



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2022.01} C22C 18/00; C23C 2/06; C23C 2/26; (13) B
C22C 18/04



1-0050860

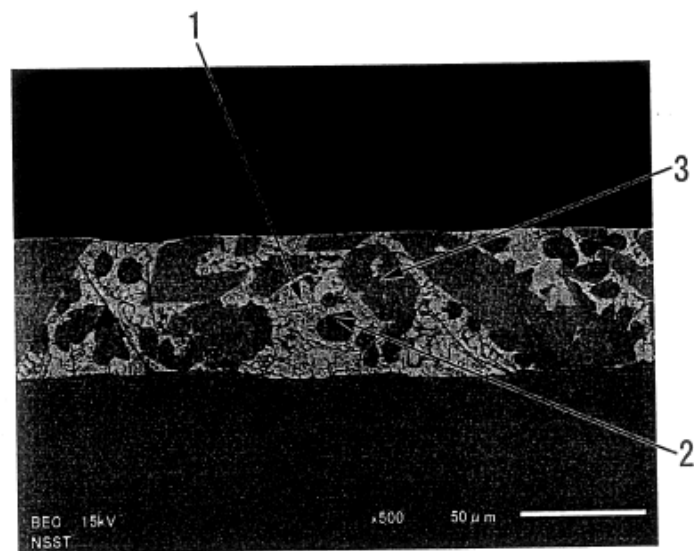
-
- (21) 1-2023-03079 (22) 18/11/2021
(86) PCT/JP2021/042376 18/11/2021 (87) WO 2022/107837 A1 27/05/2022
(30) 2020-191503 18/11/2020 JP
(45) 25/08/2025 449 (43) 25/08/2023 425A
(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan
(72) ISHII Kotaro (JP); TOKUDA Kohei (JP); ISHIDA Yoshinari (JP); GOTO Yasuto
(JP); SAITO Mamoru (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

(54) VẬT LIỆU THÉP MẠ

(21) 1-2023-03079

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu thép mạ là vật liệu thép mạ bao gồm vật liệu thép và một lớp mạ được bố trí trên bề mặt của vật liệu thép, trong đó lớp mạ có thành phần hóa học trung bình được xác định trước, khi hàm lượng Mg là %Mg và hàm lượng Al là %Al, $\%Mg/\%Al$ là 0,80 trở lên, và cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu m^2$ theo mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ bao gồm 10 đến 40% diện tích là pha $MgZn_2$, 10 đến 30% diện tích là pha Al-Zn có hàm lượng Zn 10% trở lên, 0 đến 15% diện tích là pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10%, và 25% diện tích trở lên là cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

[0001]

Sáng chế đề cập đến vật liệu thép mạ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

[0002]

Cấu trúc thép được sử dụng trong các lĩnh vực khác nhau vì chúng có thể đảm bảo độ bền với chi phí tương đối thấp. Cấu trúc thép được dựng bằng cách kết hợp các vật liệu khác nhau như thép lá, thanh và sợi thép bằng cách gia công, hàn hoặc tương tự. Để hàn vật liệu, các phương pháp hàn khác nhau ví dụ như hàn hồ quang, hàn điểm và hàn laser được áp dụng. Trong các phương pháp này, tập trung vào hàn điểm. Nguyên nhân là do hàn điểm có các đặc điểm không cần chất hòa tan, tốc độ hàn cao, lượng xỉ và khói nhỏ, tiết kiệm nhân công, không dễ bị ảnh hưởng bởi trình độ của người vận hành, có thể hàn chính xác để có ít hiệu ứng nhiệt xung quanh phần được hàn và có thể liên kết các loại vật liệu khác nhau. Tuy nhiên, khi thực hiện hàn điểm cần xem xét tính chất vật liệu hàn, giá trị dòng điện thích hợp cho từng vật liệu hàn và lựa chọn điện cực.

[0003]

Ngoài ra, do nhiều cấu trúc thép được yêu cầu phải có một mức độ chống ăn mòn nhất định nên nhiều cấu trúc thép được mạ. Có hai phương pháp để thu được cấu trúc thép mạ. Một là phương pháp nhúng cấu trúc thép trong bể mạ sau khi tấm thép hoặc tương tự được đúc và hàn để tạo thành cấu trúc thép. Sau đây, phương pháp này sẽ được gọi là phương pháp mạ nhúng để tiện cho việc giải thích. Phương pháp khác là cấu trúc thép được sản xuất bằng cách đúc và hàn một tấm thép mạ có bề mặt mà trên đó lớp mạ được hình thành trước. Sau đây, phương pháp này sẽ được gọi là phương pháp mạ trước để tiện cho việc giải thích. Trong phương pháp mạ nhúng trước đó, biến dạng do gia nhiệt có thể xảy ra sau khi đúc, hư hỏng bề ngoài có thể xuất hiện trong quá trình hóa rắn lớp mạ, và có thể cần phải có các cơ sở quy mô lớn và tăng chi phí để nhúng trực tiếp cấu trúc thép vào bể mạ. Do đó, trong nhiều trường hợp mà cấu trúc thép có thể được sản xuất tự động, phương pháp mạ trước thường được sử dụng.

[0004]

Trong phương pháp mạ trước, hàn điểm thường được sử dụng làm phương pháp hàn, nhưng lớp mạ của tấm thép mạ có thể gây khó khăn cho việc hàn điểm. Lý do thứ nhất cho điều này là lớp mạ mỏng hơn so với tấm thép cơ bản và dễ bị hòa tan trong quá trình hàn điểm, và đặc biệt, trong trường hợp tấm thép mạ có lớp mạ dày hơn $10\mu\text{m}$, cần thiết để đối phó với sự hòa tan của lớp mạ trong quá trình hàn và việc hàn điểm trở nên khó khăn. Lý do thứ hai cho điều này là khi lớp mạ trở nên dày, dẫn điện và dẫn nhiệt trở nên không ổn định, dòng điện trở nên không ổn định và có thể không đạt được đường kính nhân điểm hàn thích hợp. Nghĩa là, độ rộng của phạm vi dòng điện thích hợp bị giảm. Lý do thứ ba là khi điện cực hàn tiếp xúc với lớp mạ trong quá trình hàn, các kim loại như Zn, Al có trong lớp mạ có thể phản ứng với Cu là thành phần chính của điện cực hàn, gây mòn điện cực hàn. Vì những lý do này, hàn điểm của tấm thép mạ là khó khăn.

[0005]

Do đó, ví dụ, trong lĩnh vực ô tô, hàn điểm được sử dụng cho các tấm thép mạ có tính chất thay đổi tương đối nhỏ và độ dày tấm tương đối nhỏ như tấm thép tráng kẽm và tấm thép mạ kẽm, nhưng rất khó để đặt điều kiện hàn khi hàn điểm được thực hiện trên các vật liệu mạ khác. Do đó, ví dụ, hàn điểm các tấm thép mạ gốc hợp kim được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 và tài liệu sáng chế 2 chỉ được sử dụng cho các ứng dụng giới hạn.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

[0006]

Tài liệu sáng chế 1

Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số H10-226865

Tài liệu sáng chế 2

WO 2000/71773

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề được giải quyết bởi sáng chế

[0007]

Sáng chế này được thực hiện xét trên các tình huống trên và mục tiêu của sáng chế là đề xuất vật liệu thép mạ mà có đặc tính hiện điểm liên tục vượt trội trong quá trình hàn điểm, có thể mở rộng phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm, và có khả năng chống ăn mòn vượt trội xung quanh phần được hàn.

Cách thức giải quyết vấn đề

[0008]

Để giải quyết các vấn đề trên, sáng chế đề cập đến các cấu hình sau.

[1] Vật liệu thép mạ bao gồm một vật liệu thép và một lớp mạ được bố trí trên bề mặt của vật liệu thép,

trong đó lớp mạ có thành phần hóa học trung bình theo % khối lượng bao gồm:

Al: lớn hơn 4,0% và nhỏ hơn 15,0%,

Mg: lớn hơn 3,2% và nhỏ hơn 12,5%,

Sn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 3,00%,

Bi: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%,

In: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%,

Ca: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,00%,

Y: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

La: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Ce: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Sr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Si: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,50%,

B: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

P: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Cr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Ti: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Ni: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,0%,

Co: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

V: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Nb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Cu: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,40%,

Mn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Fe: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 5,00%,

Sb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%, và

Pb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%,

với phần còn lại lớn hơn 50,00% là Zn và tạp chất,

trong đó, theo % khối lượng, khi lượng Mg là %Mg và lượng Al là %Al, %Mg/%Al là lớn hơn hoặc bằng 0,80, và

trong đó cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu\text{m}^2$ trong mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ bao gồm 10 đến 40% diện tích là pha MgZn_2 , 10 đến 30% diện tích là pha Al-Zn có hàm lượng Zn lớn hơn hoặc bằng 10%, 0 đến 15% diện tích là pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10% và 25% diện tích trở lên là cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn.

[2] Vật liệu thép mạ theo mục [1],

Trong đó, trong thành phần hóa học trung bình của lớp mạ, hàm lượng của ít nhất một hoặc hai hoặc nhiều Ca, Y, La, Ce và Sr là 0,01% khối lượng trở lên.

[3] Vật liệu thép mạ theo mục [1] hoặc [2],

trong đó đường kính hình tròn tương đương trung bình của 80% hạt pha MgZn_2 trên cùng có đường kính hình tròn tương đương lớn nhất trong số các hạt pha MgZn_2 của cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu\text{m}^2$ trong mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ từ $30\mu\text{m}$ trở lên.

Hiệu quả của sáng chế

[0009]

Theo các khía cạnh trên của sáng chế, có thể cung cấp vật liệu thép mạ có đặc tính hiện điểm liên tục vượt trội trong quá trình hàn điểm, có thể mở rộng phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm và có khả năng chống ăn mòn vượt trội xung

quanh phần được hàn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

[0010]

Fig.1 thể hiện hình ảnh điện tử phản xạ SEM của cấu trúc mặt cắt dọc của lớp mạ thử nghiệm số 6 (ví dụ).

Fig.2 là hình ảnh phóng to của Fig.1.

Fig.3 thể hiện hình ảnh điện tử phản xạ SEM của cấu trúc mặt cắt dọc của lớp mạ thử nghiệm số 21 (ví dụ).

Mô tả chi tiết sáng chế

[0011]

Như đã mô tả ở trên, lớp mạ gốc Zn-Al-Mg là lớp mạ gốc hợp kim Zn và thường khó hàn. Mặt khác, lớp mạ gốc Zn-Al-Mg có khả năng chống ăn mòn cao hơn lớp mạ Zn thông thường. Do đó, vật liệu thép mạ mà có lớp mạ gốc Zn-Al-Mg sẽ là vật liệu thép mạ triển vọng với vai trò là vật liệu cấu trúc thép miễn là các tính chất hàn điểm của lớp mạ có thể được cải thiện.

[0012]

Các tác giả đã tiến hành các nghiên cứu sâu rộng để cải thiện khả năng hàn và khả năng chống ăn mòn của vật liệu thép mạ, và thấy rằng pha Al có kích thước hạt tinh thể trung bình từ 1 μ m trở lên (với nồng độ Zn nhỏ hơn 10%) hiện diện thành khối trong lớp mạ là yếu tố làm cho tính chất hàn điểm không ổn định. Khi một lượng lớn pha Al với nồng độ Zn nhỏ hơn 10% được tạo ra, phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn bị thu hẹp. Mặt khác, người ta thấy rằng, khi giảm lượng pha Al, phạm vi dòng điện thích hợp được mở rộng và lớp mạ trở nên dễ hàn hơn. Ngoài ra, người ta thấy rằng, khi các nguyên tố như Mg và Ca được kết hợp vào lớp mạ, giá trị dòng điện thích hợp trở nên rộng hơn. Bên cạnh đó, người ta thấy rằng, khi chứa một lượng Mg và Ca thích hợp, các nguyên tố này tạo thành lớp oxit gốc Ca-Mg hoặc lớp tương tự trên bề mặt điện cực Cu trong quá trình hàn điểm, lớp phủ oxit này ức chế phản ứng giữa điện cực Cu và Al trong lớp mạ, và tuổi thọ của điện cực được cải thiện.

[0013]

Ngoài ra, vật liệu thép mạ theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn đặc biệt vượt trội. Đó là bởi vì, khi kích thước hạt tinh thể trung bình của các hạt pha $MgZn_2$, mà chiếm một phần thể tích lớn trong lớp mạ, tăng lên, nó sẽ khó phản ứng với điện cực Cu trong quá trình hàn, điều này khiến lớp mạ khó tự hòa tan, thiệt hại xung quanh phần hàn của lớp mạ được giảm thiểu, lượng lớp mạ còn lại có thể tăng lên, và do đó khả năng chống ăn mòn của phần hàn được cải thiện. Do đó, cấu trúc thép được sản xuất bằng hàn điểm vật liệu thép mạ theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn vượt trội.

[0014]

Sau đây, vật liệu thép mạ theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Vật liệu thép mạ theo phương án này là vật liệu thép mạ bao gồm vật liệu thép và lớp mạ được bố trí trên bề mặt của vật liệu thép, và lớp mạ có thành phần hóa học trung bình bao gồm, theo % khối lượng, Al: lớn hơn 4,0% và nhỏ hơn 15,0%, Mg: lớn hơn 3,2% và nhỏ hơn 12,5%, Sn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 3,00%, Bi: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%, In: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%, Ca: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,00%, Y: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, La: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, Ce: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, Sr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, Si: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,50%, B: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, P: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, Cr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%, Ti: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%, Ni: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,0%, Co: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%, V: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%, Nb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%, Cu: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,40%, Mn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%, Fe: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 5,00%, Sb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%, Pb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%, và phần còn lại lớn hơn 50,00% là Zn và tạp chất. Ngoài ra, trong vật liệu thép mạ theo phương án này, khi lượng Mg là %Mg và lượng Al là %Al, $\%Mg/\%Al$ là 0,80 trở lên. Ở đây, vật liệu thép mạ theo phương án này là vật liệu thép mạ trong đó cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu m^2$ trong mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ bao gồm 10 đến 40% diện tích là pha $MgZn_2$, 10 đến 30% diện tích là pha Al-Zn có hàm lượng Zn lớn hơn hoặc bằng 10%, 0 đến 15% diện tích là pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10% và 25% diện tích trở lên là cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn.

Ngoài ra, trong vật liệu thép mạ theo phương án này, thành phần hóa học trung bình của lớp mạ tốt hơn là chứa 0,01% khối lượng trở lên của ít nhất một hoặc hai hoặc nhiều Ca, Y, La, Ce và Sr.

Ngoài ra, đường kính hình tròn tương đương trung bình của 80% hạt pha $MgZn_2$ trên cùng có đường kính hình tròn tương đương lớn nhất trong số các hạt pha $MgZn_2$ của cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu m^2$ trong mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ tốt hơn là từ $30\mu m$ trở lên.

[0015]

Trong mô tả sau đây, lượng “%” của mỗi nguyên tố trong thành phần hóa học có nghĩa là “% khối lượng.” Ngoài ra, khi phạm vi giá trị số được biểu thị bằng cách sử dụng “đến”, phạm vi bao gồm các giá trị số được trình bày trước và sau “đến” dưới dạng giá trị giới hạn dưới và giá trị giới hạn trên. Ở đây, phạm vi giá trị số khi “lớn hơn” hoặc “nhỏ hơn” được gắn với các giá trị số được trình bày trước và sau “đến” có nghĩa là phạm vi không bao gồm các giá trị số này dưới dạng giá trị giới hạn dưới hoặc giá trị giới hạn trên.

