



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

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

(11)



1-0032347

(51)⁸ C23C 4/06; C25D 7/06; C23C 4/10;
C22C 29/08

(13) B

(21) 1-2018-04035

(22) 14/02/2017

(86) PCT/JP2017/005385 14/02/2017

(87) WO/2017/141925 24/08/2017

(30) 2016-030368 19/02/2016 JP

(45) 25/06/2022 411

(43) 26/11/2018 368A

(73) 1. JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

2. TOCALO CO., LTD. (JP)

4-4, Minatojimaminami-machi 6-chome, Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo 6500047 (JP)

(72) BABA Yuya (JP); TAKEUCHI Junichi (JP); KOBAYASHI Yoshifumi (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) BỘT GỒM KIM LOẠI, CHI TIẾT ĐƯỢC MẠ LỚP PHỦ BẢO VỆ VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHI TIẾT NÀY, VÀ THANH CÁN NHÚNG TRONG BỀ MẠ ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THANH CÁN NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến bột gồm kim loại cho phép tạo ra lớp phủ gồm kim loại có độ bền chống mài mòn và chống ăn mòn đều cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1. Bột gồm kim loại được bọc lộ chứa hạt cacbua vonfram với 40% khối lượng hoặc nhiều hơn; hạt cacbua molybden với lượng từ 10% đến 40% khối lượng; và Ni hoặc hợp kim của Ni làm kim loại nền, trong đó bột gồm kim loại còn chứa crôm, dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong kim loại nền, với lượng là 8 % khối lượng hoặc nhiều hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bột gồm kim loại, chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ và phương pháp sản xuất chi tiết này, và thanh cán nhúng trong bể mạ điện và phương pháp sản xuất thanh cán này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, các phương pháp sau đây đã được đề xuất là phương pháp sản xuất thanh cán dẫn điện được sử dụng trong bể mạ. JPH1198460A (PTL 1) mô tả phương pháp trong đó phun hồ quang plasma được thực hiện trên bề mặt của thanh cán thép cacbon sử dụng nguyên liệu phun phủ nhiệt gồm hợp kim chứa Co hoặc Ni làm thành phần chính và phụ gia gồm Cr, C, Fe, Mo, hoặc tương tự trong điều kiện môi trường áp suất thấp không có oxy, và lớp phủ sau đó trải qua xử lý nóng chảy nóng bằng cách nung nóng hồ quang plasma trong cùng môi trường để tạo ra lớp phủ được phun phủ nhiệt không xốp.

JPH5295592A (PTL 2) mô tả phương pháp trong đó lớp phủ được phun phủ nhiệt được tạo ra bằng cách phun phủ nhiệt một hỗn hợp bột cấu tạo gồm bột gồm kim loại cacbua và bột hợp kim niken crôm chứa C lên trên bề mặt phần thân thanh cán cacbon-thép, sau đó gây ra sự tái kết tủa cacbua bằng cách nung nóng lớp phủ phun phủ nhiệt để tạo ra lớp phủ được phun phủ nhiệt tái kết tủa cacbua được phân tán, và sau đó lắp ghép nóng phần thân thanh cán với phần bên ngoài của chi tiết lớp nền thanh cán.

JP200288461A (PTL 3) mô tả phương pháp sản xuất thanh cán dẫn điện có độ bền chống ăn mòn được cải thiện, trong đó hỗn hợp bột cấu tạo gồm bột gồm kim loại WC-Ni và cần chứa hợp kim tự hạ điểm chảy nền niken được phun phủ nhiệt lên trên bề mặt thanh cán SS-400, và sau đó quá trình tái nóng chảy được thực hiện để tạo ra lớp phủ.

JP2006183107A (PTL 4) mô tả phương pháp sản xuất thanh cán dẫn điện, trong đó lớp được phun phủ nhiệt bằng hợp kim tự hạ điểm nóng chảy chứa gồm kim loại WC được tạo ra trên bề mặt thanh cán SS-400 và tiếp theo lớp phủ gồm kim loại WC được tạo ra ngay trên đó.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JPH1198460A

PTL 2: JPH5295592A

PTL 3: JP200288461A

PTL 4: JP2006183107A.

