93                                                                             |                 | 10  | A+                               | A+                                        | A-                   | A+                            | A                 |
| 2  | Ví dụ | 1                                                    | 194                                                                            |                 | 45  | A                                | A                                         | A                    | A+                            | A                 |
| 3  | Ví dụ | 1                                                    | 168                                                                            |                 | 26  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 4  | Ví dụ | 1                                                    | 163                                                                            |                 | 25  | A+                               | A                                         | A-                   | A+                            | A                 |
| 5  | Ví dụ | 1                                                    | 165                                                                            |                 | 25  | A+                               | A                                         | A                    | A                             | A                 |
| 6  | Ví dụ | 1                                                    | 162                                                                            |                 | 26  | A+                               | A                                         | A                    | A                             | A                 |
| 7  | Ví dụ | 1                                                    | 158                                                                            |                 | 24  | A+                               | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 8  | Ví dụ | 1                                                    | 157                                                                            |                 | 23  | A+                               | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 9  | Ví dụ | 1                                                    | 159                                                                            |                 | 26  | A+                               | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 10 | Ví dụ | 1                                                    | 163                                                                            |                 | 25  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 11 | Ví dụ | 1                                                    | 159                                                                            |                 | 26  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 12 | Ví dụ | 1                                                    | 160                                                                            |                 | 25  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 13 | Ví dụ | 1                                                    | 156                                                                            |                 | 24  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 14 | Ví dụ | 1                                                    | 162                                                                            |                 | 25  | A+                               | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 15 | Ví dụ | 1                                                    | 159                                                                            |                 | 23  | A+                               | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 16 | Ví dụ | 1                                                    | 165                                                                            |                 | 26  | A                                | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 17 | Ví dụ | 1                                                    | 110                                                                            |                 | 18  | A                                | A+                                        | A                    | A                             | A                 |
| 18 | Ví dụ | 1                                                    | 162                                                                            |                 | 23  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 19 | Ví dụ | 1                                                    | 163                                                                            |                 | 26  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 20 | Ví dụ | 1                                                    | 163                                                                            |                 | 24  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 21 | Ví dụ | 1                                                    | 165                                                                            |                 | 27  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 22 | Ví dụ | 1                                                    | 160                                                                            |                 | 23  | A+                               | A+                                        | A                    | A+                            | A                 |
| 23 | Ví dụ | 1                                                    | 155                                                                            |                 | 28  | A                                | A+                                        | A-                   | A+                            | A                 |



|    |       |   |     |    |    |    |    |    |   |
|----|-------|---|-----|----|----|----|----|----|---|
| 24 | Ví dụ | 1 | 158 | 24 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 25 | Ví dụ | 1 | 168 | 23 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 26 | Ví dụ | 1 | 170 | 26 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 27 | Ví dụ | 1 | 165 | 25 | A  | A+ | A- | A+ | A |
| 28 | Ví dụ | 1 | 168 | 29 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 29 | Ví dụ | 1 | 161 | 28 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 30 | Ví dụ | 1 | 162 | 25 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 31 | Ví dụ | 1 | 170 | 26 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 32 | Ví dụ | 1 | 159 | 27 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 33 | Ví dụ | 1 | 165 | 24 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 34 | Ví dụ | 1 | 163 | 29 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 35 | Ví dụ | 1 | 168 | 26 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 36 | Ví dụ | 5 | 164 | 28 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 37 | Ví dụ | 1 | 162 | 27 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 38 | Ví dụ | 1 | 169 | 25 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 39 | Ví dụ | 1 | 167 | 26 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 40 | Ví dụ | 1 | 162 | 25 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 41 | Ví dụ | 1 | 180 | 26 | A  | A+ | A  | A+ | A |
| 42 | Ví dụ | 1 | 160 | 23 | A  | A+ | A  | A+ | A |
| 43 | Ví dụ | 1 | 156 | 26 | A+ | A+ | A  | A+ | A |
| 44 | Ví dụ | 1 | 159 | 24 | A+ | A+ | A  | A+ | A |