[0016]

“Chống ăn mòn” là đặc tính của bản thân lớp mạ có khả năng chống lại sự ăn mòn. Do lớp mạ gốc Zn có tác dụng chống ăn mòn thay thế đối với vật liệu thép, lớp mạ bị ăn mòn và biến thành gỉ trắng trước khi vật liệu thép bị ăn mòn, và sau khi lớp mạ biến thành gỉ trắng biến mất, vật liệu thép bị ăn mòn và gỉ đỏ xảy ra, đó là quá trình bị ăn mòn của tấm thép mạ.

[0017]

“Phạm vi dòng điện thích hợp” là một thuật ngữ hàn, và ví dụ, là sự khác biệt giữa giá trị dòng điện mà tại đó đường kính của mắt điểm hàn hình thành ở phần trung tâm của hai tấm thép nhiều lớp mà được hàn điểm là $4 \times \sqrt{t}$ và giá trị dòng điện cho đến khi bụi xuất hiện khi độ dày của nền tấm thép mạ là t mm. Khi phạm vi dòng điện thích hợp lớn hơn, vật liệu được đánh giá là dễ hàn hơn và khi phạm vi dòng điện thích hợp hẹp hơn, vật liệu được đánh giá là khó hàn hơn do không tạo thành các mắt điểm hàn có kích thước phù hợp. Điều này được xác định từ cái gọi là đường cong gờ mối hàn.

[0018]

Liên quan đến đặc tính hiện điểm liên tục trong hàn điểm, khi hàn mà trong đó giá trị trung bình của phạm vi dòng điện thích hợp là dòng điện hàn được thực hiện liên tục mà không cần thay thế điện cực, khi số lần không thể đạt được đường kính mắt điểm hàn định trước trong khi hàn trở nên lớn hơn, đặc tính hiện điểm liên tục trở nên tốt hơn. Vật liệu thép mạ có đặc tính hiện điểm liên tục vượt trội có lợi thế về chi phí sản xuất.

[0019]

Đầu tiên, vật liệu thép được mạ sẽ được mô tả.

Hình dạng của vật liệu thép không bị giới hạn cụ thể miễn là vật liệu thép có thể được sử dụng làm vật liệu của cấu trúc thép được đúc bằng cách hàn như ống thép, công trình dân dụng và vật liệu xây dựng (hàng rào, ống lượn sóng, nắp cống, tấm ngăn cát, bu lông, lưới thép, lan can bảo vệ, tường ngăn nước, v.v.), vật liệu đúc sẵn/tường nhà/lợp mái, các bộ phận thiết bị gia dụng (chẳng hạn như vỏ cho dàn nóng của máy điều hòa không khí), tấm bên ngoài ô tô và các bộ phận khác ngoài tấm thép (bộ phận treo, v.v.).

[0020]

Vật liệu của vật liệu thép không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, đối với vật liệu thép, các vật liệu thép khác nhau như thép thông thường, thép mạ sẵn Ni, thép khử Al, thép cacbon cực thấp, thép cacbon cao, thép cường độ cao khác nhau và một số loại thép hợp kim cao (chẳng hạn như thép có chứa các nguyên tố tăng cường như Ni và Cr) có thể được áp dụng. Ngoài ra, vật liệu thép không bị giới hạn cụ thể về các điều kiện như phương pháp sản xuất vật liệu thép và phương pháp sản xuất thép tấm (phương pháp cán nóng, phương pháp tẩy, phương pháp cán nguội, v.v.). Ngoài ra, đối với vật liệu thép, có thể sử dụng vật liệu thép mà trong đó màng kim loại hoặc màng hợp kim nhỏ hơn 1 μm như Zn, Ni, Sn hoặc hợp kim của chúng được tạo thành.

[0021]

Tiếp theo, lớp mạ sẽ được mô tả. Lớp mạ theo phương án này bao gồm lớp hợp kim gốc Zn-Al-Mg. Ngoài ra, lớp mạ có thể bao gồm một lớp hợp kim Al-Fe. Lớp hợp kim gốc Zn-Al-Mg trong đó các nguyên tố hợp kim như Al và Mg được thêm vào Zn giúp cải thiện khả năng chống ăn mòn so với lớp mạ Zn thông thường. Ví dụ, lớp hợp kim gốc Zn-Al-Mg có độ chống ăn mòn tương đương với lớp mạ Zn ngay cả khi nó có độ dày bằng một nửa so với lớp mạ Zn thông thường. Vì vậy, lớp mạ theo phương án này cũng có độ chống ăn mòn ngang bằng hoặc cao hơn lớp mạ Zn.

[0022]

Lớp hợp kim gốc Zn-Al-Mg được tạo ra từ hợp kim gốc Zn-Al-Mg. Hợp kim gốc Zn-Al-Mg nghĩa là hợp kim ba thành phần chứa Zn, Al và Mg.

[0023]

Lớp hợp kim Al-Fe là lớp hợp kim trung gian giữa vật liệu thép và lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

[0024]

Nghĩa là, lớp mạ theo phương án này có thể có cấu trúc một lớp là lớp hợp kim Zn-Al-Mg hoặc có thể có cấu trúc nhiều lớp 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 có thể là một lớp cấu thành bề mặt của lớp mạ. Tuy nhiên, một màng oxit của các nguyên tố cấu thành lớp mạ được hình thành với độ dày khoảng dưới $1\mu\text{m}$ ở bề mặt ngoài cùng của lớp mạ, nhưng nó mỏng hơn độ dày của toàn bộ lớp mạ và do đó nó thường không đáng kể so với thân chính của lớp mạ.

[0025]

Độ dày của toàn bộ lớp mạ tốt hơn là từ 5 đến $70\mu\text{m}$. Nói chung, độ dày của lớp mạ là một điểm mà ảnh hưởng đến khả năng hàn trong hàn điểm và lớp mạ thường từ $20\mu\text{m}$ trở lên là không phù hợp để hàn. Tuy nhiên, vật liệu thép mạ theo phương án này có thể mở rộng phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm để có thể hàn ngay cả khi độ dày của lớp mạ ở mức tối đa là $70\mu\text{m}$. Do đó, độ dày của lớp mạ tốt hơn là từ $70\mu\text{m}$ trở xuống. Ngoài ra, nếu độ dày lớp mạ nhỏ hơn $5\mu\text{m}$, do khả năng chống ăn mòn bị giảm nên lớp mạ có thể từ $5\mu\text{m}$ trở lên.

[0026]

Độ dày của lớp hợp kim Al-Fe khi lớp mạ bao gồm lớp hợp kim Al-Fe là khoảng vài chục nm đến $5\mu\text{m}$, thấp hơn độ dày bằng khoảng $1/10$ độ dày của lớp hợp kim Zn-Al-Mg phía trên. Lớp hợp kim Al-Fe cải thiện khả năng chống bong tróc của lớp mạ nhờ sự kết hợp giữa vật liệu thép và lớp hợp kim gốc Zn-Al-Mg. Độ dày của lớp hợp kim trung gian (lớp hợp kim Al-Fe) có thể được kiểm soát tùy ý theo nhiệt độ bể mạ và thời gian nhúng bể mạ khi sản xuất vật liệu thép mạ. Thông thường, do điểm nóng chảy của lớp hợp kim Al-Fe cao hơn điểm nóng chảy của lớp hợp kim gốc Zn-Al-Mg phía trên,

nên sự ảnh hưởng đến khả năng hàn tổng thể là nhỏ và không có vấn đề gì trong việc hình thành Al-Fe lớp hợp kim có độ dày như vậy.

[0027]

Ở đây, do độ dày của toàn bộ lớp mạ tùy thuộc vào điều kiện mạ, độ dày của toàn bộ lớp mạ không bị giới hạn ở phạm vi từ 5 đến 70 μm . Độ dày của toàn bộ lớp mạ bị ảnh hưởng bởi độ nhót và trọng lượng riêng của bề mạ trong phương pháp mạ nhúng nóng nói chung. Sau đó, độ dày của toàn bộ lớp mạ được điều chỉnh theo tốc độ kéo của vật liệu thép (tấm nền mạ) và cường độ tẩy.

[0028]

Lớp hợp kim Al-Fe được tạo thành trên bề mặt của vật liệu thép (cụ thể là, giữa vật liệu thép và lớp hợp kim Zn-Al-Mg) và là lớp mà pha chính là pha Al_5Fe như một cấu trúc. Lớp hợp kim Al-Fe được tạo thành bởi sự khuếch tán nguyên tử lẫn nhau giữa sắt nền (vật liệu thép) và bề mạ. Khi phương pháp mạ nhúng nóng được sử dụng làm phương pháp sản xuất, lớp hợp kim Al-Fe dễ dàng được tạo thành trong lớp mạ chứa nguyên tố Al. Do bề mạ chứa Al ở một nồng độ nhất định hoặc hơn, pha Al_5Fe có tỉ trọng lớn nhất được hình thành. Tuy nhiên, cần một thời gian để khuếch tán nguyên tử và có những phần mà trong đó có nồng độ Fe cao ở những phần gần với sắt nền. Do đó, lớp hợp kim Al-Fe có thể chứa một phần một lượng nhỏ pha AlFe , pha Al_3Fe , pha Al_5Fe_2 hoặc tương tự. Ngoài ra, do bề mạ chứa Zn ở một nồng độ nhất định nên lớp hợp kim Al-Fe cũng chứa một lượng nhỏ Zn.

[0029]

Khi lớp mạ chứa Si, Si đặc biệt có khả năng được tích hợp vào lớp hợp kim Al-Fe, và có thể tạo thành pha hợp chất liên kim loại Al-Fe-Si. Pha hợp chất liên kim loại đã xác định bao gồm pha AlFeSi , và các pha α , β , q_1 , và q_2 - AlFeSi và pha tương tự có mặt dưới dạng các chất đồng phân. Do đó, trong lớp hợp kim Al-Fe, những pha AlFeSi này và pha tương tự có thể được phát hiện. Lớp hợp kim Al-Fe mà chứa những pha AlFeSi này và pha tương tự cũng được gọi là lớp hợp kim Al-Fe-Si.

[0030]

Tiếp theo, thành phần hóa học trung bình của lớp mạ sẽ được mô tả. Khi lớp mạ có cấu trúc một lớp là lớp hợp kim Zn-Al-Mg, thành phần hóa học trung bình của toàn

bộ lớp mạ là thành phần hóa học trung bình của lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Ngoài ra, khi lớp mạ là cấu trúc nhiều lớp của lớp hợp kim Al-Fe và lớp hợp kim Zn-Al-Mg, thành phần hóa học trung bình của toàn bộ lớp mạ là thành phần hóa học trung bình của tổng lớp hợp kim Al-Fe và lớp hợp kim Zn-Al-Mg.

[0031]

Thông thường, trong phương pháp mạ nhúng nóng, thành phần hóa học của lớp hợp kim Zn-Al-Mg gần giống như của bề mạ bởi vì phản ứng hình thành của lớp mạ gần như được hoàn thành trong bề mạ. Ngoài ra, trong phương pháp mạ nhúng nóng, lớp hợp kim Al-Fe được tạo thành và phát triển ngay lập tức ngay sau khi ngâm trong bề mạ. Thêm vào đó, lớp hợp kim Al-Fe hoàn thành phản ứng hình thành của nó trong bề mạ, và độ dày của nó thường đủ nhỏ hơn so với lớp hợp kim Zn-Al-Mg. Do đó, trừ khi xử lý nhiệt đặc biệt như xử lý hợp kim nhiệt được thực hiện sau khi mạ, thành phần hóa học trung bình của toàn bộ lớp mạ về cơ bản là tương đương thành phần hóa học của lớp hợp kim Zn-Al-Mg và các thành phần như là lớp hợp kim Al-Fe không đáng kể.

[0032]

Sau đây, các nguyên tố có trong lớp mạ sẽ được mô tả. Theo sự lựa chọn các yếu tố trong lớp mạ, điểm nóng chảy của bề mạ, tức là khả năng dễ nóng chảy, được xác định, và bản thân khả năng chống ăn mòn của mạ cũng được xác định. Ngoài ra, tính chất của các nguyên tố tương ứng xác định tính dẫn điện và dẫn nhiệt liên quan đến tính chất hàn điểm, và phạm vi dòng điện gần đúng phù hợp được xác định theo sự kết hợp của các nguyên tố này, do đó cần kiểm tra kỹ lưỡng việc lựa chọn các nguyên tố và phạm vi nồng độ thành phần của chúng để xác định khả năng hàn.

[0033]

Zn: lớn hơn 50,00%

Zn là một kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp và có mặt như một pha chính của lớp mạ trên vật liệu thép. Nguyên nhân khả năng hàn của vật liệu thép mạ kém hơn so với vật liệu thép mà không có lớp mạ là do Zn phản ứng với điện cực và gây ra sự thay đổi trạng thái dòng điện giữa điện cực và lớp mạ. Thông thường, các điện cực đồng thường được sử dụng làm điện cực hàn điểm, và khi Zn và đồng (Cu) tiếp xúc với nhiệt độ cao, phản ứng xảy ra. Phản ứng này yếu so với trường hợp của Cu và Al. Điều này được suy đoán là do Al-Cu liên quan đến sự hình thành thành phần eutecti. Mặt khác,

Zn là nguyên tố cần thiết để đảm bảo chống ăn mòn và thu được tác dụng chống ăn mòn thay thế trên vật liệu thép. Nếu hàm lượng Zn là 50,00% trở xuống, phần chính của cấu trúc kim loại của lớp hợp kim Zn-Al-Mg là pha Al, và pha Zn mà thể hiện chống ăn mòn thay thế là không đủ. Do đó, hàm lượng Zn được đặt là lớn hơn 50,00%. Tốt hơn là, hàm lượng là 65,00% trở lên hoặc 70,00% trở lên. Ở đây, giới hạn trên của hàm lượng Zn là lượng nguyên tố trừ Zn và phần còn lại không phải tạp chất.

[0034]

Al: lớn hơn 4,0% và nhỏ hơn 15,0%

Tương tự Zn, Al là nguyên tố cấu tạo nên phần chính của lớp mạ. Al có tác dụng chống ăn mòn thay thế yếu và khi lớp mạ chứa Al, khả năng chống ăn mòn của phần phẳng được cải thiện. Ngoài ra, do Mg không thể được giữ ổn định trong bể mạ nếu không có Al, Al được thêm vào bể mạ như một nguyên tố cần thiết cho sản xuất.

[0035]

Al có trong lớp mạ phản ứng với điện cực đồng trong quá trình hàn điểm. Sản phẩm phản ứng trở thành hợp chất liên kim loại gốc Al-Cu, làm giảm độ dẫn điện và rút ngắn tuổi thọ của điện cực. Trong phương án này, thực hiện hòa tan một lượng tương đối lớn Zn ở pha Al trong cấu trúc kim loại của lớp mạ để tạo thành pha Al-Zn hoặc giảm khả năng phản ứng với điện cực đồng bằng cách tăng kích thước hạt tinh thể của pha $MgZn_2$ là phương pháp giảm thiểu ảnh hưởng của Al. Chi tiết sẽ được mô tả dưới đây.

[0036]

Hàm lượng Al được đặt là lớn hơn 4,0% vì cần phải chứa một lượng lớn Mg sẽ được mô tả bên dưới hoặc để đảm bảo chống ăn mòn ở một mức độ nào đó. Nếu hàm lượng Al bằng hoặc thấp hơn hàm lượng này, sẽ khó để thi công bể làm bể mạ và khó bảo đảm khả năng chống ăn mòn sau khi hàn điểm. Ngoài ra, hàm lượng Al được đặt là nhỏ hơn 15,0% bởi vì, nếu hàm lượng Al vượt quá mức này, nồng độ pha Al trong lớp mạ tăng, độ dẫn điện và độ dẫn nhiệt tăng, và thêm vào đó, Al_2O_3 được tạo thành dễ dàng trên bề mặt của lớp mạ. Khi Al_2O_3 được tạo thành trên bề mặt của lớp mạ, phản ứng với điện cực trở nên hoạt động trong quá trình hàn điểm, giá trị dòng điện có thể trở nên không ổn định và có nguy cơ phạm vi dòng điện thích hợp bị thu hẹp. Do đó, khi xem xét phản ứng với điện cực trong quá trình hàn điểm, giới hạn trên là nhỏ hơn 15,0%.