(Vấn đề kỹ thuật)

Trong PTL 1, dung dịch mạ là axit có pH thấp hơn 1 gặp phải vấn đề là dung dịch mạ thấm qua bề mặt lớp phủ sau khi sử dụng liên tục, làm giảm độ bám dính giữa nền thanh cán và lớp phủ được phun phủ nhiệt và làm cho lớp phủ bong tróc khỏi bề mặt của nền. Trong thực tế, kỹ thuật PTL 1 không được tiến hành trong các điều kiện khắc nghiệt như pH thấp hơn 1, trong đó các điều kiện tiến hành chỉ được chứng minh nằm trong khoảng mật độ dòng điện thấp ở mức từ 5 A/dm^2 đến 20 A/dm^2 , và thời gian vận hành ngắn ở mức 1.000 giờ. Điều này nghĩa là kỹ thuật PTL 1 không đáp ứng được thời gian vận hành lâu dài như một tháng vận hành liên tục. Ngoài ra, vì việc xử lý nóng chảy bằng nhiệt đối với lớp phủ được thực hiện sau khi phun phủ nhiệt nên tạo ra vấn đề tăng chi phí sản xuất.

Cũng như vậy, trong PTL 2, dung dịch mạ là axit có pH thấp hơn 1 gặp phải vấn đề là dung dịch mạ thấm qua bề mặt lớp phủ sau khi sử dụng liên tục, làm giảm độ bám dính giữa nền thanh cán và lớp phủ được phun phủ nhiệt và làm cho lớp phủ bong tróc khỏi bề mặt của nền. Ngoài ra, mép thanh cán bị ăn mòn axit bởi dung dịch mạ, dẫn đến vấn đề phân mảnh làm giảm hiệu suất sản xuất. Cũng cần tiến hành xử lý tái nóng chảy trên thanh cán sau khi phun phủ nhiệt, điều này gây ra vấn đề là thời gian và chi phí và liên quan đến việc tái tạo thanh cán bao gồm lắp ghép nóng tăng lên.

Cũng trong PTL 3, dung dịch mạ là axit mạnh có độ pH thấp hơn 1 gặp phải vấn đề là dung dịch mạ thấm qua bề mặt lớp phủ sau khi sử dụng liên tục, làm giảm độ bám dính giữa nền thanh cán và lớp phủ được phun phủ nhiệt và làm cho lớp phủ bong tróc khỏi bề mặt của nền. Cũng cần tiến hành xử lý tái nóng chảy trên thanh cán sau khi phun phủ nhiệt, gây ra vấn đề là thời gian và chi phí và liên quan đến việc tái tạo thanh cán tăng lên. Ngoài ra, khi phun lớp phủ này lên thanh cán thép không gỉ, việc xử lý tái nóng chảy gây ra rạn nứt ở biên hạt tinh thể do nung nóng thép không gỉ, và thanh cán bị hư hại. Vì lý do này, thép cacbon có độ bền chống ăn mòn thấp phải được sử dụng, dẫn đến vấn đề phân mảnh thép cacbon bị ăn mòn axit làm giảm hiệu suất sản xuất.

Cũng trong PTL 4, dung dịch mạ là axit mạnh có pH thấp hơn 1 gặp phải vấn đề là dung dịch mạ thấm qua bề mặt lớp phủ sau khi sử dụng liên tục, làm giảm độ bám dính giữa nền thanh cán và lớp phủ được phun phủ nhiệt và làm cho lớp phủ bong tróc khỏi bề mặt của nền. Thực sự, trong thử nghiệm ăn mòn axit bằng cách nhúng trong dung dịch mạ trong PTL 4, giá trị pH là 3,0, và không có thử nghiệm nào được tiến hành trong các môi trường khắc nghiệt như pH thấp hơn 1. Cũng cần tiến hành xử lý tái nóng chảy trên thanh cán sau khi phun phủ nhiệt, gây ra vấn đề là thời gian và chi phí liên quan đến việc tái tạo thanh cán tăng lên. Ngoài ra, khi phun lớp phủ này lên thanh cán thép không gỉ, việc xử lý tái nóng chảy gây ra rạn nứt ở biên hạt tinh thể do nung nóng thép không gỉ, và thanh cán bị hư hại. Vì lý do này, thép cacbon có độ bền chống ăn mòn thấp phải được sử dụng, dẫn đến vấn đề phân mảnh thép cacbon bị mòn axit làm giảm hiệu suất sản xuất.