Bảng 2-1

| Số | Mục           | Thép nền | Điểm nóng chảy của bề mặt | Nhiệt độ bề mặt | Thời gian ngâm | Nhiệt độ đầu hóa rắn lớp mạ | Tốc độ làm nguội trung bình giai đoạn thứ nhất | Tốc độ làm nguội trung bình giai đoạn thứ hai | Tốc độ làm nguội trung bình giai đoạn thứ ba |
|----|---------------|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| —  | —             | —        | (°C)                      | (°C)            | (giây)         | (°C)                        | (°C/giây)                                      | (°C/giây)                                     | (°C/giây)                                    |
| 45 | Ví dụ so sánh | —        | 480                       | 500             | 2              | 460                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 46 | Ví dụ so sánh | —        | 380                       | 400             | 2              | 360                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 47 | Ví dụ so sánh | —        | 470                       | 490             | 2              | 450                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 48 | Ví dụ so sánh | —        | 450                       | 470             | 2              | 430                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 49 | Ví dụ so sánh | —        | 470                       | 490             | 2              | 450                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 50 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 51 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 52 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 53 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 54 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 55 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 56 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 57 | Ví dụ so sánh | —        | 470                       | 490             | 2              | 450                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 58 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 59 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 60 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 61 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 62 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 63 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 64 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 65 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 66 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 570             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |
| 67 | Ví dụ so sánh | —        | 460                       | 480             | 2              | 440                         | 15                                             | 6                                             | 15                                           |

|    |               |   |     |     |   |     |          |            |          |
|----|---------------|---|-----|-----|---|-----|----------|------------|----------|
| 68 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | 15       | 6          | 15       |
| 69 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | 15       | 6          | 15       |
| 70 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | 15       | 6          | 15       |
| 71 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | 15       | <u>15</u>  | 15       |
| 72 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | 15       | <u>0,3</u> | 15       |
| 73 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | <u>6</u> | 6          | 15       |
| 74 | Ví dụ so sánh | — | 460 | 480 | 2 | 440 | <u>6</u> | 6          | <u>6</u> |

Bảng 2-2

| Số | Mục           | Thành phần của lớp mạ (% khối lượng) |            |           |             |          |          |            |            |            |    |            |    |    |    |    |   |    |    |    |     |    |    |    |   |
|----|---------------|--------------------------------------|------------|-----------|-------------|----------|----------|------------|------------|------------|----|------------|----|----|----|----|---|----|----|----|-----|----|----|----|---|
|    |               | Zn                                   | Al         | Mg        | Sn          | Bi       | In       | Ca         | Y          | La         | Ce | Si         | Cr | Ti | Ni | Co | V | Nb | Cu | Mn | Fe  | Sr | Sb | Pb | B |
| 45 | Ví dụ so sánh | <u>63,7</u>                          | 24         | 12        | 0,2         | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 46 | Ví dụ so sánh | 89,32                                | <u>4,5</u> | 6         | 0,08        | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 47 | Ví dụ so sánh | 67,82                                | <u>26</u>  | 6         | 0,08        | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 48 | Ví dụ so sánh | 78,82                                | 18         | <u>3</u>  | 0,08        | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 49 | Ví dụ so sánh | 68,82                                | 18         | <u>13</u> | 0,08        | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 50 | Ví dụ so sánh | 75,6                                 | 18         | 6         | <u>0,30</u> | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 51 | Ví dụ so sánh | 70,82                                | 18         | 6         | 0,08        | <u>5</u> | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 52 | Ví dụ so sánh | 73,82                                | 18         | 6         | 0,08        | 0        | <u>2</u> | 0          | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 53 | Ví dụ so sánh | 72,32                                | 18         | 6         | 0,08        | 0        | 0        | <u>3,5</u> | 0          | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 54 | Ví dụ so sánh | 75,22                                | 18         | 6         | 0,08        | 0        | 0        | 0          | <u>0,6</u> | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 55 | Ví dụ so sánh | 75,22                                | 18         | 6         | 0,08        | 0        | 0        | 0          | <u>0,6</u> | 0          | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 56 | Ví dụ so sánh | 75,22                                | 18         | 6         | 0,08        | 0        | 0        | 0          | 0          | <u>0,6</u> | 0  | 0          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |
| 57 | Ví dụ so sánh | 73,12                                | 18         | 6         | 0,08        | 0        | 0        | 0          | 0          | 0          | 0  | <u>2,7</u> | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0,1 | 0  | 0  | 0  | 0 |

[illegible]