Tốt hơn là, hàm lượng Al là 5,0% trở lên và nhỏ hơn 15,0%, và có thể lớn hơn 5,0% và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% hoặc 6,0% trở lên và 8,0% trở xuống.

[0037]

Mg: lớn hơn 3,2% và nhỏ hơn 12,5%

Mg là nguyên tố có tác dụng chống ăn mòn thay thế và cải thiện khả năng chống ăn mòn của lớp mạ. Nếu chứa một lượng Mg nhất định trở lên, pha $MgZn_2$ được tạo thành trong lớp mạ. Nếu hàm lượng Mg trong lớp mạ lớn hơn, lượng lớn hơn của pha $MgZn_2$ được tạo thành. Điểm nóng chảy của pha $MgZn_2$ là nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của pha Zn, và nếu lớp mạ chứa một lượng lớn pha $MgZn_2$, khả năng phản ứng giữa Zn và điện cực trở nên kém. Nghĩa là, vì Zn liên kết với Mg có nhiệt độ nóng chảy cao hơn, nên khả năng phản ứng với điện cực sẽ giảm xuống tương ứng. Do đó, tuổi thọ của điện cực được kéo dài. Ngoài ra, do Mg dễ bị oxi hóa nên Mg hơi nóng chảy trong quá trình hàn điểm ngay lập tức bị oxi hóa tạo thành oxit MgO có độ dày nhất định. Xu hướng oxi hóa như vậy mạnh hơn Al và Zn. Do đó, khi hàn điểm được thực hiện tại một số điểm trên lớp mạ có chứa một lượng Mg thích hợp, bề mặt của điện cực được bao phủ bởi một màng oxit mỏng, trạng thái giữa bề mặt lớp mạ và điện cực ổn định liên tục, và giá trị dòng điện ổn định. Ngoài ra, màng oxit này đóng vai trò là rào cản đối với phản ứng hàn và phản ứng giữa điện cực và lớp mạ, đồng thời có thể cải thiện đáng kể tuổi thọ của điện cực đồng.

[0038]

Hàm lượng Mg được đặt là lớn hơn 3,2% vì cần phải làm Zn không hoạt động trong lớp mạ trong quá trình hàn. Nếu hàm lượng Mg là 3,2% trở xuống, phản ứng giữa Zn và điện cực đồng trở nên hoạt động và giá trị dòng điện thích hợp bị thu hẹp. Mặt khác, nếu hàm lượng Mg là quá mức, vì lớp mạ trở nên khó sản xuất, giới hạn trên nhỏ hơn 12,5%. Tốt hơn là, hàm lượng Mg là lớn hơn 5,0% và nhỏ hơn 12,5%, và có thể là lớn hơn 5,0% và nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% hoặc 5,0% trở lên và 8,0% trở xuống. Ngoài ra, hàm lượng Mg tốt hơn là 6,0% trở lên. Nếu hàm lượng Mg là 6,0% trở lên, có thể cải thiện khả năng chống ăn mòn hơn nữa.

[0039]

$[Mg]/[Al] \geq 0,80$

Theo % khối lượng, khi hàm lượng Mg là [Mg] (hoặc %Mg) và hàm lượng Al là [Al] (hoặc %Al), có một tỷ lệ thích hợp cho $[Mg]/[Al]$ (hoặc %Mg/%Al) là tỷ lệ của hàm lượng Al và hàm lượng Mg. Nếu thỏa mãn $[Mg]/[Al] \geq 0,80$, pha Al không bị kết tủa như là cấu trúc đồng tụ của lớp mạ trong quá trình sản xuất. Nếu $[Mg]/[Al]$ nhỏ hơn 0,80, pha Al kết tủa trong lớp mạ, phản ứng với điện cực tăng, và giá trị dòng điện thích hợp giảm. Do đó, $[Mg]/[Al]$ là 0,80 trở lên. Ở đây, [Mg] và [Al] trong $[Mg]/[Al]$ là thành phần trung bình (% khối lượng) của mỗi nguyên tố trong lớp mạ. $[Mg]/[Al]$ có thể là 1,00 trở lên hoặc 1,10 trở lên.

[0040]

Nhóm nguyên tố A

Sn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 3,00%

Bi: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%

In: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%

Lớp mạ có thể chứa các nguyên tố của nhóm nguyên tố A. Ảnh hưởng của Sn, Bi và In trong nhóm nguyên tố A trong quá trình hàn điểm không mạnh. Mặt khác, các nguyên tố này có chức năng cải thiện chống ăn mòn xung quanh phần hàn điểm. Tuy nhiên, vì các nguyên tố này có xu hướng liên kết với Mg mạnh hơn so với Zn và tác dụng của Mg chứa trong đó bị giảm, nên có các giới hạn trên đối với hàm lượng của các nguyên tố này. Nếu vượt quá giới hạn trên, hàm lượng cặn bám dính và những thứ tương tự tăng lên, và khả năng hàn cũng có xu hướng kém đi. Do đó, hàm lượng Sn lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 3,00% và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 3,00%. Hàm lượng Sn có thể là 2,50% trở xuống. Hàm lượng Bi lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00% và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 1,00%. Hàm lượng Bi có thể là 0,80% trở xuống. Hàm lượng In lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00% và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 1,00%. Hàm lượng In có thể là 0,80% trở xuống.

[0041]

Nhóm nguyên tố B

Ca: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,00%

Y: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

La: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

Ce: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

Sr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

Lớp mạ có thể chứa các nguyên tố của nhóm nguyên tố B. Ca, Y, La, Ce, và Sr trong nhóm nguyên tố B là các nguyên tố mà đóng góp nhiều nhất vào hiệu quả hàn điểm. Ca là nguyên tố dễ bị oxy hóa nhất trong khí quyển. Giống như Mg, một lượng nhỏ Ca nóng chảy ngay lập tức tạo thành màng oxit bao phủ bề mặt của điện cực đồng. Do đó, Ca có tác dụng như một rào cản ngăn pha Zn và pha Al phản ứng trong lớp mạ, và phạm vi dòng điện thích hợp có xu hướng rộng hơn.

Tương tự Ca, Y, La, Ce, và Sr cũng bị oxy hóa trong khí quyển. Để thể hiện hiệu ứng như vậy tốt hơn, tốt hơn là hàm lượng những nguyên tố này lớn hơn 0% và tốt hơn nữa là 0,01% trở lên. Cụ thể là, nếu hàm lượng Ca là 0,01% trở lên, hợp chất gốc Al-Ca-Si hoặc gốc Ca-Al-Zn dễ dàng được tạo thành. Các hợp chất này trở thành hạt nhân tinh thể trong quá trình đông tụ của lớp mạ, đóng vai trò là điểm khởi đầu cho sự phát triển của pha $MgZn_2$, và thúc đẩy sự hình thành pha $MgZn_2$ thô. Y, La, Ce và Sr tạo ra các hợp chất tương tự (các hợp chất thay thế Ca) và có tác dụng tương tự. Tuy nhiên, có giới hạn trên cho hàm lượng của các nguyên tố tương ứng, và nếu vượt quá giới hạn trên của hàm lượng, có xu hướng khó xây dựng bề mạ. Ngoài ra, hàm lượng cận bám dính và những thứ tương tự tăng lên, và khả năng hàn cũng có xu hướng kém đi. Do đó, Ca lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,00%, tốt hơn là lớn hơn 0% và nhỏ hơn 2,00%, và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 2,00%. Hàm lượng Ca tốt hơn là nhỏ hơn 1,00%. Hàm lượng Ca tốt hơn nữa là 0,95% trở xuống. Ngoài ra, hàm lượng mỗi nguyên tố Y, La, Ce và Sr lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%, tốt hơn là lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,50%, và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 0,50%. Hàm lượng mỗi nguyên tố Y, La, Ce và Sr có thể là 0,40% trở xuống.

[0042]

Nhóm nguyên tố C

Si: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,50%

B: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

P: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

Lớp mạ có thể chứa các nguyên tố của nhóm nguyên tố C. Si, B và P trong nhóm

nguyên tố C là những nguyên tố thuộc bán kim loại. Những nguyên tố này cũng thường tạo thành các hợp chất liên kim loại có chứa Zn và Al trong lớp mạ. Kết quả là, lớp mạ khó nóng chảy, và khả năng phản ứng của lớp mạ với điện cực giảm. Nghĩa là, phạm vi dòng điện thích hợp có xu hướng rộng hơn. Tuy nhiên, các nguyên tố này, không giống như Mg và Ca, không có tác dụng tạo lớp phủ trên bề mặt điện cực. Có giới hạn trên đối với hàm lượng của các nguyên tố tương ứng và nếu vượt quá giới hạn trên của hàm lượng, hàm lượng cần bám dính và những thứ tương tự tăng lên, và khả năng hàn cũng có xu hướng kém đi. Do đó, hàm lượng Si lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,50%, và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 2,50%. Hàm lượng Si có thể là 2,00% trở xuống. Hàm lượng của mỗi nguyên tố B và P tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%. Tốt hơn nữa là, hàm lượng của mỗi nguyên tố B và P là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 0,50%. Hàm lượng của mỗi nguyên tố B và P có thể là 0,40% trở xuống.

[0043]

Nhóm nguyên tố D

Cr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%

Ti: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%

Ni: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,0%

Co: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%

V: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%

Nb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%

Cu: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,40%

Mn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%

Fe: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 5,00%

Lớp mạ có thể chứa các nguyên tố của nhóm nguyên tố D. Cr, Ti, Ni, Co, V, Nb, Cu, Mn và Fe trong nhóm nguyên tố D là các nguyên tố kim loại và khi các nguyên tố này được kết hợp vào lớp mạ, dung dịch đặc thay thế và hợp chất liên kim loại mới có điểm nóng chảy cao được hình thành. Do đó, lớp mạ trở nên khó nóng chảy và khả năng phản ứng của lớp mạ đối với điện cực đồng giảm xuống. Nghĩa là, phạm vi dòng điện thích hợp có xu hướng rộng hơn. Tuy nhiên, các nguyên tố này, không giống như Mg và

Ca, không có tác dụng tạo thành lớp phủ trên bề mặt điện cực, và có tác dụng cải thiện tính chất hàn điểm kém hơn so với Mg và Ca. Cụ thể, khi có ít nhất một nguyên tố trong nhóm nguyên tố B, không thể xác nhận hiệu quả rõ ràng. Mặt khác, khi nhóm nguyên tố B, nhóm nguyên tố C và nhóm nguyên tố D được sử dụng cùng nhau, phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm mở rộng hơn nữa. Có giới hạn trên cho hàm lượng của các nguyên tố tương ứng, và nếu vượt quá giới hạn trên của hàm lượng, hàm lượng cặn bám dính và những thứ tương tự tăng lên, và khả năng hàn cũng có xu hướng kém đi. Do đó, hàm lượng của mỗi nguyên tố Cr, Ti, Co, V, Nb, và Mn là lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25% và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 0,25%. Hàm lượng của mỗi nguyên tố Cr, Ti, Co, V, Nb, và Mn có thể là 0,23% trở xuống. Hàm lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,0% và tốt hơn là lớn hơn 0% và nhỏ hơn 1,0%. Hàm lượng Ni có thể là 0,01% trở lên. Hàm lượng Ni có thể là 0,8% trở xuống. Hàm lượng Cu lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,40%, và tốt hơn là lớn hơn 0% và nhỏ hơn 0,40%. Hàm lượng Cu có thể là 0,01% trở lên. Hàm lượng Cu có thể là 0,35% trở xuống. Ngoài ra, Fe có thể được chứa chắc chắn trong lớp mạ. Điều này là do Fe có thể khuếch tán từ sắt nền vào lớp mạ trong quá trình mạ. Do đó, hàm lượng Fe lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 5,00% và có thể là lớn hơn 0% và nhỏ hơn 5,00%. Hàm lượng Fe có thể là 0,01% trở lên. Hàm lượng Fe có thể là 4,50% trở xuống.

[0044]

Nhóm nguyên tố E

Sb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%

Pb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%

Lớp mạ có thể chứa các nguyên tố của nhóm nguyên tố E. Sb và Pb trong nhóm nguyên tố E là những nguyên tố có tính chất tương tự như của Zn. Do đó, khi chứa các nguyên tố này, hiệu quả đặc biệt trong các tính chất hàn điểm hầu như không được thể hiện. Tuy nhiên, những nguyên tố này có các tác dụng như tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành hoa văn vảy kim loại ở bề ngoài của lớp mạ. Tuy nhiên, nếu chứa quá mức những nguyên tố này, khả năng chống ăn mòn sau khi hàn điểm có thể giảm. Do đó, hàm lượng của mỗi nguyên tố Sb và Pb là lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5% và tốt hơn là 0,01% trở lên và nhỏ hơn 0,5%. Hàm lượng của mỗi nguyên tố Sb và Pb có thể là 0,40% trở xuống.

[0045]

Phần còn lại: lớn hơn 50,00% là Zn và các tạp chất

Phần còn lại là Zn như mô tả ở trên. Ngoài ra, các tạp chất trong lớp mạ là những thành phần có trong nguyên liệu thô hoặc những thành phần được trộn lẫn trong quá trình sản xuất, mà là những thành phần vô tình được kết hợp. Ví dụ, trong lớp mạ, a một lượng rất nhỏ các thành phần không phải Fe được trộn vào dưới dạng tạp chất theo sự khuếch tán nguyên tử lẫn nhau giữa vật liệu thép (sắt nền) và bề mạ.

[0046]

Để xác định thành phần hóa học trung bình của lớp mạ, một dung dịch axit thu được bằng cách bóc và hòa tan lớp mạ bằng một loại axit có chứa chất ức chế giúp giảm thiểu sự ăn mòn của sắt nền (vật liệu thép). Tiếp theo, thành phần hóa học có thể thu được bằng cách đo dung dịch axit thu được bằng phương pháp đo phổ phát xạ quang học ICP hoặc phương pháp ICP-MS. Loại axit không bị giới hạn cụ thể miễn là loại axit có thể hòa tan lớp mạ. Nếu đo diện tích và trọng lượng trước và sau khi bóc, có thể thu được lượng lớp mạ dính bám (g/m^2) cùng một lúc.

[0047]

Tiếp theo, cấu trúc của lớp mạ sẽ được mô tả.

Tỷ lệ và kích thước của các pha chứa trong lớp mạ ảnh hưởng rất lớn đến tính chất hàn điểm của lớp mạ. Ngay cả khi các lớp mạ có thành phần cấu tạo giống nhau, pha hoặc cấu trúc chứa trong cấu trúc kim loại thay đổi tùy thuộc vào phương pháp sản xuất, dẫn đến các tính chất khác nhau. Cấu trúc kim loại của lớp mạ có thể dễ dàng xác nhận dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM-EDS) với máy quang phổ tia X phân tán năng lượng. Trong một mặt cắt dọc tùy ý (hướng chiều dày) của lớp mạ mà được đánh bóng như gương, ví dụ, khi thu được hình ảnh điện tử phản xạ, trạng thái của cấu trúc kim loại gần đúng của lớp mạ có thể được xác nhận. Do độ dày của lớp mạ theo phương án này là khoảng từ 5 đến $70\mu\text{m}$, tốt hơn là xác nhận cấu trúc kim loại dưới SEM trong trường nhìn từ 500 đến 5.000 lần. Ví dụ, khi lớp mạ có độ dày là $25\mu\text{m}$ được quan sát ở độ phóng đại 25.000 lần, mặt cắt của lớp mạ trong diện tích $25\mu\text{m}$ (độ dày lớp mạ) $\times 40\mu\text{m}$ (chiều rộng của trường nhìn SEM) = $1.000\mu\text{m}^2$ trên mỗi trường nhìn có thể được xác nhận. Trong trường hợp theo phương án này, đối với trường nhìn SEM của lớp mạ, vì có thể quan sát được trường nhìn cục bộ, để có được thông tin trung bình của lớp mạ,

thông tin trung bình có thể được lấy bằng cách chọn 25 điểm của trường nhìn từ một mặt cắt tùy ý. Tức là có thể quan sát được cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu\text{m}^2$, và tỷ lệ diện tích và kích thước của pha hoặc cấu trúc cấu thành cấu trúc kim loại của lớp mạ có thể được xác định.