Như được mô tả nêu trên, thanh cán dẫn điện thông thường có đặc điểm chủ yếu là thép cacbon được sử dụng làm vật liệu thanh cán, và nhằm mục đích ngăn chặn phản ứng giữa thép cacbon với dung dịch mạ, một lớp được phủ bằng hợp kim nền NiCr được tạo ra trên bề mặt thanh cán. Lớp được phủ này có đặc điểm là chứa cacbua (hoặc gồm kim loại) cấu tạo chủ yếu bao gồm WC nhằm mục đích ngăn chặn mài mòn do chà xát với tấm thép. Điều này có thể làm giảm mạnh phản ứng và sự mài mòn trong bể mạ axit có pH ≥ 1 , đảm bảo tuổi thọ của thanh cán và giảm tỉ lệ khuyết tật.

Tuy nhiên, trong thanh cán dẫn điện thông thường như vậy, trong bể mạ axit mạnh có pH < 1 , lượng bị ăn mòn axit của chính thép cacbon tăng mạnh, và ngoài ra, độ bền chống ăn mòn của chính lớp được phủ chứa cacbua trở nên không đủ, dẫn đến vấn đề về hiệu quả đạt được thấp so với chi phí liên quan đến việc sản xuất thanh cán. Tức là, khó đạt được cả độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1 trong các thanh cán thu được bằng phương pháp thông thường và cách xử lý bề mặt thông thường.

Hơn nữa, nhận thấy rằng sản phẩm thông thường có lớp phủ được phun phủ nhiệt trên chi tiết lớp nền thanh cán thép cacbon, lớp phủ được phun phủ nhiệt và chi tiết lớp nền thanh cán thép cacbon bị hư hại do ăn mòn axit, và một số phân mảnh bắn vào sản phẩm mạ, dẫn đến khuyết tật như khuyết tật nén và do vậy mà làm giảm hiệu suất sản xuất. Ngoài ra, trong quá trình mạ điện thiếc thông thường, biết rằng ion thiếc trong dung dịch mạ chuyển thành thiếc kim loại, điều này có thể gây ra sự kết tủa bằng điện trên bề mặt thanh cán. Thiếc kim

loại bị kết tủa bằng điện cũng gây ra các sản phẩm khuyết tật như khuyết tật nén, và xu hướng này trở nên đáng kể khi thanh cán thông thường mô tả nêu trên được sử dụng.

Do vậy, việc hữu ích là tạo ra bột gồm kim loại cho phép điều chế lớp phủ gồm kim loại có cả độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1. Việc hữu ích nữa là tạo ra chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ và thanh cán nhúng trong bể mạ điện tương thích với độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1, cũng như các phương pháp sản xuất chúng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Giải pháp cho vấn đề

Vì vậy sáng chế đề xuất:

(1) Bột gồm kim loại chứa: hạt cacbua vonfram với lượng là 40% khối lượng hoặc nhiều hơn; hạt cacbua molybden với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng; và Ni hoặc hợp kim của Ni làm kim loại nền, trong đó bột gồm kim loại còn chứa crôm, dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong kim loại nền, với 8% khối lượng hoặc nhiều hơn.

(2) Bột gồm kim loại theo điểm (1) nêu trên, trong đó hạt cacbua vonfram có hàm lượng 70% khối lượng hoặc ít hơn.

(3) Bột gồm kim loại theo điểm (1) hoặc (2) nêu trên, trong đó hạt cacbua vonfram có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

(4) Bột gồm kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ (1) đến (3) nêu trên, trong đó hạt cacbua molybden độ phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

(5) Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ bao gồm: chi tiết lớp nền thép không gỉ; và lớp phủ gồm kim loại được tạo ra trên chi tiết lớp nền thép không gỉ, trong đó lớp phủ gồm kim loại bao gồm nền làm bằng Ni hoặc hợp kim của Ni, trong đó hạt cacbua vonfram và hạt cacbua molybden được phân tán, và, lớp phủ gồm kim loại chứa hạt cacbua vonfram với 40% khối lượng hoặc nhiều hơn, hạt cacbua molybden với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng, và crôm, dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong nền, với lượng là 8% khối lượng hoặc nhiều hơn.

(6) Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm (5) nêu trên, trong đó hạt cacbua vonfram có hàm lượng 70% khối lượng hoặc ít hơn.

(7) Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm (5) hoặc (6) nêu trên,

trong đó hạt cacbua vonfram trong lớp phủ gồm kim loại có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

(8) Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ (5) đến (7) nêu trên, trong đó hạt cacbua molybden trong lớp phủ gồm kim loại có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

(9) Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ (5) đến (8) nêu trên, trong đó lớp phủ gồm kim loại có độ nhám bề mặt Ra nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 10 μm .