Bảng 2-3

| Số | Mục           | Độ dày của lớp hợp kim Al-Fe | Chiều dài theo chu vi của các tinh thể Al | Tỷ lệ diện tích | Độ bền ăn mòn bề mặt phẳng | Khả năng bảo vệ ăn mòn kiểu hy sinh | Khả năng gia công | Khả năng chống biến màu | Đánh giá chung |
|----|---------------|------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|
|    |               |                              |                                           | Các tinh thể Al |                            |                                     |                   |                         |                |
|    |               | ( $\mu\text{m}$ )            | (mm/mm <sup>2</sup> )                     | (%)             |                            |                                     |                   |                         |                |
| 45 | Ví dụ so sánh | 1                            | 190                                       | 40              | A                          | NG                                  | A                 | A                       | NG             |
| 46 | Ví dụ so sánh | 1                            | 92                                        | 2               | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 47 | Ví dụ so sánh | 1                            | 191                                       | 48              | A                          | NG                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 48 | Ví dụ so sánh | 1                            | 172                                       | 26              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 49 | Ví dụ so sánh | 1                            | 175                                       | 23              | A+                         | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |
| 50 | Ví dụ so sánh | 1                            | 163                                       | 25              | A+                         | A+                                  | A                 | NG                      | NG             |
| 51 | Ví dụ so sánh | 1                            | 165                                       | 24              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 52 | Ví dụ so sánh | 1                            | 168                                       | 26              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 53 | Ví dụ so sánh | 1                            | 158                                       | 28              | NG                         | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |
| 54 | Ví dụ so sánh | 1                            | 163                                       | 29              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 55 | Ví dụ so sánh | 1                            | 155                                       | 26              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 56 | Ví dụ so sánh | 1                            | 165                                       | 24              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 57 | Ví dụ so sánh | 1                            | 161                                       | 28              | NG                         | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |
| 58 | Ví dụ so sánh | 1                            | 162                                       | 27              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 59 | Ví dụ so sánh | 1                            | 167                                       | 25              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 60 | Ví dụ so sánh | 1                            | 166                                       | 26              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 61 | Ví dụ so sánh | 1                            | 169                                       | 24              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 62 | Ví dụ so sánh | 1                            | 160                                       | 28              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 63 | Ví dụ so sánh | 1                            | 158                                       | 25              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 64 | Ví dụ so sánh | 1                            | 170                                       | 27              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 65 | Ví dụ so sánh | 1                            | 175                                       | 29              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 66 | Ví dụ so sánh | 8                            | 149                                       | 24              | A                          | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |
| 67 | Ví dụ so sánh | 1                            | 153                                       | 28              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 68 | Ví dụ so sánh | 1                            | 158                                       | 29              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 69 | Ví dụ so sánh | 1                            | 156                                       | 26              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 70 | Ví dụ so sánh | 1                            | 160                                       | 24              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 71 | Ví dụ so sánh | 1                            | <b>210</b>                                | 25              | NG                         | A+                                  | A                 | A+                      | NG             |
| 72 | Ví dụ so sánh | 2                            | <b>80</b>                                 | 25              | A+                         | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |
| 73 | Ví dụ so sánh | 2                            | <b>79</b>                                 | 24              | A+                         | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |
| 74 | Ví dụ so sánh | 2                            | <b>83</b>                                 | 24              | A+                         | A+                                  | NG                | A+                      | NG             |

Từ các kết quả nêu trên, có thể hiểu được rằng các ví dụ tương ứng với vật liệu thép được phủ theo sáng chế có độ bền ăn mòn bề mặt phẳng ổn định so với các ví dụ so sánh.

Cụ thể, có thể hiểu được rằng ví dụ so sánh (thử nghiệm số 50) trong đó nồng độ Sn là lớn hơn 0,2% có khả năng chống biến màu kém.

Ngoài ra, có thể hiểu được rằng, trong ví dụ so sánh (thử nghiệm số 71) trong đó, mặc dù thành phần hóa học của lớp phủ theo sáng chế được thỏa mãn, tốc độ làm nguội trung bình là 5°C/giây và không thay đổi, giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là quá lớn, và độ bền ăn mòn bề mặt phẳng ổn định đã không thu được.

Mặt khác, có thể hiểu được rằng, trong ví dụ so sánh (thử nghiệm số 72) trong đó tốc độ làm nguội trung bình của giai đoạn thứ hai là quá chậm, ví dụ so sánh (thử nghiệm số 73) trong đó tốc độ làm nguội trung bình chỉ được thay đổi trong giai đoạn thứ hai, và ví dụ so sánh (thử nghiệm số 74) trong đó tốc độ làm nguội trung bình là 6°C/giây và không thay đổi, giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là quá thấp, và khả năng gia công giảm đi.