[0048]

Hình ảnh điện tử phản xạ thu được bằng SEM thích hợp hơn vì có thể xác định dễ dàng pha hoặc cấu trúc chứa trong lớp mạ. Do một nguyên tố có số nguyên tử nhỏ như Al được tạo ảnh bằng màu đen và một nguyên tố có số nguyên tử cao như Zn được tạo ảnh bằng màu trắng, vì vậy có thể dễ dàng đọc được tỷ lệ của các cấu trúc này.

[0049]

Để xác nhận từng pha, trong phân tích EDS, thành phần của pha có thể được xác nhận chính xác và pha có thể được xác định bằng cách đọc về cơ bản cùng một pha thành phần từ ánh xạ nguyên tố. Phân tích EDS có thể được sử dụng để xác định pha có thành phần gần như giống nhau bằng ánh xạ nguyên tố. Nếu có thể xác định được pha có thành phần gần như giống nhau thì có thể xác định được diện tích của pha tinh thể trong trường nhìn. Khi đã biết diện tích, kích thước hạt tinh thể trung bình có thể được tính bằng cách tính đường kính vòng tròn tương đương. Đường kính hình tròn tương đương đề cập đến đường kính của một hình tròn hoàn hảo tương ứng với diện tích.

Ngoài ra, có thể thu được tỷ lệ diện tích của từng pha trong trường nhìn. Tỷ lệ diện tích của một pha cụ thể trong lớp mạ tương ứng với tỷ lệ thể tích của pha trong lớp mạ.

[0050]

Sau đây, pha và cấu trúc chứa trong lớp mạ sẽ được mô tả. Fig.1, Fig.2 và Fig.3 thể hiện hình ảnh cấu trúc kim loại của lớp mạ đại diện trong sáng chế.

[0051]

Khi cấu trúc kim loại của lớp mạ theo phương án này được quan sát dưới SEM trong tổng trường nhìn $25.000\mu\text{m}^2$, nó chứa 10 đến 40% diện tích là pha MgZn_2 , 10 đến 30% diện tích là pha Al-Zn với hàm lượng Zn là 10% trở lên, 0 đến 15% diện tích là pha Al với hàm lượng Zn nhỏ hơn 10%, và 25% diện tích trở lên là cấu trúc eutecti gồm pha Al, pha MgZn_2 và pha Zn [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ MgZn_2 /Zn]. Các pha và cấu

trúc trên tạo thành pha chính của lớp mạ và chiếm 90% trở lên trong tỷ lệ diện tích của lớp mạ.

[0052]

Pha $MgZn_2$

Pha $MgZn_2$ theo phương án hiện tại là diện tích của lớp mạ trong đó có 16% khối lượng ($\pm 5\%$) là Mg và 84% khối lượng ($\pm 5\%$) là Zn. Pha $MgZn_2$ thường được tạo ảnh màu xám, là màu trung gian giữa Al và Zn trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM. Trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM, pha $MgZn_2$ có thể phân biệt rõ ràng với pha Al-Zn và pha Al, [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] và tương tự, và là pha được chỉ ra bởi số tham chiếu 3 trong Fig.1 và Fig.2.

[0053]

Trong thành phần cấu tạo của lớp mạ trong phương án này, lượng pha $MgZn_2$ lớn tăng. Khi có một lượng lớn pha $MgZn_2$, phạm vi dòng điện thích hợp có xu hướng tăng trong quá trình hàn điểm. Khi có một lượng lớn pha $MgZn_2$, tỷ lệ của pha Zn chứa trong [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] giảm tương đối, và phản ứng giữa lớp mạ và điện cực của máy hàn điểm có thể giảm. Ngoài ra, trong quá trình hàn điểm, một lượng nhỏ của pha $MgZn_2$ bị hòa tan, và Mg bị oxy hóa trong khí quyển để tạo thành lớp oxit nền Mg trên bề mặt điện cực đồng. Lớp phủ này được tạo thành trong 10 điểm hàn đầu tiên của điện cực, giá trị dòng điện thích hợp sau đó được ổn định và rất khó để phản ứng của điện cực tiếp tục.

[0054]

Tỷ lệ diện tích của pha $MgZn_2$ trong lớp mạ là 10% trở lên. Khi hàm lượng Mg trong lớp mạ tăng, tỷ lệ thể tích của pha $MgZn_2$ tăng và tính chất hàn điểm được cải thiện. Tốt hơn là 15% trở lên, 20% trở lên hoặc 30% trở lên. Giới hạn trên của tỷ lệ diện tích của pha $MgZn_2$ là 40% trở xuống. Trong phạm vi thành phần hóa học trung bình của lớp mạ, rất khó để tăng tỷ lệ diện tích của pha $MgZn_2$ đến lớn hơn 40%. Ở đây, trong phương án này, $MgZn_2$ chứa trong [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] không được bao gồm trong tỷ lệ diện tích của pha $MgZn_2$.

[0055]

Khi pha $MgZn_2$ trong lớp mạ phát triển đến kích thước lớn hơn, có thể cải thiện

hơn nữa đặc tính hiện điểm liên tục trong số các tính chất hàn điểm của lớp mạ. Ngoài ra, do pha có khả năng chống ăn mòn vượt trội vẫn còn ngay cả sau khi hàn điểm, khả năng chống ăn mòn cũng được cải thiện. Để phát triển pha $MgZn_2$, tốt hơn là chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm nguyên tố B, và hiệu ứng tăng trưởng pha $MgZn_2$ có thể được xác nhận từ thực tế là hàm lượng ít nhất một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố của nhóm nguyên tố B là 0,01% trở lên. Pha $MgZn_2$ với kích thước hạt lớn tốt hơn là pha $MgZn_2$ có kích thước hạt nhỏ bởi vì nó ít có khả năng bị hòa tan với nhiệt đầu vào trong quá trình hàn điểm và ít có khả năng phản ứng với điện cực.

[0056]

Khi lớp mạ được quan sát trong tổng trường nhìn quan sát được $25,000\mu m^2$ bằng kính hiển vi điện tử, nếu kích thước hạt tinh thể trung bình của 80% các hạt pha $MgZn_2$ khối lượng lớn trên cùng có kích thước hạt tinh thể lớn nhất là đường kính hình tròn tương đương trung bình từ $30\mu m$ trở lên, pha $MgZn_2$ có trong lớp mạ và pha $MgZn_2$ có trong [cấu trúc eutecti ba thành phần $Al/MgZn_2/Zn$] có xu hướng tổng hợp hoặc giảm. Nhờ đó, tính chất hàn điểm được cải thiện. Ngoài ra, sau khi hàn điểm, một lượng lớn lớp mạ vẫn còn xung quanh phần hàn và do đó khả năng chống ăn mòn xung quanh phần hàn cũng được cải thiện. Tức là, khi tỷ lệ diện tích của pha $MgZn_2$ lớn, kích thước hạt tinh thể trung bình là lớn, và thêm vào đó, khi các nguyên tố trong nhóm nguyên tố A được sử dụng kết hợp, khả năng chống ăn mòn xung quanh phần hàn điểm được cải thiện đáng kể. Ở đây, 80% ở trên là tỷ lệ phần trăm so với tổng số pha $MgZn_2$ đếm được. Tức là, khi số lượng của các pha $MgZn_2$ được đo là N, đường kính vòng tròn tương đương trung bình của $0,8 \times N$ (80%) các hạt pha $MgZn_2$ có kích thước hạt tinh thể lớn nhất theo thứ tự giảm dần có thể là $30\mu m$ trở lên.

[0057]

Pha Al

Pha Al trong phương án này là vùng của lớp mạ trong đó hàm lượng Al là 90% khối lượng trở lên và tốt hơn là lớn hơn 90% khối lượng. Vùng được biểu thị bằng số tham chiếu 4 trong Fig.3 là pha Al. Pha Al có thể chứa Zn, nhưng hàm lượng Zn là nhỏ hơn 10%. Pha Al có thể được phân biệt rõ ràng với các pha và cấu trúc khác trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM. Tức là, pha Al thường được hiển thị bằng màu đen nhất trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM. Trong phương án này, pha Al có nhiều dạng khác nhau

như hình khối hoặc xuất hiện dưới dạng mặt cắt dạng nhánh cây như hình tròn hoặc phẳng trong một mặt cắt tùy ý. Pha Al là pha được biểu thị bằng số tham chiếu 4 trong Fig.3. Ở đây, trong phương án này, Al được chứa trong [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn] không được bao gồm trong tỷ lệ diện tích của pha Al.

[0058]

Pha Al làm giảm tính chất hàn điểm. Khi pha Al xuất hiện trên bề mặt của lớp mạ, nó tạo thành lớp cách điện dạng màng mỏng như Al₂O₃ mà làm giảm phạm vi dòng điện thích hợp, cũng phản ứng với điện cực đồng, tạo thành hợp chất liên kim loại gốc Al-Cu với điện cực, làm giảm đáng kể tuổi thọ của điện cực, và làm suy giảm đặc tính hiện điểm liên tục. Nếu tỷ lệ diện tích của pha Al là 15% trở xuống, tuổi thọ của điện cực có xu hướng dài hơn trong hàn điểm và do đó tỷ lệ diện tích của pha Al là 15% diện tích trở xuống. Tỷ lệ diện tích tốt hơn là 10% diện tích trở xuống, tốt hơn nữa là 5% diện tích trở xuống, và còn tốt hơn nữa là 0% diện tích.

Ở đây, do hiệu quả cải thiện đặc tính hiện điểm liên tục chỉ kém khi giảm pha Al, tốt hơn là thiết đặt tỷ lệ diện tích của pha Al là 15% diện tích trở xuống và tỷ lệ diện tích của pha MgZn₂ là 10% diện tích trở lên.

[0059]

Pha Al-Zn

Pha Al-Zn trong phương án này là pha mà chứa 10% khối lượng trở lên của Zn và Al. Pha Al-Zn là tổng hợp của pha Zn mịn có kích thước hạt khoảng 1µm (sau đây được gọi là pha Zn mịn) và pha Al mịn có kích thước hạt nhỏ hơn 1µm (sau đây được gọi là pha Al mịn), và là pha được biểu thị bằng số tham chiếu 2 trong Fig.1 và Fig.2. Trong lớp mạ nóng chảy, Al có cấu trúc khác với cấu trúc tinh thể ở nhiệt độ phòng và có thể hòa tan một lượng lớn pha Zn và có mặt dưới dạng pha ổn định ở nhiệt độ cao mà chứa khoảng 50% pha Zn. Mặt khác, ở nhiệt độ phòng, hàm lượng pha Zn trong pha ổn định nhiệt độ cao giảm đáng kể, và Al và Zn được tách ra ở trạng thái cân bằng và tồn tại dưới dạng pha Al-Zn mà chứa pha Al mịn và pha Zn mịn. Tức là, pha Al-Zn là pha mà chứa 10 đến 80% khối lượng của pha Zn mịn. Do pha Al-Zn có tính chất khác với pha Al và pha Zn được chứa trong lớp mạ, nó được phân biệt trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM và nhiễu xạ tia X góc rộng. Trong nhiễu xạ tia X góc rộng, ví dụ, nó được cho là có các đỉnh nhiễu xạ cụ thể như Al_{0,403}Zn_{0,597} (JCODF #00-052-0856) và

$Al_{0,71}Zn_{0,29}$ (PDF#00-019-0057). Do đó, trong phương án này, pha mà chứa 90 đến 20% khối lượng thành phần Al và 10 đến 80% khối lượng thành phần Zn là pha Al-Zn. Khi vùng pha Al-Zn được bao quanh bởi không gian kín, có thể xác định kích thước tinh thể của pha Al-Zn.

[0060]

Pha Al phản ứng rất mạnh với điện cực hàn và làm cho khả năng hàn cực kỳ không ổn định. Mặt khác, khi đưa vào pha Al-Zn dưới dạng pha Al mịn cùng với pha Zn mịn, lớp phủ mỏng như là màng Al_2O_3 oxit mà ảnh hưởng xấu đến khả năng hàn không được hình thành trên bề mặt của lớp mạ, và kết quả là khả năng hàn được cải thiện.

[0061]

Trong phương án này, do lớp mạ chứa Al ở một nồng độ nhất định hoặc hơn, tùy theo điều kiện sản xuất, pha Al từ 10 đến 30% trở lên được tạo thành, nhưng có thể ức chế sự hình thành pha Al lớn hoặc dạng nhánh cây bằng cách cẩn thận lựa chọn các phương pháp sản xuất và cho phép chúng tồn tại ở dạng pha Al-Zn. Tức là, nếu hàm lượng pha Al-Zn tăng, hàm lượng pha Al có thể giảm. Ngoài ra, so sánh với pha Al, pha Al-Zn ít có khả năng phản ứng với điện cực đồng và có xu hướng mở rộng phạm vi dòng điện thích hợp. Do đó, khi xem xét khả năng hàn, sẽ thuận tiện khi kết hợp Zn vào pha Al càng nhiều càng tốt để tạo thành pha Al-Zn hơn là cho phép pha Al còn lại trong lớp mạ.

[0062]

Tỷ lệ diện tích của pha Al-Zn trong lớp mạ nằm trong phạm vi từ 10 đến 30% diện tích. Nếu tỷ lệ diện tích của pha Al-Zn là nhỏ hơn 10% diện tích, tỷ lệ diện tích của pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10% khối lượng tương đối tăng, tính chất hiện điểm liên tục trong quá trình hàn điểm giảm, và phạm vi dòng điện thích hợp thu hẹp, và mặt khác, trong phạm vi thành phần hóa học trung bình của lớp mạ, vì khó tăng tỷ lệ diện tích của pha Al-Zn đến lớn hơn 30%, giới hạn trên của tỷ lệ diện tích của pha Al-Zn là 30% diện tích trở xuống.

[0063]

[Cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn]

[Cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn] là cấu trúc eutecti bao gồm pha

Al, pha $MgZn_2$ và pha Zn, và được phân biệt rõ ràng với pha $MgZn_2$ được chứa dưới dạng pha chính của lớp mạ và pha Al ở trên trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM. [Cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] là cấu trúc được biểu thị bằng số tham chiếu 1 trong Fig.1 và Fig.2.

[0064]

[Cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] chứa pha Zn. Pha Zn là vùng có nồng độ Zn chiếm 95% khối lượng trở lên. Pha Zn trong [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] thường được tạo ảnh trắng nhất trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM. Trong thành phần cấu tạo theo phương án này, [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] được tạo thành theo phản ứng eutecti, và phần lớn pha Zn được đông tụ trong phản ứng eutecti để nó có mặt trong cấu trúc eutecti. Pha Zn có mức độ ảnh hưởng nhỏ hơn so với pha Al, nhưng phản ứng với điện cực đồng trong quá trình hàn điểm, và ảnh hưởng xấu đến tuổi thọ của hiện điểm liên tục.