(10) Phương pháp sản xuất chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ, bao gồm phun phủ nhiệt bột gồm kim loại được nêu trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ (1) đến (4) nêu trên lên trên chi tiết lớp nền thép không gỉ.

(11) Phương pháp sản xuất chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm (10) nêu trên, trong đó phun phủ nhiệt là phun phủ nhiệt HVOF.

(12) Thanh cán nhúng trong bể mạ điện bao gồm chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ được nêu trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ (5) đến (9) nêu trên.

(13) Thanh cán nhúng trong bể mạ điện bao gồm phần trục thanh cán và phần thân thanh cán, cả hai đều làm bằng thép không gỉ, trong đó chỉ có phần thân thanh cán bao gồm chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ được nêu trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ (5) đến (9) nêu trên.

(14) Phương pháp sản xuất thanh cán nhúng trong bể mạ điện, phương pháp bao gồm: tạo ra chi tiết thanh cán bao gồm phần trục thanh cán và phần thân thanh cán, cả hai đều làm bằng thép không gỉ; và chỉ tạo ra lớp phủ gồm kim loại lên trên phần thân thanh cán bằng cách phun phủ nhiệt bột gồm kim loại được nêu trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ (1) đến (4) nêu trên.

(15) Phương pháp sản xuất thanh cán nhúng trong bể mạ điện theo điểm (14) nêu trên, trong đó phun phủ nhiệt là phun phủ nhiệt HVOF.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Với bột gồm kim loại của sáng chế, có thể điều chế lớp phủ gồm kim loại có độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1.

Hơn nữa, chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ và thanh cán nhúng trong bể mạ điện của sáng chế có thể đạt được cả độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ được mô tả dưới đây:

FIG. 1 là hình vẽ cắt ngang dạng giản đồ của chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ 100 theo một trong các phương án của sáng chế; và

FIG. 2A là hình vẽ cắt ngang dạng giản đồ của thanh cán nhúng trong bể mạ điện thông thường 200, trong khi đó FIG. 2B là hình vẽ cắt ngang dạng giản đồ của thanh cán nhúng trong bể mạ điện 300 theo một trong các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

(Bột gồm kim loại)

Bột gồm kim loại theo một trong các phương án của sáng chế chứa: hạt cacbua vonfram với lượng là 40% khối lượng hoặc nhiều hơn; hạt cacbua molybden với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40% khối lượng; Ni hoặc hợp kim của Ni làm kim loại nền; và crôm dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim trong nền, với lượng là 8% khối lượng hoặc nhiều hơn. Với bột gồm kim loại này, có thể sản xuất lớp phủ gồm kim loại có cả độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1. Mỗi thành phần của bột gồm kim loại của sáng chế được mô tả dưới đây.

Hạt cacbua vonfram đóng vai trò truyền độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn tương đối cao cho lớp phủ gồm kim loại. Hạt cacbua vonfram bao gồm hạt WC là ví dụ. Hàm lượng hạt cacbua vonfram cần thiết là 40% khối lượng hoặc nhiều hơn. Lý do là nếu ít hơn 40% khối lượng, lớp phủ gồm kim loại không thể có đủ độ bền chống mài mòn. Hơn nữa, hàm lượng hạt cacbua vonfram tốt hơn là 70% khối lượng hoặc ít hơn. Lý do là nếu vượt quá 70% khối lượng, hàm lượng các thành phần khác trở nên quá ít đến mức lớp phủ gồm kim loại không thể có độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1. Từ góc độ chắc chắn đạt được hiệu quả của sáng chế, hạt cacbua vonfram tốt hơn là có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

Hạt cacbua molybden là thành phần quan trọng trong sáng chế, đóng vai trò truyền cho lớp phủ gồm kim loại không chỉ độ bền chống mài mòn cao mà còn độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1. Hạt cacbua molybden bao gồm hạt Mo_2C là ví dụ. Hàm lượng hạt cacbua molybden cần thiết là từ 10% đến 40% khối lượng. Lý do là nếu hàm lượng ít hơn 10% khối lượng, lớp phủ gồm kim loại không thể có độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1, và nếu vượt quá 40% khối lượng, hàm lượng các thành phần khác, cụ thể là, hạt cacbua vonfram, phải bị giảm xuống, dẫn đến lớp phủ gồm kim loại không có đủ độ bền chống mài mòn. Từ góc độ chắc chắn đạt được hiệu

quả của sáng chế, hạt cacbua molybden tốt hơn là có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