Lưu ý rằng các nồng độ Ni của lớp phủ của các ví dụ (các thử nghiệm số 41 đến 44) mà sử dụng tấm thép được phủ trước Ni tương ứng với các ví dụ trong đó nồng độ Ni của lớp phủ được cho là bằng 0%, do nồng độ Ni được phát hiện bằng cách phân tích ICP là lớn hơn 0,28% và bằng hoặc nhỏ hơn 15%.

Các phương án được ưu tiên của sáng chế đã được mô tả chi tiết ở đây dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này. Rõ ràng là người có hiểu biết trong lĩnh vực công nghệ mà sáng chế thuộc về có thể nghĩ ra các ví dụ được thay đổi hoặc các ví dụ được cải biến trong phạm vi của các khái niệm kỹ thuật được mô tả trong yêu cầu bảo hộ, và cần hiểu rằng các điều này chắc chắn cũng thuộc phạm vi kỹ thuật của sáng chế.

Giải thích của các ký hiệu chỉ dẫn:

Al: các tinh thể Al

Zn-Al: pha Zn-Al

MgZn<sub>2</sub>: pha MgZn<sub>2</sub>

Zn-Eu: pha eutectic trên cơ sở Zn

Phần bộc lộ của đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2019-205998 được đưa vào sáng chế bằng cách viện dẫn toàn bộ.

Tất cả các công bố, đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế, và các tiêu chuẩn kỹ thuật nêu trong sáng chế được đưa vào sáng chế bằng cách viện dẫn ở mức độ giống như các công bố, đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế, và các tiêu chuẩn kỹ thuật riêng rẽ này được chỉ ra cụ thể và riêng rẽ là được đưa vào bằng cách viện dẫn.

**YÊU CẦU BẢO HỘ**

1. Vật liệu thép được phủ chứa thép nền, và lớp phủ chứa lớp hợp kim Zn-Al-Mg được bố trí trên bề mặt của thép nền,

trong đó lớp phủ có thành phần hóa học được tạo ra từ các thành phần sau đây, theo % khối lượng:

Zn: lớn hơn 65,0%,

Al: lớn hơn 5,0% đến nhỏ hơn 25,0%,

Mg: lớn hơn 3,0% đến nhỏ hơn 12,5%,

Sn: 0 đến 0,20%,

Bi: 0% đến nhỏ hơn 5,0%,

In: 0% đến nhỏ hơn 2,0%,

Ca: 0% đến 3,0%,

Y: 0% đến 0,5%,

La: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Ce: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Si: 0% đến nhỏ hơn 2,5%,

Cr: 0% đến 0,25%,

Ti: 0% đến 0,25%,

Ni: 0% đến 0,25%,

Co: 0% đến 0,25%,

V: 0% đến 0,25%,

Nb: 0% đến 0,25%,

Cu: 0% đến 0,25%,

Mn: 0% đến 0,25%,



Fe: 0% đến 5,0%,

Sr: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Sb: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

Pb: 0% đến nhỏ hơn 0,5%,

B: 0% đến nhỏ hơn 0,5%, và

các tạp chất, và

trong đó, trong ảnh điện tử tán xạ ngược của lớp hợp kim Zn-Al-Mg thu được ở thời điểm quan sát bề mặt của lớp hợp kim Zn-Al-Mg sau khi đánh bóng đến 1/2 độ dày của lớp, dưới kính hiển vi điện tử quét ở độ phóng đại 100 lần, các tinh thể Al có mặt, và giá trị trung bình của chiều dài theo chu vi tích lũy của các tinh thể Al là nằm trong khoảng từ 88 đến 195 mm/mm<sup>2</sup>.

2. Vật liệu thép được phủ theo điểm 1, trong đó hàm lượng của Sn nằm trong khoảng từ 0 đến nhỏ hơn 0,10%, theo % khối lượng.

3. Vật liệu thép được phủ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp phủ có lớp hợp kim Al-Fe có độ dày nằm trong khoảng từ 0,05 đến 5μm giữa thép nền và lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