[0065]

Mặt khác, nếu tỷ lệ diện tích của [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] là nhỏ hơn 25% diện tích, pha Zn giảm khi tỷ lệ diện tích giảm, chống ăn mòn thay thế của lớp mạ giảm và khả năng chống ăn mòn không thể được duy trì. Do đó, cần phải thiết đặt tỷ lệ diện tích của [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] là 25% diện tích trở lên. Tức là, nếu có một mức độ nhất định của [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] mà chứa pha Zn, chống ăn mòn thay thế được bảo đảm và khả năng chống ăn mòn xung quanh phần hàn được cải thiện. Ngoài ra, Al trong lớp mạ được đưa vào [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn], tỷ lệ diện tích của pha Al không được chứa trong [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] bị giảm, và tính chất hiện điểm liên tục được cải thiện. Giới hạn trên của tỷ lệ diện tích của [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn] không bị giới hạn cụ thể, và có thể là 80% diện tích trở xuống, 75% diện tích trở xuống, 70% diện tích trở xuống, hoặc 65% diện tích trở xuống.

[0066]

Trong lớp mạ theo phương án này, tỷ lệ diện tích của pha giả tinh thể tốt hơn là 4% trở xuống. Ở đây, pha giả tinh thể được định nghĩa là pha trong đó hàm lượng Mg, hàm lượng Zn và hàm lượng Al thỏa mãn, theo % nguyên tử, $0,5 \leq Mg/(Zn+Al) \leq 0,83$. Tức là, nó được định nghĩa là pha giả tinh thể trong đó $Mg:(Zn+Al)$, là tỉ số giữa số

nguyên tử Mg và tổng số nguyên tử Zn và nguyên tử Al, là từ 3:6 đến 5:6. Là tỷ lệ lý thuyết, $Mg:(Zn+Al)$ được xem là 4:6. Các thành phần hóa học của pha giả tinh thể tốt hơn là được tính toán bằng phân tích định lượng sử dụng kính hiển vi điện tử truyền qua - phổ tán xạ năng lượng tia X (TEM-EDX) hoặc phân tích định lượng bằng cách sử dụng bản đồ vi phân tích đầu dò điện tử (EPMA). Ở đây, không dễ để xác định một giả tinh thể bằng một công thức hóa học chính xác như hợp chất liên kim loại. Đó là bởi vì, trong pha giả tinh thể, các đơn vị mạng lặp lại không thể được định nghĩa giống như các đơn vị mạng tinh thể, và thêm vào đó, khó xác định vị trí nguyên tử của Zn và Mg.

[0067]

Pha giả tinh thể là cấu trúc tinh thể được phát hiện lần đầu tiên bởi Daniel Shuchtmann vào năm 1982, và có sự sắp xếp nguyên tử theo khối hai mươi mặt. Cấu trúc tinh thể này là cấu trúc tinh thể phi chu kỳ có đối xứng quay duy nhất, ví dụ như đối xứng năm lần, mà không thể thu được với kim loại nói chung và hợp kim, và được biết đến như là cấu trúc tinh thể tương đương với cấu trúc phi chu kỳ được biểu diễn bằng mẫu Penrose ba chiều. Để xác định chất kim loại này, nó thường được xác nhận bằng cách thu hình ảnh nhiễu xạ chùm tia điện tử thập giác đều xuyên tâm do cấu trúc khối hai mươi mặt từ pha bằng cách quan sát chùm tia điện tử theo quan sát TEM.

[0068]

Tiếp theo, phương pháp đo tỷ lệ diện tích của pha giả tinh thể trong lớp mạ sẽ được mô tả. Hình ảnh điện tử phản xạ SEM của lớp mạ được tạo ảnh. Dựa vào kết quả thí nghiệm thu được bằng cách quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua riêng biệt (TEM), pha giả tinh thể trong hình ảnh điện tử phản xạ SEM được xác định. Trong trường nhìn định trước, hình ảnh ánh xạ thành phần được xác định, một phần của thành phần cấu tạo tương tự như pha giả tinh thể trong lớp mạ được xác định, và pha giả tinh thể trong lớp mạ được xác định bằng xử lý hình ảnh. Bằng cách sử dụng thiết bị phân tích hình ảnh, một hình ảnh trong đó phạm vi của vùng pha giả tinh thể được chọn được chuẩn bị, và tỷ lệ của pha giả tinh thể trong lớp mạ có thể được đo.

[0069]

Các pha và cấu trúc trên tạo thành pha chính của lớp mạ và chiếm 90% trở lên tỷ lệ diện tích của lớp mạ. Mặt khác, các pha kim loại khác được hình thành khi lớp mạ chứa các nguyên tố khác ngoài Zn, Mg và Al. Ví dụ, Si tạo thành pha Mg_2Si hoặc pha

tương tự, và Ca tạo thành pha Al-Zn-Ca hoặc pha tương tự. Các thành phần tiêu biểu của cấu trúc còn lại bao gồm pha Mg_2Si , pha AlZnCa và pha AlCaSi. Mặc dù một số trong các thành phần này có hiệu quả trong việc cải thiện khả năng hàn và chống ăn mòn, nhưng hiệu quả không đáng kể. Dựa trên thành phần của lớp mạ, do khó để tỷ lệ tổng diện tích của những thành phần này lớn hơn 10% diện tích, tỷ lệ diện tích có thể là 10% diện tích trở xuống.

[0070]

Tiếp theo, trường hợp trong đó vật liệu thép mạ theo phương án này được sản xuất bởi phương pháp mạ nhúng nóng sẽ được mô tả. Vật liệu thép mạ theo phương án này có thể được sản xuất bằng phương pháp mạ kiểu nhúng (kiểu theo đợt) hoặc phương pháp mạ kiểu liên tục.

[0071]

Kích thước, hình dạng, dạng bề mặt và tương tự của vật liệu thép được mạ không bị giới hạn cụ thể. Vật liệu thép thông thường, thép cường độ cao, thép không gỉ và các loại tương tự có thể được áp dụng miễn là chúng là vật liệu thép. Thép dải của thép cấu trúc nói chung là thích hợp nhất. Bề mặt có thể được hoàn thiện trước bằng cách phun bi, bàn chải mài hoặc tương tự, và không có vấn đề gì ngay cả khi mạ được thực hiện sau khi dính một lớp màng kim loại hoặc màng hợp kim từ $3g/m^2$ trở xuống như Ni, Fe, Zn, Sn hoặc lớp mạ lên bề mặt. Ngoài ra, để xử lý sơ bộ vật liệu thép, tốt hơn là rửa vật liệu thép bằng cách tẩy nhờn và tẩy gỉ.

[0072]

Sau khi bề mặt của vật liệu thép được làm nóng vừa đủ và bị khử bằng khí khử như H_2 , vật liệu thép được ngâm trong bể mạ được chuẩn bị với các thành phần xác định trước. Đối với thép cường độ cao và các loại tương tự, người ta thường làm ẩm không khí trong quá trình ủ, sử dụng phương pháp oxy hóa bên trong và phương pháp tương tự, và đảm bảo độ bám dính của lớp mạ đối với thép có hàm lượng Si, Mn cao và các loại tương tự, và khi thực hiện xử lý như vậy, vật liệu thép mạ ít bị mất lớp mạ và ít hư hỏng bên ngoài có thể được mạ theo cách tương tự như vật liệu thép thông thường. Trong vật liệu thép như vậy, bề mặt của vật liệu thép có kích thước hạt tinh thể nhỏ và lớp phủ oxit bên trong được quan sát ở một bên của sắt nền, nhưng những thứ này không ảnh hưởng đến hiệu quả của sáng chế.

[0073]

Trong trường hợp phương pháp mạ nhúng nóng, các thành phần của lớp mạ có thể được kiểm soát bởi các thành phần của bể mạ được chuẩn bị. Bể mạ được chuẩn bị bằng cách trộn một lượng kim loại nguyên chất xác định trước, và ví dụ, một hợp kim của các thành phần bể mạ được sản xuất bằng phương pháp hòa tan trong môi trường trơ.

[0074]

Khi vật liệu thép mà bề mặt của nó đã được khử được nhúng trong bể mạ được duy trì ở nồng độ xác định trước, một lớp mạ với các thành phần về cơ bản giống như bể mạ được hình thành. Nếu thời gian nhúng kéo dài hoặc mất nhiều thời gian để hoàn thành đồng tụ, do sự hình thành của lớp hợp kim trung gian trở nên hoạt động, nồng độ Fe có thể tăng, và khi nhiệt độ thấp hơn 500°C, do phản ứng với lớp mạ nhanh chóng chậm lại, nồng độ Fe có trong lớp mạ thường là nhỏ hơn 5,00%.

[0075]

Để hình thành lớp mạ nhúng nóng, tốt hơn là giữ bể mạ ở 500°C đến 550°C. Nếu nhiệt độ của bể mạ thấp hơn 500°C, sự hình thành của lớp hợp kim trở nên không đủ và độ bám dính của lớp mạ trong quá trình gia công trở nên không đủ. Do đó, nhiệt độ của bể mạ là 500°C trở lên. Sau đó, tốt hơn là nhúng vật liệu thép được khử vài giây. Trên bề mặt của vật liệu thép được khử, trong vài trường hợp, Fe khuếch tán vào bể mạ và phản ứng với bể mạ để tạo thành lớp hợp kim trung gian (chủ yếu là lớp hợp chất liên kim loại gốc Al-Fe) tại mặt trung gian giữa lớp mạ và vật liệu thép. Khi lớp hợp kim trung gian được tạo thành, vật liệu thép bên dưới lớp hợp kim trung gian và lớp mạ bên trên lớp hợp kim trung gian liên kết kim loại-hóa học vững chắc hơn.

[0076]

Sau khi vật liệu thép được nhúng trong bể mạ trong một thời gian xác định trước, vật liệu thép được kéo ra khỏi bể mạ, và khi kim loại bám trên bề mặt bị nóng chảy, quá trình lau N₂ được thực hiện để điều chỉnh lớp mạ đến một độ dày xác định trước. Tốt hơn là điều chỉnh độ dày của lớp mạ từ 3 đến 80µm. Lượng chuyển đổi của lớp mạ bám dính là từ 10 đến 500g/m² (một mặt). Ngoài ra, độ dày của lớp mạ có thể được điều chỉnh từ 5 đến 70µm. Lượng bám dính chuyển đổi là khoảng 20 đến 400g/m² (một mặt).

[0077]

Sau khi lượng bám dính của lớp mạ được điều chỉnh, kim loại nóng chảy bám dính được đông tụ. Phương pháp làm nguội trong quá trình hóa rắn lớp mạ có thể được thực hiện bằng cách phun nitơ, không khí hoặc khí hỗn hợp hydro/heli, làm nguội bằng sương hoặc ngâm trong nước. Tốt hơn là làm nguội bằng sương và tốt hơn là làm nguội bằng sương trong đó nước chứa nitơ. Tốc độ làm nguội có thể được điều chỉnh theo hàm lượng nước.

[0078]

Trong phương án này, điều kiện hóa rắn lớp mạ trong điều kiện vận hành chung là, ví dụ, các điều kiện vận hành: khi làm nguội được thực hiện ở tốc độ làm nguội trung bình là từ 5 đến 20°C/giây từ nhiệt độ của bề mạ đến 150°C, hiệu suất xác định trước có thể không được thỏa mãn vì không thể kiểm soát cấu trúc trong một số trường hợp. Do đó, quá trình làm nguội trong đó có thể thu được lớp mạ theo phương án này sẽ được mô tả dưới đây.

[0079]

Tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề và 380°C

Phạm vi giữa nhiệt độ bề và 380°C được coi là phạm vi trong đó pha $MgZn_2$ được tạo thành. Ở khoảng nhiệt độ này, quá trình đông tụ của lớp mạ bắt đầu dần dần. Trong trường hợp thành phần trung bình của lớp mạ trong phương án này, hạt nhân đông tụ đầu tiên từ lớp mạ nhúng nóng là pha $MgZn_2$ loại trừ một lượng rất nhỏ pha hợp chất liên kim loại, hạt này thường trở thành tinh thể chính. Ở gần 380°C, pha $MgZn_2$ là pha chính, và các pha khác như là pha Al-Zn, pha Al và pha Zn khó được hình thành. Mặt khác, nếu tốc độ làm nguội cao và quá trình đông tụ không cân bằng diễn ra, ngay cả với thành phần mạ theo sáng chế, một lượng nhỏ pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10% khối lượng được tạo thành. Đặc biệt, nếu hàm lượng Al của lớp mạ cao, pha Al có xu hướng được hình thành, và pha Al quá mức sẽ làm giảm khả năng hàn như đã mô tả ở trên.

[0080]

Nếu làm nguội được thực hiện ở tốc độ làm nguội trung bình từ 10°C/giây trở lên, pha Al xảy ra, và khả năng hàn của lớp mạ giảm. Mặt khác, khi làm nguội được

thực hiện đến 380°C với tốc độ làm nguội trung bình dưới 10°C/giây và tốt hơn là dưới 5°C/giây, sự hóa rắn lớp mạ tiến tới đồng tụ cân bằng và pha Al không còn xảy ra. Nếu tốc độ làm nguội trung bình trong giai đoạn này là 10°C/giây trở lên, pha $MgZn_2$ không phát triển và tỷ lệ pha $MgZn_2$ có trong cấu trúc eutecti ba thành phần tăng và tính chất hàn điểm giảm.

[0081]

Để cải thiện tính chất hàn điểm, như đã mô tả ở trên, tốt hơn là phát triển pha $MgZn_2$, và tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bể và 380°C được thực hiện càng nhỏ càng tốt.

[0082]

Thời gian duy trì giữa 400 và 380°C

Ngoài ra, nếu thời gian mà nhiệt độ của lớp mạ được duy trì giữa 400 và 380°C được đặt là 10 giây trở lên, do pha $MgZn_2$ trong lớp mạ trở nên thô, thời gian cần thiết để nhiệt độ giảm từ 400°C đến 380°C mong muốn là 10 giây trở lên.

[0083]

Ngoài ra, trong quá trình làm nguội giữa 400 và 380°C, khi phun khí ở nhiệt độ cao có chứa các hạt ZnO hoặc Al_2O_3 mịn với đường kính 0,5 μm trở xuống, vị trí hạt nhân đồng tụ của $MgZn_2$ được hình thành, và do đó có thể thúc đẩy sự phát triển của pha $MgZn_2$. Do đó, đường kính vòng tròn tương đương trung bình của 80% các hạt pha $MgZn_2$ trên cùng có đường kính hình tròn tương đương lớn nhất trong số các hạt pha $MgZn_2$ có thể là 30 μm trở lên.

[0084]

Tốc độ làm nguội trung bình giữa 380°C và 300°C

Giữa 380°C và 300°C, phản ứng eutecti ba thành phần Al/ $MgZn_2$ /Zn xảy ra từ pha lỏng, pha lỏng biến mất, và lớp mạ được đồng tụ hoàn toàn. Theo hàm lượng Al trong lớp mạ, tốc độ làm nguội trung bình giữa 380°C và 300°C được quy định như sau.

[0085]

(Nếu hàm lượng Al trong lớp mạ là 8% trở xuống)

Nếu hàm lượng Al trong lớp mạ là 8% trở xuống, pha Al có xu hướng khó kết

tủa. Trong phạm vi nhiệt độ giữa 380°C và 300°C , Al được giải phóng khỏi pha Zn, phần thể tích pha Al-Zn khi pha ổn định ở nhiệt độ cao tăng, và phần thể tích của eutecti ba thành phần của pha Zn-Al-MgZn₂ giảm. Do đó, để cải thiện khả năng chống ăn mòn hơn nữa, tốc độ làm nguội trung bình trong phạm vi nhiệt độ giữa 380°C và 300°C nên tăng, và cụ thể là lớn hơn $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Nếu tốc độ làm nguội là $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trở xuống, phần thể tích của eutecti ba thành phần của pha Zn-Al-MgZn₂ giảm.