Bột gồm kim loại của sáng chế chứa Ni hoặc hợp kim của Ni làm kim loại nền. Các ví dụ về hợp kim của Ni bao gồm hợp kim nền NiCr, hợp kim nền NiCrMo, và hợp kim nền NiCoCrAlY, chứa Ni là thành phần chính. Ni là kim loại nền đóng vai trò truyền cho lớp phủ gồm kim loại độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1. Từ góc độ này, hàm lượng Ni trong bột gồm kim loại tốt hơn là 5% khối lượng hoặc nhiều hơn. Hơn nữa, từ góc độ hàm lượng tốt hơn của các thành phần khác, hàm lượng Ni trong bột gồm kim loại tốt hơn là 20% khối lượng hoặc ít hơn.

Bột gồm kim loại của sáng chế chứa crôm, dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong kim loại nền, với 8% khối lượng hoặc nhiều hơn. Crôm này đóng vai trò truyền cho lớp phủ gồm kim loại độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1, và từ góc độ đó, hàm lượng crôm cần thiết là 8% khối lượng hoặc nhiều hơn. Từ góc độ hàm lượng tốt hơn của các thành phần khác, hàm lượng crôm trong bột gồm kim loại tốt hơn là 20% khối lượng hoặc ít hơn. Trong trường hợp bột gồm kim loại của sáng chế chứa hạt cacbua crôm (hạt Cr_3C_2), từ góc độ đảm bảo hiệu quả của sáng chế, phân bố kích thước hạt này tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .

Bột gồm kim loại của sáng chế tốt hơn là chứa các thành phần nêu trên và các tạp chất không thể tránh khỏi.

Trong bột gồm kim loại của sáng chế, hàm lượng molybden tốt hơn là không ít hơn hàm lượng crôm từ góc độ truyền cho lớp phủ gồm kim loại độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1.

Liên quan đến bột gồm kim loại của sáng chế, phương pháp sản xuất nó không bị giới hạn cụ thể, và nó có thể được sản xuất bằng phương pháp đã biết hoặc phương pháp bất kỳ như phương pháp nghiền mịn nóng chảy, phương pháp nghiền mịn nung kết hoặc phương pháp nghiền mịn kết hạt.

Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ và phương pháp sản xuất chi tiết này, và thanh cán nhúng trong bể mạ điện và phương pháp sản xuất thanh cán này.)

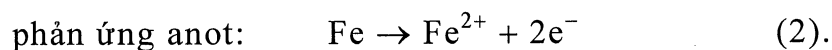
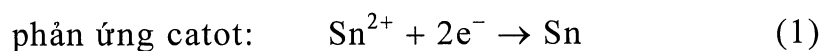
Tham chiếu đến FIG. 1, chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ 100 theo một trong các phương án của sáng chế bao gồm: chi tiết lớp nền thép không gỉ 10; và lớp phủ gồm kim loại 20 được tạo ra trên chi tiết lớp nền thép không gỉ. Lớp phủ gồm kim loại 20 được tạo ra bằng cách phun phủ nhiệt bột gồm kim loại của sáng chế là vật liệu phun phủ nhiệt lên trên chi tiết lớp nền thép không gỉ 10. Kết quả

là, trong lớp phủ gồm kim loại 20, hạt cacbua 24 chứa hạt cacbua vonfram và hạt cacbua molybden, và có thể có cacbua crôm, được phân tán trong nền 22 làm bằng Ni hoặc hợp kim của Ni. Hàm lượng và phân bố kích thước hạt của hạt cacbua vonfram, hàm lượng và phân bố kích thước hạt của hạt cacbua molybden, hàm lượng Ni, hàm lượng crôm và phân bố kích thước hạt của hạt cacbua crôm trong lớp phủ gồm kim loại 20 cũng giống bột gồm kim loại 20 như mô tả nêu trên. Ngoài ra, thanh cán nhúng trong bể mạ điện theo phương án của sáng chế bao gồm chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ 100. Vì vậy chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ và thanh cán nhúng trong bể mạ điện được tạo ra theo sáng chế có thể đạt được cả độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1.

Cụ thể là, trong phương án sáng chế, tham chiếu đến FIG. 2B, tốt hơn là chi tiết thanh cán bao gồm phần trục thanh cán 30 và phần thân thanh cán 32, cả hai đều làm bằng thép không gỉ, được điều chế, và lớp phủ gồm kim loại 34 chỉ được tạo ra lên trên phần thân thanh cán bằng cách phun phủ nhiệt bột gồm kim loại được bọc lộ ở đây để sản xuất thanh cán nhúng trong bể mạ điện 300 theo cách này.