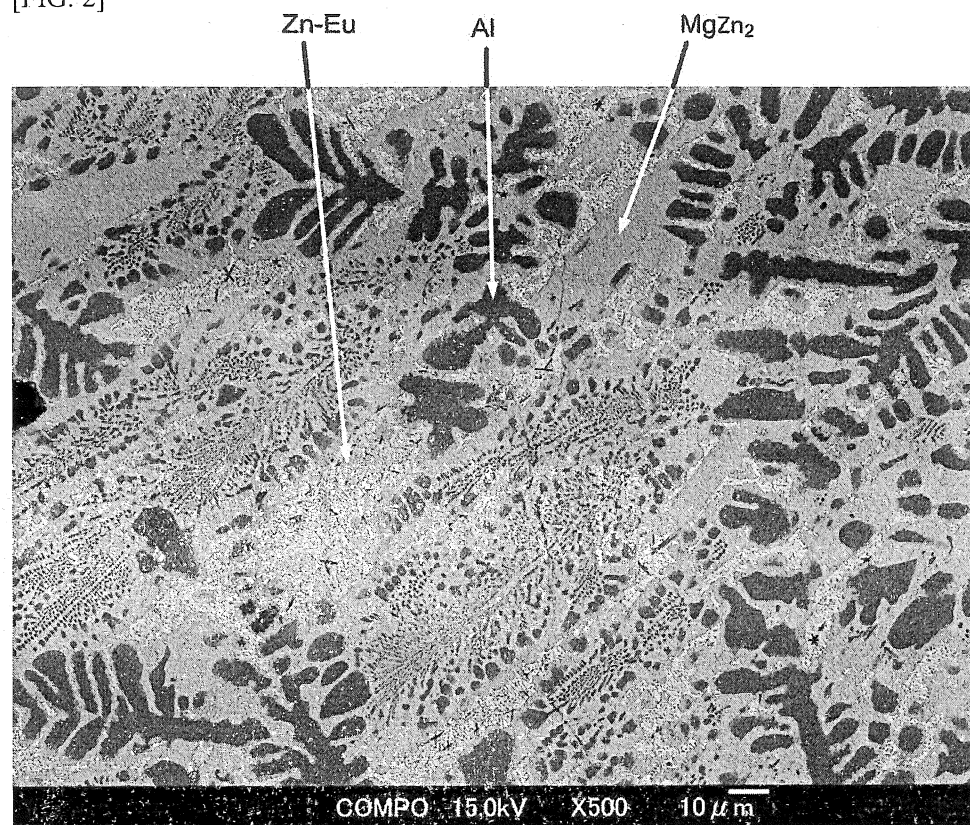
1/4

[FIG. 1]



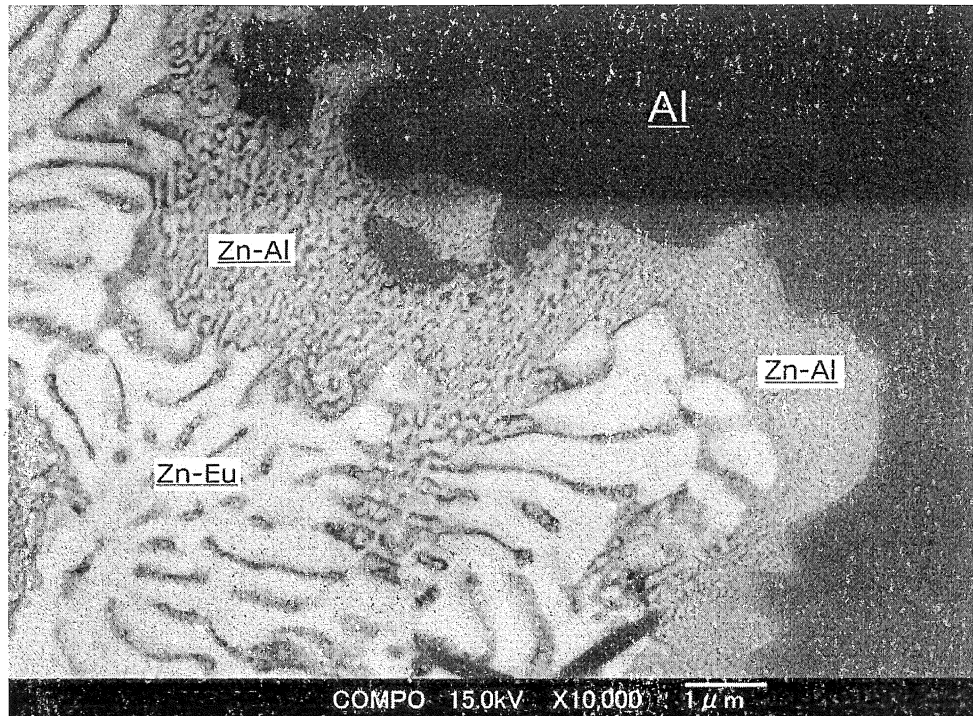
2/4

[FIG. 2]



3/4

[FIG. 3]



4/4

[FIG. 4]