[0086]

(Nếu hàm lượng Al trong lớp mạ lớn hơn 8%)

Nếu hàm lượng Al trong lớp mạ lớn hơn 8%, pha Al có xu hướng kết tủa. Trong phạm vi nhiệt độ giữa 380°C và 300°C , pha Al thay đổi thành pha Al-Zn, là pha ổn định ở nhiệt độ cao, tức là, pha Zn được hình thành dưới dạng [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn] được kết hợp lại vào pha Al kết tủa đến mức tối đa của Al. Do đó, tốt hơn là để nó trong khoảng nhiệt độ giữa 380°C và 300°C càng lâu càng tốt, và để đạt phần thể tích của pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10% khối lượng thành 15% trở xuống, ít nhất tốc độ làm nguội trung bình cần phải là $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trở xuống. Tốt hơn nữa là, tốc độ làm nguội trung bình là $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trở xuống, và tốt hơn nữa là để nó ở trong khoảng nhiệt độ giữa 380°C và 300°C trong 20 giây trở lên (tốc độ làm nguội trung bình $4^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trở xuống).

[0087]

Tốc độ làm nguội trung bình giữa 300°C và 150°C

Trong phạm vi nhiệt độ giữa 300°C và 150°C , có rủi ro pha Zn mịn được đưa vào pha Al-Zn nhanh chóng bị thải ra khỏi pha Al-Zn. Vì các nguyên tử chuyển động tích cực hơn nếu nhiệt độ cao hơn, tốt hơn là làm mát khoảng nhiệt độ này một cách nhanh chóng. Nếu tốc độ làm nguội giữa 300 và 150°C là $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trở xuống, pha Al-Zn tách thành pha Al mịn và pha Zn mịn. Cụ thể là, xu hướng này trở nên mạnh mẽ hơn nếu nồng độ Al cao hơn. Để giảm sự xuất hiện của pha Al lớn hoặc dạng nhánh cây từ pha Al mịn và đạt phần thể tích của pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10% khối lượng đến 15% trở xuống, tốc độ làm nguội trung bình giữa 300°C và 150°C cần phải là $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trở lên, và tốt hơn nữa là lớn hơn $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ và còn tốt hơn nữa là lớn hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

[0088]

Khoảng nhiệt độ dưới 150°C

Do tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ dưới 150°C trong quá trình đông tụ không ảnh hưởng đến pha cấu hình trong lớp mạ, không cần thiết phải giới hạn điều kiện làm nguội, và làm nguội tự nhiên có thể được thực hiện.

[0089]

Sau khi lớp mạ được làm nguội, các phương pháp xử lý hóa học khác nhau và xử lý sơn có thể được thực hiện. Ngoài ra, để cải thiện khả năng chống ăn mòn, sơn sửa chữa, xử lý phun và phương pháp tương tự có thể được áp dụng cho phần hàn, phần gia công và phần tương tự.

[0090]

Trong vật liệu thép mạ theo phương án này, một lớp phủ có thể được hình thành trên lớp mạ. Có thể hình thành một hoặc hai lớp phủ trở lên. Ví dụ về các loại lớp phủ trực tiếp ở trên lớp mạ bao gồm lớp phủ cromat, lớp phủ photphat và lớp phủ không chứa cromat. Xử lý cromat, xử lý photphat và xử lý không chứa cromat để tạo thành các lớp phủ này có thể được thực hiện bằng các phương pháp đã biết. Tuy nhiên, hầu hết các phương pháp xử lý cromat có thể làm giảm khả năng hàn trên bề mặt của lớp mạ, và để hiệu quả cải thiện khả năng hàn được thể hiện đầy đủ trong lớp mạ, độ dày tốt hơn là nhỏ hơn 1 µm.

[0091]

Xử lý cromat bao gồm xử lý cromat điện phân trong đó lớp phủ cromat được tạo thành bằng điện phân, xử lý cromat phản ứng trong đó một lớp phủ được tạo thành sử dụng phản ứng với vật liệu và chất lỏng xử lý dư thừa sau đó được rửa sạch, và xử lý cromat loại phủ trong đó chất lỏng xử lý được dùng cho vật được phủ và làm khô mà không cần rửa bằng nước để tạo thành lớp phủ. Có thể sử dụng bất kỳ phương pháp xử lý nào trong số những phương pháp xử lý này.

[0092]

Ví dụ về phương pháp xử lý cromat điện phân bao gồm xử lý cromat điện phân bằng axit cromic, xon silic, nhựa (axit photphoric, nhựa acrylic, nhựa vinyl este, nhựa tương acrylic vinyl axetat, latec styren butadien carboxyl hóa, nhựa epoxy biến tính diisopropanolamin, v.v.), và silic cứng.

[0093]

Ví dụ về phương pháp xử lý photphat bao gồm xử lý kẽm photphat, xử lý kẽm canxi photphat, và xử lý mangan photphat.

[0094]

Phương pháp xử lý không chứa cromat đặc biệt phù hợp vì nó không phải là gánh nặng đối với môi trường. Xử lý không chứa cromat bao gồm xử lý không chứa cromat điện phân trong đó lớp phủ không chứa cromat được tạo thành bằng điện phân, phương pháp xử lý không chứa cromat phản ứng trong đó một lớp phủ được tạo thành sử dụng phản ứng với vật liệu và chất lỏng xử lý dư thừa sau đó được rửa sạch, và xử lý không chứa cromat loại phủ trong đó chất lỏng xử lý được dùng cho vật được phủ và làm khô mà không cần rửa bằng nước để tạo thành lớp phủ. Có thể sử dụng bất kỳ phương pháp xử lý nào trong số những phương pháp xử lý này.

[0095]

Ngoài ra, trên lớp phủ ngay phía trên lớp mạ, có thể bố trí một hoặc hai lớp phủ nhựa hữu cơ trở lên. Nhựa hữu cơ không bị giới hạn ở một loại cụ thể, và ví dụ của nó bao gồm nhựa polyeste, nhựa polyuretan, nhựa epoxy, nhựa acrylic, nhựa polyolefin, và thành phần biến đổi của các loại nhựa này. Ở đây, thành phần biến đổi là nhựa thu được bằng cách cho một nhóm chức phản ứng có trong cấu trúc của các loại nhựa này phản ứng với một hợp chất khác (monome, chất liên kết ngang, etc.) chứa nhóm chức có khả năng phản ứng với nhóm chức trong cấu trúc.

[0096]

Là nhựa hữu cơ như vậy, hỗn hợp của một hoặc hai nhựa hữu cơ trở lên (không biến tính) hoặc hỗn hợp của một hoặc hai nhựa hữu cơ thu được bằng cách biến tính ít nhất một loại nhựa hữu cơ khác với sự có mặt của ít nhất một loại nhựa hữu cơ có thể được sử dụng. Ngoài ra, lớp phủ nhựa hữu cơ có thể chứa bất kỳ chất nhuộm màu nào hoặc chất màu chống gỉ. Cũng có thể sử dụng thành phần gốc nước thu được bằng cách hòa tan hoặc phân tán trong nước.

[0097]

Tiếp theo, phương pháp đánh giá các đặc tính hàn điểm của vật liệu thép mạ và phương pháp đánh giá khả năng chống ăn mòn xung quanh phần hàn điểm sẽ được mô

tả.

[0098]

< Đánh giá phạm vi dòng điện thích hợp >

Nhiều mẫu thử được chuẩn bị để đánh giá phạm vi dòng điện thích hợp của dòng điện hàn để hàn điểm. Là mẫu thử, tốt hơn là vật liệu thép mạ bao gồm một tấm thép mềm với độ dày tấm là 0,8mm làm vật liệu thép bởi vì có thể dễ dàng đánh giá khả năng hàn của chính lớp mạ. Nếu màng xử lý hóa học được tạo thành trên bề mặt của lớp mạ, phần hàn theo kế hoạch được đánh bóng bằng giấy nhám hoặc tương tự và lớp màng xử lý hóa học được tách ra. Tốt hơn là lượng bám dính hoặc độ dày của lớp mạ trong mỗi mẫu là hằng số, và khi độ dày của lớp mạ là khoảng 20 μ m, sự khác biệt về tính chất hàn điểm có xu hướng dễ xảy ra nhất và do đó độ dày của lớp mạ được đặt thành 20 μ m. Tấm thép có lớp mạ được hình thành trên cả hai mặt được sử dụng làm vật mẫu. Một mẫu thử có kích thước 30×50mm được cắt ra từ vật liệu thép mạ làm vật mẫu.

[0099]

Tiếp theo, trong máy hàn điểm, các điều kiện hàn khuyến nghị được tìm kiếm. Vật liệu điện cực là hợp kim gốc Cu-Cr. Hình dạng của điện cực là hình vòm. Thời gian hàn, áp suất, công suất làm mát, thời gian bình phương, thời gian hoạt động, thời gian ngừng hoạt động và tương tự được điều chỉnh, điều chỉnh được thực hiện cho từng mẫu, và điều kiện hàn cơ bản trong đó có thể hàn điểm được tìm kiếm. Về điều kiện hàn cơ bản, tốt hơn là tìm kiếm các điều kiện hàn càng cố định càng tốt ngay cả khi tấm thép mạ bị thay đổi. Khi các điều kiện hàn cơ bản được tìm thấy, đầu tiên, để làm cho trạng thái bề mặt của điện cực không đổi, hàn tạm thời được thực hiện tại 10 điểm, và quá trình hàn sau đó được thực hiện trong khi thay đổi giá trị dòng điện hàn từ phía thấp sang phía cao. Tốt hơn là tăng giá trị dòng điện theo gia số 0,1kA. Sau khi hàn điểm ở mỗi dòng điện hàn, các mẫu thử chồng lên nhau được nhúng vào nhựa, và đường kính mắt điểm hàn ở tâm của phần hàn điểm được đo. Giá trị dòng điện thỏa mãn đường kính mắt điểm hàn là $4 \times \sqrt{t}$ (t = độ dày tấm của tấm thép mạ được sử dụng), là giá trị được xác định, được đặt làm giá trị giới hạn dưới của phạm vi dòng điện thích hợp. Ngoài ra, giá trị dòng điện tại đó bụi xuất hiện được đặt làm giá trị giới hạn trên của phạm vi dòng điện thích hợp. Sự khác biệt giữa giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới là phạm vi dòng điện thích hợp. Khi một tấm thép mạ có phạm vi dòng điện thích hợp rộng hơn,

hàn điểm được thực hiện dễ dàng, và mặt khác, khi tấm thép mạ có phạm vi dòng điện thích hợp hẹp hơn, việc hàn điểm là khó khăn.

[0100]

<Đánh giá đặc tính hiện điểm liên tục>

Tuổi thọ của điện cực hàn điểm cũng phụ thuộc vào vật liệu thép mạ. Tức là, nếu việc hàn điểm có thể được thực hiện nhiều lần tại giá trị dòng điện trong phạm vi dòng điện thích hợp mà không thay thế bề mặt của điện cực, có thể giảm chi phí sản xuất và thời gian sản xuất, và có thể nói rằng đó là vật liệu thép mạ tốt hơn. Cụ thể, giá trị trung bình của phạm vi dòng điện thích hợp được đặt làm dòng điện hàn, và hàn điểm được thực hiện liên tục. Nếu hàn điểm được thực hiện nhiều lần, Ca, Mg, Al, Zn và tương tự, là các nguyên tố kim loại trên bề mặt của lớp mạ, phản ứng với điện cực, và hình dạng của điện cực thay đổi. Có thể dễ dàng đo hình dạng của điện cực bằng giấy nhay áp hoặc tương tự trong quá trình hàn điểm. Khi hàn điểm được thực hiện nhiều lần hơn, đường kính mắt điểm hàn giảm dần. Số điểm khi một trường hợp trong đó đường kính mắt điểm hàn nhỏ hơn $2\sqrt{t}$ (t là độ dày tấm của vật liệu thép) xảy ra liên tục ba lần được định nghĩa là số điểm liên tục. Có thể nói, khi giá trị này càng lớn thì điện cực càng ít mài mòn và vật liệu thép mạ có đặc tính hiện điểm liên tục tốt hơn.

[0101]

<Chống ăn mòn xung quanh phần hàn điểm>

Hai tấm thép mạ có kích thước $70 \times 150\text{mm}$ và $30 \times 75\text{mm}$ được sản xuất, và các phần trung tâm của chúng được làm chồng lên nhau để tạo thành hai phần hàn điểm ở vị trí cách các phần trung tâm 20mm. Đường kính mắt điểm hàn được điều chỉnh đến $4\sqrt{t}$ trở lên (T là độ dày tấm của vật liệu thép). Theo đó, một mẫu thử chồng lên nhau được tạo ra. Một tấm thép mạ có kích thước $70 \times 150\text{mm}$ chỉ được sửa chữa bằng sơn nhựa gốc epoxy ở phần cuối và được đưa trực tiếp vào máy kiểm tra độ ăn mòn. Sau khi thời gian xác định trước qua đi trong máy kiểm tra độ ăn mòn, hiện tượng ăn mòn dễ xảy ra nhất ở phần chồng lên nhau và do đó tình trạng xuất hiện gỉ đỏ được tách ra kiểm tra. Nếu khoảng thời gian cho đến khi gỉ đỏ xuất hiện dài hơn, có thể xác định rằng độ chống ăn mòn xung quanh phần hàn cao và mẫu thích hợp làm vật liệu hàn điểm hơn.

[Các ví dụ]

[0102]

Như được thể hiện trong Bảng 1A đến Bảng 4B, vật liệu thép mạ được sản xuất, và hiệu quả được đánh giá. Diện tích pha $MgZn_2$, diện tích pha Al-Zn, diện tích pha Al, diện tích pha giả tinh thể, và diện tích còn lại được thể hiện trong Bảng 4A và Bảng 4B được đánh giá bằng các phương pháp đo lường trên. Ngoài ra, đường kính hình tròn tương đương trung bình được thể hiện trong Bảng 4A và Bảng 4B là đường kính hình tròn tương đương trung bình của 80% các hạt pha $MgZn_2$ trên cùng có đường kính hình tròn tương đương lớn nhất trong số các hạt pha $MgZn_2$ của cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu m^2$ theo mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ. Ngoài ra, đường kính hình tròn tương đương trung bình được đo bằng phương pháp mô tả ở trên. Ở đây, đường kính hình tròn tương đương của pha $MgZn_2$ là đường kính của đường tròn hoàn hảo tương ứng với diện tích pha $MgZn_2$.

[0103]

Bề mạ được chuẩn bị bằng cách trộn các kim loại nguyên chất. Đối với các thành phần hợp kim mạ, bột Fe được thêm vào sau khi tạo bề và nồng độ Fe không tăng trong suốt quá trình thử nghiệm. Về thành phần của bề mạ, một mảnh kim loại thu được từ quá trình đông tụ bề mạ được hòa tan trong axit và dung dịch được phân tích thành phần bằng ICP. Ngoài ra, các thành phần của tấm thép mạ được tách bằng axit clohydric có thêm chất ức chế, và các thành phần được xác nhận bằng cách thực hiện phân tích thành phần sau khi tách lớp mạ. Ngoại trừ thành phần Fe, hầu hết các thành phần đều khớp với các thành phần của giá trị thành phần bề mạ ($\pm 0,5\%$).