Theo sáng chế, chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ của sáng chế và phương pháp sản xuất chi tiết này, và thanh cán nhúng trong bể mạ điện và phương pháp sản xuất thanh cán này được hoàn thành dựa trên các khám phá của chúng tôi được mô tả dưới đây.

Như đã đề cập nêu trên, khi sử dụng các thanh cán thông thường, tuổi thọ của thanh cán và hiệu suất sản xuất bị giảm đáng kể trong bể mạ axit mạnh như dung dịch axit metansulfonic có $\text{pH} < 1$. Để làm sáng tỏ hiện tượng này và nghiên cứu các biện pháp đối phó, chúng tôi tập trung vào phản ứng điện hóa xảy ra trong thanh cán trong dung dịch mạ. Đầu tiên, xem xét rằng trong thanh cán dẫn điện trong bể mạ, không như phản ứng ăn mòn thông thường, phản ứng thể xảy ra bao gồm hai phản ứng chính, một là phản ứng ăn mòn (phản ứng anot) trong đó Fe (hoặc, ví dụ như Ni trong lớp được phủ) trở thành ion trên bề mặt và tan trong dung dịch, và phản ứng còn lại trong đó các ion Sn trong dung dịch bị kết tủa bằng điện (phản ứng catot). Ví dụ, khi chi tiết thanh cán là Fe và thành phần tâm là Sn, các phản ứng này có thể được biểu hiện là:



Các phản ứng của công thức (1) và (2) cân bằng điện hóa và tổng số điện tử (e^-) tạo ra trong phản ứng anot bằng tổng số điện tử được sử dụng trong phản ứng catot. Trên bề mặt thanh cán dẫn điện, trong môi trường phản ứng điện hóa như vậy, phản ứng hòa tan xảy ra ở phần mà điện thế tăng cục bộ (tức là ở anot), trong khi đó phản ứng kết tủa bằng điện xảy ra ở phần mà điện thế giảm cục bộ (tức là ở catot).

Trong trường hợp mà điện thế ăn mòn khi thanh cán bị nhúng trong dung dịch tương đối cao, những nơi mà các phản ứng xảy ra có thể được xem là được phân phối đồng đều ở phạm vi rất nhỏ, và sự ăn mòn xảy ra đồng đều trên toàn bộ bề mặt. Kết quả là, hình thái bề mặt có thể duy trì ở trạng thái tốt ban đầu. Tuy nhiên, trong những điều kiện mà dung dịch mạ là axit mạnh có $\text{pH} < 1$ hoặc mật độ dòng điện khi mạ được cài đặt cao quá mức, phản ứng có thể xảy ra là hệ quả của phản ứng catot hoặc anot xảy ra ở điểm cục bộ cố định. Trong trường hợp đó, hình thái bề mặt thay đổi đáng kể như được mô tả dưới đây, điều này có thể làm hư hại sản phẩm đã được mạ.

Đầu tiên, liên quan đến sự kết tủa các thành phần mạ như Sn do phản ứng catot, phản ứng có xu hướng tập trung ở nơi mà sự kết tủa bắt đầu, tạo ra kim loại. Sau đó, kết tủa kim loại được tạo ra, tăng tới một kích thước nhất định, sau đó rơi xuống, ví dụ do như sức nặng, cọ sát với tấm thép và nơi mà phản ứng catot tập trung xảy ra chuyển sang nơi khác. Bằng cách lặp lại phản ứng như vậy, sự kết tủa kim loại mạ như Sn xảy ra không đồng đều trên bề mặt, đồng thời, các phân mảnh của kim loại mạ rơi xuống có thể làm hư hại bề mặt của sản phẩm là tấm thép.

Hơn nữa, khi phản ứng tập trung xảy ra là kết quả của phản ứng anot được cố định ở một nơi nhất định, thành phần cụ thể (như là Fe trong thanh cán) cấu thành nên nơi mà bị hòa tan một cách có chọn lọc ở biên hạt hoặc tương tự, điều này có thể làm cho bề mặt thanh cán hoặc lớp được phủ rơi một phần xuống thành các phân mảnh. Những phân mảnh rơi xuống từ bề mặt có thể làm hư hại bề mặt của sản phẩm là tấm thép.