[0104]

Tấm nền của vật liệu thép mạ được cắt ra từ một tấm thép cán nguội có độ dày 0,8mm thành kích thước $180mm \times 100mm$. Tất cả các vật liệu thép là SS400 (thép thông thường). Sử dụng thiết bị mô phỏng mạ nhúng nóng loại theo lượt (có sẵn trên thị trường từ Rhesca Co., Ltd.), cặp nhiệt điện K được gắn vào một phần của tấm thép, trong môi trường khử N_2 chứa 5% H_2 , quá trình ủ được thực hiện ở $800^\circ C$, bề mặt của tấm thép được khử đủ và mẫu sau đó được ngâm trong bề mạ trong 3 giây, sau đó nâng lên, và độ dày lớp mạ được điều chỉnh thành $20\mu m (\pm 1\mu m)$ bằng cách tẩy bằng khí N_2 . Độ dày của lớp mạ tại mặt trước và sau là như nhau. Sau khi được nâng lên từ bề mạ, vật liệu thép mạ được sản xuất trong các điều kiện làm nguội khác nhau từ A đến I sau đây. Ngoài ra,

liên quan đến các kiểu làm nguội từ C đến H, điều kiện trong đó một chất khí ở nhiệt độ cao có chứa $\phi 0,5\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$ được thổi giữa 400 và 380°C trong quá trình làm nguội được định nghĩa từ C# đến H#.

[0105]

Điều kiện A (điều kiện so sánh): sau khi vật liệu thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề mặt và 150°C luôn là 5°C/giây trở xuống.

[0106]

Điều kiện B (điều kiện so sánh): sau khi vật liệu thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề mặt và 150°C luôn là 20°C/giây trở lên.

[0107]

Điều kiện C: sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề mặt và 380°C nhỏ hơn 10°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong 10 giây trở lên, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn 5°C/giây giữa 380 và 300°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình 10°C/giây trở lên giữa 300 và 150°C.

[0108]

Điều kiện D: sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề mặt và 380°C nhỏ hơn 10°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong nhỏ hơn 10 giây, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn 5°C/giây và 20°C/giây trở xuống giữa 380 và 300°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 300 và 150°C.

[0109]

Điều kiện E (điều kiện so sánh): sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề mặt và 380°C nhỏ hơn 10°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong 10 giây trở lên, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn 20°C/giây và nhỏ hơn 50°C/giây giữa 380 và 300°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 300 và 150°C.

[0110]

Điều kiện F: sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa

nhệt độ bề và 380°C nhỏ hơn 10°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong vòng nhỏ hơn 10 giây, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn 20°C/giây và nhỏ hơn 50°C/giây giữa 380 và 300°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 300 và 150°C.

[0111]

Điều kiện G: sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề và 380°C nhỏ hơn 10°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong 10 giây trở lên, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn 5°C/giây và 20°C/giây trở xuống giữa 380 và 300°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 300 và 150°C.

[0112]

Điều kiện H: sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề và 380°C nhỏ hơn 10°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong 10 giây trở lên, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình nhỏ hơn 5°C/giây giữa 380 và 300°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 300 và 150°C.

[0113]

Điều kiện I: sau khi tấm thép được nâng lên từ bề mặt, tốc độ làm nguội trung bình giữa nhiệt độ bề và 350°C nhỏ hơn 5°C/giây, và tấm thép chuyển giữa 400 và 380°C trong vòng nhỏ hơn 10 giây, được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 350 và 250°C, và được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình là 10°C/giây trở lên giữa 250 và 150°C.

[0114]

Mẫu đánh giá hàn điểm và một mẫu kiểm tra ăn mòn sau khi hàn điểm được cắt ra từ mỗi tấm thép mạ được sản xuất.

[0115]

(Điều kiện hàn điểm)

Máy hàn điểm cố định áp suất servo (loại áp suất không khí) được sử dụng. Nguồn điện là loại AC một pha. Tần số của nguồn điện là 50 Hz. Đồng crom dạng vòm 40R (φ6mm) được sử dụng cho điện cực. Các điều kiện cơ bản là áp suất 250kg, thời

gian ép là 30 chu kỳ, độ dốc là 10 chu kỳ, thời gian dẫn điện 10 chu kỳ, thời gian giữ 10 chu kỳ, và tốc độ dòng nước làm nguội 15L/phút. Số chu kỳ tương ứng được đặt và thay đổi thành ± 10 chu kỳ khi cần thiết. Đường cong gờ mỗi hàn được tạo ở các mức tăng 0,2kA cần thiết. Đốt tạm thời được thực hiện trước trên 10 điểm ở 10kA.

[0116]

Hai mẫu thử hàn điểm chồng lên nhau được tạo ra và nhúng vào nhựa và chiều rộng của giá trị dòng điện từ khi đường kính mắt điểm hàn là $4 \times \sqrt{t} = 3,58$ trở lên cho đến khi gỉ sét xảy ra được định nghĩa là phạm vi dòng điện thích hợp.

[0117]

Phạm vi dòng điện thích hợp được đánh giá như sau. “B” là không đạt yêu cầu, và “A” đến “S” là đạt yêu cầu.

[0118]

nhỏ hơn 1,2kA: “B”

nhỏ hơn 2 đến 1,5kA: “A”

nhỏ hơn 5 đến 1,7kA: “AA”

nhỏ hơn 7 đến 1,9kA: “AAA”

9kA trở lên: “S”

[0119]

(Tính chất hiện điểm liên tục trong hàn điểm)

Giá trị trung bình của phạm vi dòng điện thích hợp được sử dụng, và việc đánh giá được thực hiện cho đến khi đường kính mắt điểm hàn giảm xuống dưới $2\sqrt{t}$. Số điểm khi một trường hợp trong đó đường kính mắt điểm hàn nhỏ hơn $2 \times \sqrt{t}$ xảy ra liên tục ba lần được định nghĩa là số điểm liên tục. Sau mỗi 50 điểm, tám chồng lên nhau được nhúng vào nhựa và đường kính mắt điểm hàn được xác nhận.

Tính chất hiện điểm liên tục được đánh giá theo số điểm như sau. “B” là không đạt yêu cầu, và “A” đến “S” là đạt yêu cầu.

[0120]

nhỏ hơn 150 điểm: “B”

150 đến nhỏ hơn 250 điểm: “A”

250 đến nhỏ hơn 500 điểm: “AA”

500 đến nhỏ hơn 750 điểm: “AAA”

750 điểm trở lên: “S”

[0121]

(Đánh giá khả năng chống ăn mòn xung quanh phần hàn điểm)

Hai tấm thép mạ có kích thước 70×150mm và 30×75mm được sản xuất, chồng lên nhau ở phần trung tâm và được hàn điểm ở khoảng cách 20mm từ trung tâm tại 2 điểm (đường kính mắt điểm hàn là $4\sqrt{t}$ trở lên) để tạo ra mẫu thử chồng lên nhau. Mẫu được đưa vào máy thử ăn mòn chu kỳ hỗn hợp và được thử nghiệm ăn mòn theo tiêu chuẩn JASO, M609-91. Từ chu kỳ thứ 150, sau mỗi 30 chu kỳ, phần chồng lên nhau bị bong ra, và trạng thái xuất hiện gỉ đỏ (xuất hiện gỉ đỏ với tỷ lệ diện tích gỉ đỏ từ 1% trở lên) được xác nhận. Độ chống ăn mòn được đánh giá như sau. “B” là không đạt yêu cầu, và “A” đến “S” là đạt yêu cầu.

[0122]

sự xuất hiện gỉ đỏ được quan sát thấy ở ít hơn 150 chu kỳ: “B”

gỉ đỏ xuất hiện trong 150 đến 180 chu kỳ: “A”

gỉ đỏ xuất hiện trong 210 đến 240 chu kỳ: “AA”

gỉ đỏ xuất hiện trong 270 đến 300 chu kỳ: “AAA”

gỉ đỏ không xuất hiện trong 300 chu kỳ: “S”

[0123]

Tấm thép mạ 20×70 mm được chuẩn bị và chịu uốn 0t180° để chuẩn bị vật liệu mẫu. Một băng giấy bóng kính được dán vào phần uốn cong của vật liệu mẫu và sau đó bóc ra và độ bám dính của lớp mạ được xác nhận. Cụ thể, tỷ lệ diện tích lớp mạ được dán vào và bóc ra khỏi băng giấy bóng kính đã bóc so với diện tích băng giấy bóng kính dán vào phần bị uốn cong được tính toán.

Độ bám dính được đánh giá như sau. “B” là không đạt yêu cầu, và “A” đến “S” là đạt yêu cầu.

diện tích lớp mạ bị bong tróc lớn hơn 3%: “B”

diện tích lớp mạ bị bong tróc từ 1 đến 3%: “A”

diện tích lớp mạ bị bong tróc nhỏ hơn 1%: “S”

[0124]

Như được thể hiện trong Bảng 1A đến Bảng 5B, trong tất cả các số thứ tự từ 2 đến 8, 11 đến 15, 18, 19, 21 đến 26, 29, 30, 32, 34, 35, 37 đến 39, 41, 42, 45, 47, 50, và 52 đến 54, thành phần hóa học và cấu trúc kim loại của lớp mạ nằm trong phạm vi của sáng chế, và phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm, tính chất hiện điểm liên tục và khả năng chống ăn mòn đều tốt.

[0125]

Như được thể hiện trong Bảng 1A đến Bảng 5B, trong các số thứ tự 1, 27, 28, 31, 33, 36, 40, 43, 44, 46, 48, 49, và 51, do thành phần hóa học của lớp mạ nằm ngoài phạm vi của sáng chế này, và các điều kiện sản xuất nằm ngoài phạm vi thích hợp, phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm, tính chất hiện điểm liên tục và khả năng chống ăn mòn đều bị giảm.

[0126]

Như được thể hiện trong Bảng 1A đến Bảng 5B, trong các số thứ tự 9, 10, 16, 17, 20, 55, 56, 57, và 58, do các điều kiện sản xuất nằm ngoài phạm vi thích hợp, và cấu trúc của lớp mạ nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại, phạm vi dòng điện thích hợp trong quá trình hàn điểm, tính chất hiện điểm liên tục và khả năng chống ăn mòn đều bị giảm.

[0127]

[Bảng 1A]

Số thứ tự	Phân loại	Nhiệt độ bề (°C)	Phân loại sản xuất	Lớp mạ (phần còn lại của thành phần hóa học là các tạp chất)		
				Nguyên tố chính (% khối lượng)		
				Zn	Al	Mg
1	Ví dụ so sánh	500	E	91,29	4,0	4,1
2	Ví dụ	500	E	90,98	4,2	4,2
3	Ví dụ	500	E#	87,01	6,0	6,0
4	Ví dụ	500	E#	86,73	6,0	6,0
5	Ví dụ	500	E	87,00	6,0	6,0
6	Ví dụ	500	E	86,05	6,5	6,0
7	Ví dụ	500	E#	84,44	6,5	6,5
8	Ví dụ	500	E#	82,70	7,0	8,0
9	Ví dụ so sánh	500	<u>A</u>	83,10	7,0	8,0
10	Ví dụ so sánh	500	<u>B</u>	83,10	7,0	8,0
11	Ví dụ	500	E#	83,10	7,0	8,0
12	Ví dụ	500	E#	83,10	7,0	8,0
13	Ví dụ	500	E#	83,10	7,0	8,0
14	Ví dụ	500	E#	81,50	8,0	9,0
15	Ví dụ	500	C#	79,40	9,0	9,5
16	Ví dụ so sánh	500	<u>A</u>	79,90	9,0	9,5
17	Ví dụ so sánh	500	<u>B</u>	79,90	9,0	9,5
18	Ví dụ	500	C	79,90	9,0	9,5
19	Ví dụ	500	C#	79,90	9,0	9,5
20	Ví dụ so sánh	500	<u>E#</u>	80,90	9,0	8,0
21	Ví dụ	500	G#	77,25	10,0	10,0
22	Ví dụ	510	C#	77,40	11,0	9,0
23	Ví dụ	520	C#	74,70	12,0	11,0
24	Ví dụ	550	H#	71,90	13,0	12,0
25	Ví dụ	550	C#	70,70	14,0	11,5
26	Ví dụ	550	C#	66,44	14,5	12,3
27	Ví dụ so sánh	550	<u>F</u>	71,55	<u>15,0</u>	9,0
28	Ví dụ so sánh	500	G	92,85	<u>3,5</u>	<u>3,0</u>
29	Ví dụ	500	E	82,89	8,0	6,5

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0128]

[Bảng 1B]

Số thứ tự	Phân loại	Nhiệt độ bề (°C)	Phân loại sản xuất	Lớp mạ (phần còn lại của thành phần hóa học là các tạp chất)		
				Nguyên tố chính (% khối lượng)		
				Zn	Al	Mg
30	Ví dụ	500	C	76,85	10,0	9,0
31	Ví dụ so sánh	520	C	72,55	12,5	10,0
32	Ví dụ	500	E#	84,70	7,0	6,0
33	Ví dụ so sánh	500	G#	85,10	7,0	6,0
34	Ví dụ	500	E	86,10	7,0	6,0
35	Ví dụ	500	E	83,45	8,0	6,5
36	Ví dụ so sánh	500	E	83,50	8,0	6,5
37	Ví dụ	500	E	84,40	8,0	6,5
38	Ví dụ	550	C#	70,20	14,0	12,0
39	Ví dụ	550	C#	69,40	14,0	12,0
40	Ví dụ so sánh	550	D	71,40	14,0	12,0
41	Ví dụ	510	C	78,40	11,0	9,0
42	Ví dụ	510	C#	78,10	11,0	9,0
43	Ví dụ so sánh	510	D#	78,20	11,0	9,0
44	Ví dụ so sánh	550	H#	68,85	14,5	12,0
45	Ví dụ	500	C#	81,20	9,0	8,0
46	Ví dụ so sánh	500	H	81,40	9,0	8,0
47	Ví dụ	500	C	81,50	9,0	8,0
48	Ví dụ so sánh	500	C	81,40	9,0	8,0
49	Ví dụ so sánh	500	C	85,00	8,0	6,0
50	Ví dụ	500	E#	85,67	7,0	6,0
51	Ví dụ so sánh	550	G	66,35	14,5	12,5
52	Ví dụ	500	G	83,15	8,5	7,0
53	Ví dụ	500	H	83,09	8,5	7,0
54	Ví dụ	500	E#	83,25	7,0	8,0
55	Ví dụ so sánh	450	A	89,10	5,0	5,0
56	Ví dụ so sánh	450	E	78,40	10,0	10,0
57	Ví dụ so sánh	500	I	83,90	7,0	8,0
58	Ví dụ so sánh	500	I	81,80	9,0	8,0

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0129]

[Bảng 2A]

Số thứ tự	Lớp mạ (phần còn lại của thành phần hóa học là các tạp chất)										
	Nhóm nguyên tố A (% khối lượng)			Nhóm nguyên tố B (% khối lượng)					Nhóm nguyên tố C (% khối lượng)		
	Sn	Bi	In	Ca	Y	La	Ce	Sr	Si	B	P
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,01	0,01	0	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0
4	0,05	0,05	0,05	0,10	0	0	0	0	0,10	0	0
5	0,05	0	0,05	0,10	0	0	0	0	0	0	0
6	0,10	0	0	0,10	0	0	0	0	0,20	0	0
7	0,20	0	0	0,20	0	0	0	0	0,30	0	0
8	0,40	0	0	0,40	0	0	0	0	0,40	0	0
9	0,50	0	0	0,30	0	0	0	0	0,20	0	0
10	0,50	0	0	0,30	0	0	0	0	0,20	0	0
11	0,50	0	0	0,30	0	0	0	0	0,20	0	0
12	0,50	0	0	0,30	0	0	0	0	0,20	0	0
13	0,50	0	0	0,30	0	0	0	0	0,20	0	0
14	0	0	0	0,50	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,50	0	0
16	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,30	0	0
17	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,30	0	0
18	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,30	0	0
19	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,30	0	0
20	0,50	0	0	0,20	0	0	0	0	0,30	0	0
21	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0,60	0	0
22	0,50	0	0	0,20	0	0	0	0	0,20	0	0
23	0,10	0	0	0,30	0	0	0	0	0,05	0	0
24	0	0	0	1,00	0	0	0	0	0,30	0	0
25	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,50	0	0
26	1,00	0	0	1,80	0	0	0	0	2,30	0	0
27	2,00	0	0	0,50	0	0	0	0	0,20	0	0
28	0	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0
29	1,50	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0130]