Nói cách khác, trong thanh cán thông thường như được mô tả nêu trên, điện thế ăn mòn giảm tương đối trong bể mạ axit có $\text{pH} < 1$ hoặc khi mật độ dòng điện cao quá mức, và tính đồng đều ở phạm vi hiển vi của sự phân bố ở anot và catot giảm, sự bám dính/tách rời của kim loại mạ và tổn hại một phần trong bề mặt thanh cán có thể trở nên rõ ràng là hệ quả của việc làm bất động cục bộ, và

điều này có thể là nguyên nhân dẫn đến giảm hiệu suất sản xuất.

Do đó, để đảm bảo tuổi thọ của thanh cán và để duy trì hiệu suất sản xuất cao, ngay cả trong bể mạ có $\text{pH} < 1$ hoặc kể cả khi mật độ dòng điện được cài đặt cao nhằm mục đích tăng tốc độ dòng, cần phải tìm ra loại vật liệu có thể ngăn chặn càng nhiều càng tốt hiện tượng mà phản ứng tập trung là hệ quả của phản ứng anot xảy ra ở điểm cố định cục bộ như được mô tả nêu trên, hơn là chỉ tập trung vào lượng phản ứng. Ngược lại, việc tạo ra vật liệu như vậy có thể ngăn chặn được quá trình ăn mòn cục bộ như được mô tả nêu trên, đảm bảo tuổi thọ của thanh cán và hiệu suất sản xuất.

Từ góc độ trên, các thử nghiệm nhúng tĩnh điện được thực hiện trên các vật liệu thanh cán trong dung dịch mạ thiếc sử dụng axit metansulfonic có $\text{pH} < 1$, nơi mà sự thay đổi điện thế ăn mòn theo thời gian được đo và độ của phản ứng thế được đánh giá. Kết quả thử nghiệm cho thấy khi thép cacbon được sử dụng làm vật liệu thanh cán, lượng phản ứng cực kỳ cao, Sn kim loại bị kết tủa ở mỗi phần của bề mặt, và khối kim loại Sn bị kết tủa tăng lên và giảm đi lặp đi lặp lại. Mặt khác, khi thép không gỉ như SUS 316L được sử dụng làm vật liệu thanh cán, lượng phản ứng thấp đáng kể và sự kết tủa kim loại Sn không được nhận thấy rõ, mặc dù một lớp phản ứng mỏng có thể được quan sát trên bề mặt. Ngoài ra, lớp phản ứng trên bề mặt có thể bị loại bỏ dễ dàng bằng cách rửa với nước và rửa hóa học, và sự kết tủa Sn kim loại trên bề mặt đã bị loại bỏ không quan sát thấy. Điện thế ăn mòn vào thời điểm 20 ngày sau khi nhúng được so sánh. Kết quả là, nhận thấy rằng thép không gỉ có điện thế cao hơn điện thế của thép cacbon là 0,1 V hoặc nhiều hơn, và duy trì trạng thái điện thế cao.

Từ các kết quả này, chúng tôi đánh giá rằng lượng phản ứng nhỏ và sự bất động của anot và catot trên bề mặt không có khả năng xảy ra ngay cả trong dung dịch có $\text{pH} < 1$ miễn là thép không gỉ có điện thế ăn mòn cao hơn điện thế ăn mòn của thép cacbon khoảng 0,1 V. Tuy nhiên, vì độ cứng của thép không gỉ khoảng HV 200, nên độ bền chống mài mòn khi cọ xát với tấm thép thấp là điều cần quan tâm. Theo đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu tiếp theo về vật liệu của lớp được phủ để bảo vệ thép không gỉ. Vật liệu để bảo vệ thép không gỉ cần có độ cứng cao, độ bền chống mài mòn xuất sắc và, và độ bền chống ăn mòn tốt trong bể mạ axit mạnh. Mặc dù bột gốm kim loại cacbua là vật liệu tiềm năng nhưng biết rằng không thể đạt được các đặc tính tốt với những gì được mô tả trong các PTL từ 1 đến 4. Tuy nhiên, chúng tôi xác định rằng những bột gốm kim loại cacbua này có thể cải thiện các đặc tính điện hóa trong bể mạ axit mạnh bằng

cách điều chỉnh thành phần và tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.