[Bảng 2B]

Số thứ tự	Lớp mạ (phần còn lại của thành phần hóa học là các tạp chất)										
	Nhóm nguyên tố A (% khối lượng)			Nhóm nguyên tố B (% khối lượng)					Nhóm nguyên tố C (% khối lượng)		
	Sn	Bi	In	Ca	Y	La	Ce	Sr	Si	B	P
30	2,50	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0	0
31	<u>3,00</u>	0	0	0,50	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0,80	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0
33	0	<u>1,00</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0,80	0	0	0,10	0,01	0	0	0	0
36	0	0	<u>1,00</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0,20	0	0,20	0,20	0	1,50	0	0
39	0	0	0	0	0	0,40	0,40	0	2,00	0	0
40	0	0	0	0	0	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	<u>0,50</u>	0	0	0
44	0	0	0	0,50	0	0	0	0	<u>2,50</u>	0	0
45	0	0	0	0,30	0	0	0	0	0	0,40	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>0,50</u>	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>0,50</u>
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,20	0,01	0
51	1,00	0	0	<u>2,00</u>	0	0	0	0	2,00	0	0
52	0	0	0	0,10	0	0	0	0	0,10	0	0
53	0	0	0	0,10	0	0	0	0	0,10	0,01	0
54	0,50	0	0	0,20	0	0	0	0	0,10	0	0
55	0,10	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0	0
58	0	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0131]

[Bảng 3A]

Số thứ tự	Lớp mạ (phần còn lại của thành phần hóa học là các tạp chất)											
	Nhóm nguyên tố D (% khối lượng)									Nhóm nguyên tố E (% khối lượng)		Mg/Al
	Cr	Ti	Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	Fe	Sb	Pb	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,01	0	1,03
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,62	0	0	1,00
3	0,05	0	0,1	0	0	0	0	0	0,80	0	0	1,00
4	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,80	0,02	0	1,00
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,80	0	0	1,00
6	0,10	0	0,1	0	0	0	0	0	0,85	0	0	0,92
7	0,20	0	0,8	0	0	0	0	0	0,85	0	0,01	1,00
8	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	1,13
15	0	0	0	0	0	0	0,10	0	1,10	0	0,20	1,06
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	1,06
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	1,06
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	1,06
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	1,06
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	0,89
21	0	0	0	0	0	0	0,35	0	1,20	0	0	1,00
22	0	0	0	0	0	0	0	0	1,30	0,40	0	0,82
23	0	0	0	0	0	0	0,05	0	1,40	0	0,40	0,92
24	0	0	0	0,10	0	0	0	0	1,50	0,20	0	0,92
25	0	0	0	0,20	0	0	0	0	1,60	0	0	0,82
26	0	0,01	0	0	0	0	0	0	1,65	0	0	0,85
27	0	0,05	0	0	0	0	0	0	1,70	0	0	0,60
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55	0	0	0,86
29	0	0	0	0	0	0	0	0,10	1,00	0	0	0,81

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0132]

[Bảng 3B]

Số thứ tự	Lớp mạ (phần còn lại của thành phần hóa học là các tạp chất)											
	Nhóm nguyên tố D (% khối lượng)									Nhóm nguyên tố E (% khối lượng)		Mg/Al
	Cr	Ti	Ni	Co	V	Nb	Cu	Mn	Fe	Sb	Pb	
30	0	0	0	0	0	0	0	0,20	1,20	0,05	0	0,90
31	0	0	0	0	0	0	0	0	1,45	0	0	0,80
32	0	0,20	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0,86
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0,86
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0,86
35	0	0,23	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0,81
36	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0,81
37	0	0	0	0	0	0,10	0	0	1,00	0	0	0,81
38	0	0	0	0	0,10	0	0	0	1,60	0	0	0,86
39	0	0	0	0	0,20	0	0	0	1,60	0	0	0,86
40	0	0	0	0	0	0	0	0	1,60	0	0	0,86
41	0	0	0	0	0	0,10	0	0	1,30	0	0	0,82
42	0	0	0	0	0	0,20	0	0	1,30	0	0	0,82
43	0	0	0	0	0	0	0	0	1,30	0	0	0,82
44	0	0	0	0	0	0	0	0	1,65	0	0	0,83
45	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	0,89
46	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	0,89
47	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	0,89
48	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	0,89
49	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0,75
50	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0,86
51	0	0	0	0	0	0	0	0	1,65	0	0	0,86
52	0,05	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0,05	0,82
53	0	0	0	0	0	0	0	0,10	1,05	0,05	0	0,82
54	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,90	0	0	1,14
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0,70	0	0	1,00
56	0	0	0	0	0	0	0	0	1,20	0	0	1,00
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	1,14
58	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0	0	0,89

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0133]

[Bảng 4A]

Số thứ tự	Lớp mạ						
	Cấu trúc						
	MgZn ₂		Al		Giả tinh thể (% diện tích)	Eutecti ba thành phần (% diện tích)	Phần còn lại (% diện tích)
	% diện tích	Đường kính hình tròn trương đương trung bình (μm)	Pha Al-Zn (% diện tích)	Pha Al (% diện tích)			
1	10	5	10	0	0	75	5
2	20	5	10	0	0	65	5
3	25	30	10	0	0	60	5
4	25	30	10	0	0	60	5
5	25	10	10	0	0	60	5
6	25	10	10	0	0	60	5
7	25	30	10	0	0	60	5
8	35	40	15	0	1	45	4
9	35	25	0	20	1	40	4
10	5	10	20	0	1	70	4
11	30	30	10	0	1	55	4
12	35	40	15	0	1	45	4
13	35	40	10	0	1	50	4
14	40	50	20	5	1	30	4
15	40	40	20	0	2	35	3
16	40	25	0	20	2	35	3
17	5	10	15	5	2	70	3
18	30	10	20	5	2	40	3
19	40	40	15	5	2	35	3
20	40	40	0	20	1	35	4
21	35	40	25	5	2	30	3
22	35	30	20	10	1	30	4
23	40	30	15	10	2	30	3
24	40	50	15	10	3	30	2
25	40	50	15	10	3	30	2
26	40	50	15	10	3	30	2
27	35	25	10	20	3	30	2
28	5	10	10	0	0	80	5
29	15	10	15	0	0	65	5

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0134]

[Bảng 4B]

Số thứ tự	Lớp mạ						
	Cấu trúc						
	MgZn ₂		Al		Giả tinh thể (% diện tích)	Eutecti ba thành phần (% diện tích)	Phần còn lại (% diện tích)
	% diện tích	Đường kính hình tròn tương đương trung bình (μm)	Pha Al- Zn (% diện tích)	Pha Al (% diện tích)			
30	35	20	25	5	2	30	3
31	35	25	20	10	2	30	3
32	25	40	10	0	0	60	5
33	25	40	40	0	0	30	5
34	25	5	15	0	0	55	5
35	15	10	20	0	0	60	5
36	15	5	20	0	0	60	5
37	15	5	20	0	0	60	5
38	40	50	15	10	3	30	2
39	40	50	15	10	3	30	2
40	40	10	15	15	3	25	2
41	30	20	20	10	2	35	3
42	30	40	20	10	2	35	3
43	30	50	20	10	2	35	3
44	40	50	15	15	3	25	2
45	35	40	20	0	1	40	4
46	35	5	20	5	1	35	4
47	35	5	20	5	1	35	4
48	35	5	20	5	1	35	4
49	20	5	40	0	0	35	5
50	25	30	10	0	0	60	5
51	44	25	15	15	5	20	1
52	25	10	10	10	0	50	5
53	25	10	10	10	0	50	5
54	35	30	20	0	1	40	4
55	5	10	10	15	1	65	4
56	35	20	5	20	2	35	3
57	40	10	30	0	2	25	3
58	25	20	5	20	2	45	3

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0135]

[Bảng 5A]

Số thứ tự	Hiệu quả			
	Tính chất hàn điểm		Chống ăn mòn	Độ bám dính
	Phạm vi dòng điện thích hợp	Đặc tính hiện điểm liên tục		
1	B	B	B	A
2	A	AAA	A	A
3	S	AAA	AA	S
4	S	AAA	AA	S
5	AA	AAA	AA	A
6	S	AAA	AA	S
7	S	AA	AA	S
8	S	S	S	S
9	B	B	B	S
10	B	B	B	S
11	S	AAA	AAA	S
12	AAA	S	S	S
13	AAA	S	S	S
14	AA	S	AAA	S
15	S	S	AAA	S
16	B	B	B	S
17	B	B	B	S
18	AAA	AAA	AA	S
19	AAA	S	AAA	S
20	B	B	B	S
21	S	S	AA	S
22	AAA	AAA	S	S
23	S	AAA	S	S
24	S	AAA	AA	S
25	S	AAA	AA	S
26	S	AAA	AAA	S
27	B	B	B	S
28	B	B	B	S
29	AA	AA	AA	S

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

[0136]

[Bảng 5B]

Số thứ tự	Hiệu quả			
	Tính chất hàn điểm		Chống ăn mòn	Độ bám dính
	Phạm vi dòng điện thích hợp	Đặc tính hiện điểm liên tục		
30	AA	AAA	AAA	S
31	B	B	B	S
32	AA	S	AAA	A
33	B	B	B	A
34	AA	AAA	A	A
35	AA	A	AA	S
36	B	B	B	S
37	AA	A	A	S
38	S	AAA	AAA	S
39	S	AAA	AAA	S
40	B	B	B	S
41	AA	AA	AA	S
42	AA	AA	AAA	S
43	B	B	B	S
44	B	B	B	S
45	AAA	S	AAA	S
46	B	B	B	S
47	AA	AAA	AA	S
48	B	B	B	S
49	B	B	B	S
50	S	AAA	A	S
51	B	B	B	S
52	AAA	AA	A	S
53	AAA	AA	A	S
54	AAA	S	S	S
55	B	B	B	B
56	B	B	B	B
57	B	B	B	S
58	B	B	B	A

Các phần được gạch chân cho biết nằm ngoài phạm vi của sáng chế hiện tại hoặc nằm ngoài phạm vi của điều kiện sản xuất thích hợp hơn.

Đơn này yêu cầu quyền ưu tiên từ Đơn đăng ký Sáng chế Nhật Bản số 2020-191503, được nộp ngày 18 tháng 11 năm 2020, nội dung của nó được kết hợp ở đây nhằm viện dẫn.

Danh mục số chỉ dẫn

[0137]

1 [cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn]

2 pha Al-Zn

3 pha MgZn₂

4 pha Al

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu thép mạ, vật liệu thép mạ này bao gồm:

vật liệu thép, và

lớp mạ được bố trí trên bề mặt của vật liệu thép,

trong đó lớp mạ có thành phần hóa học trung bình bao gồm, theo % khối lượng:

Al: lớn hơn 4,0% và nhỏ hơn 15,0%,

Mg: lớn hơn 3,2% và nhỏ hơn 12,5%,

Sn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 3,00%,

Bi: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%,

In: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,00%,

Ca: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,00%,

Y: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

La: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Ce: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Sr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

Si: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 2,50%,

B: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%,

P: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,50%

Cr: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Ti: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Ni: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 1,0%,

Co: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

V: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Nb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Cu: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,40%,

Mn: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,25%,

Fe: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 5,00%,

Sb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%, và

Pb: lớn hơn hoặc bằng 0% và nhỏ hơn 0,5%,

Với phần còn lại lớn hơn 50,00% là Zn và các tạp chất,

trong đó, theo % khối lượng, khi lượng Mg là %Mg và lượng Al là %Al, %Mg/%Al là 0,80 trở lên, và

trong đó cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu\text{m}^2$ theo mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ bao gồm 10 đến 40% diện tích là pha MgZn_2 , 10 đến 30% diện tích là pha Al-Zn có hàm lượng Zn 10% trở lên, 0 đến 15% diện tích là pha Al có hàm lượng Zn nhỏ hơn 10%, và 25% diện tích trở lên là cấu trúc eutecti ba thành phần Al/MgZn₂/Zn.

2. Vật liệu thép mạ theo điểm 1,

trong đó, trong thành phần hóa học trung bình của lớp mạ, hàm lượng ít nhất một hoặc hai hoặc nhiều Ca, Y, La, Ce và Sr là 0,01% khối lượng trở lên.

3. Vật liệu thép mạ theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó đường kính hình tròn tương đương trung bình của 80% các hạt pha MgZn_2 trên cùng có đường kính hình tròn tương đương lớn nhất trong số các hạt pha MgZn_2 của cấu trúc kim loại trong tổng trường nhìn $25.000\mu\text{m}^2$ theo mặt cắt dọc là mặt cắt theo chiều dày của lớp mạ là $30\mu\text{m}$ trở lên.

1/2

FIG. 1

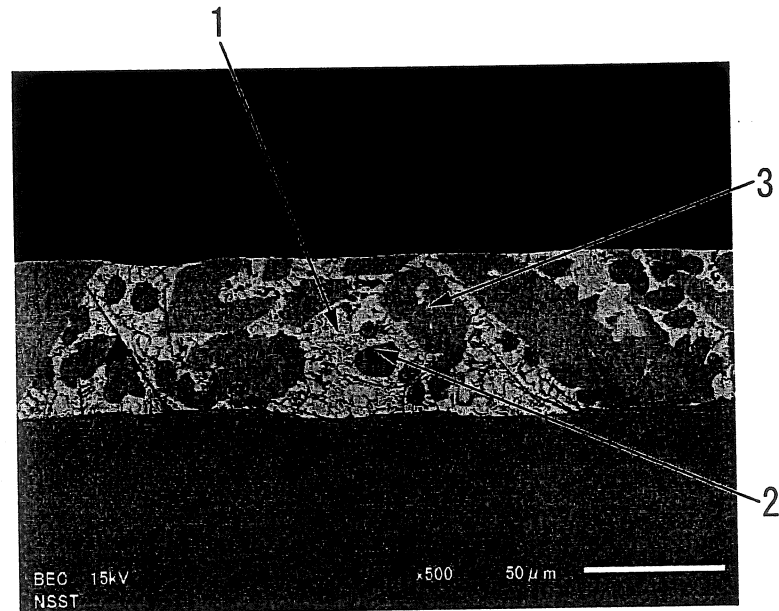
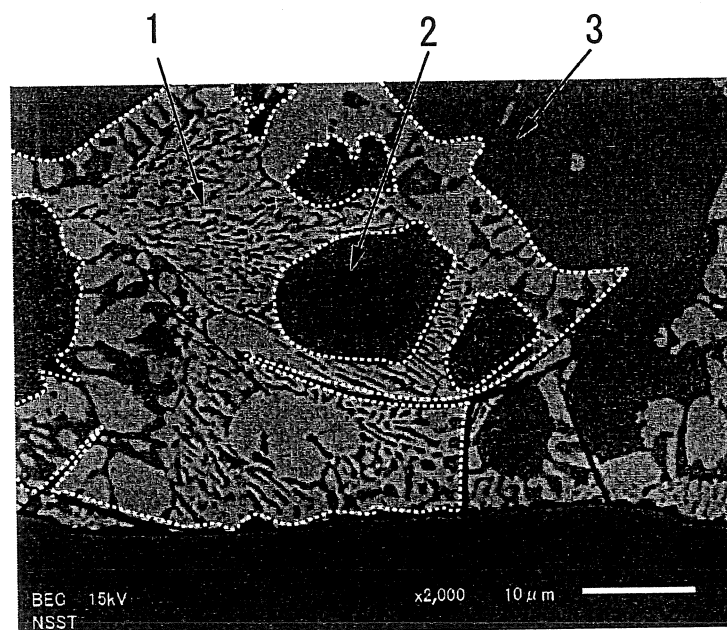


FIG. 2



2/2

FIG. 3