Cụ thể là, các mẫu được điều chế bằng cách phủ bề mặt thép không gỉ là chi tiết lớp nền với hơn 10 loại bột gốm kim loại cacbua để phun phủ nhiệt bao gồm các loại đã có sẵn trên thị trường bằng phun phủ nhiệt HVOF, và các thí nghiệm nhúng được tiến hành sử dụng dung dịch mạ axit sôi $\text{pH} < 1,0$. Các kết quả thực nghiệm cho thấy hợp kim nền Ni hoặc NiCr ưu việt hơn để làm nền của gốm kim loại và khi cacbua chứa cacbua Mo hơn là chỉ có mình hạt WC, có thể đạt được độ bền chống ăn mòn tốt. Do đó, qua kết quả từ các nghiên cứu tiếp theo của chúng tôi, chúng tôi khám phá ra rằng để đạt được độ bền chống ăn mòn cao đối với dung dịch axit mạnh, Cr cần được chứa dưới dạng cacbua hoặc thành phần của hợp kim trong nền với 8% khối lượng hoặc nhiều hơn và hàm lượng Mo chứa dưới dạng cacbua lớn hơn hoặc ít nhất là bằng hàm lượng Cr. Cũng nhận thấy rằng Mo_2C tốt hơn là cacbua Mo, và nếu hàm lượng Mo chứa trong gốm kim loại lớn hơn hàm lượng Cr, thì độ bền chống ăn mòn sẽ không suy giảm nhưng ngược lại nếu hàm lượng Mo lớn hơn một nửa hàm lượng Cr, thì rất khó để đạt được độ bền chống ăn mòn mong muốn.

Tức là, trong lớp phủ gốm kim loại cacbua để bảo vệ thép không gỉ trước phản ứng thể như được mô tả nêu trên trong dung dịch axit có $\text{pH} < 1$ và để đảm bảo đủ độ chống mài mòn chống lại vận hành trượt với tấm thép, các hạt cacbua chứa hạt cacbua vonfram và hạt cacbua molybden được mong đợi là phân tán trong nền làm bằng Ni hoặc hợp kim của Ni, trong đó lớp phủ gốm kim loại chứa hạt cacbua vonfram với 40% khối lượng hoặc nhiều hơn, hạt cacbua molybden với khối lượng từ 10% đến 40%, và crôm dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong nền, với 8% khối lượng hoặc nhiều hơn. Là nền chứa Ni làm thành phần chính, các kết quả tốt đạt được với hợp kim nền NiCr, hợp kim nền NiCrMo và hợp kim nền NiCoCrAlY.

Các mẫu thử được điều chế bằng lớp phủ gốm kim loại cacbua thỏa mãn các điều kiện trên được tạo ra trên thép không gỉ bằng phun phủ nhiệt HVOF để tạo ra lớp phủ bảo vệ, và trải qua các thí nghiệm hòa tan phân cực hóa anot/catot ở dòng điện không đổi. Kết quả thực nghiệm chứng tỏ rằng sự hình thành lớp phản ứng là không đáng kể và hình thái bề mặt vẫn tốt hơn thép không gỉ. Ngoài ra, kết quả đo điện thế ăn mòn cho thấy điện thế thu được lớn hơn điện thế của thép không gỉ là 0,1 V. Các kết quả nêu trên cho thấy sự phân bố đồng đều của anot và catot được tạo ra trên bề mặt lớp phủ gốm kim loại cacbua được mô tả nêu trên được tạo ra bằng phun phủ nhiệt HVOF đạt được ở mức độ mịn hơn thép

không gỉ. Do vậy, nhận thấy rằng gần như không có khả năng tấm thép bị làm hư hại bởi sản phẩm của phản ứng. Bằng cách này, chúng tôi khám phá ra rằng lớp bảo vệ có độ bền chống ăn mòn tốt có thể được tạo ra ngay cả trong bể mạ axit mạnh, mà vẫn có độ bền chống mài mòn xuất sắc.

Ở đây, xác định rằng việc quan trọng là điều chỉnh kích thước hạt của hạt cacbua vonfram và hạt cacbua molypden, là các thành phần chính của gốm kim loại, để đạt được cả độ bền chống mài mòn và độ bền chống ăn mòn một cách cân bằng để đạt được hiệu quả tốt nhất. Cụ thể là, nhận thấy rằng khi các loại cacbua, thành phần chính của gốm kim loại, có kích thước hạt nhỏ hơn $0,1\text{ }\mu\text{m}$ được sử dụng, độ bền chống mài mòn bị suy giảm đáng kể và khi hạt có kích thước hạt là $6\text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhiều hơn được sử dụng thì sự phân bố đồng đều của anot và catot trong dung dịch không thể được duy trì đủ ở phạm vi hiển vi. Xác định rằng khi kích thước hạt của hạt cacbua vonfram và hạt cacbua molypden nằm trong khoảng từ $0,1\text{ }\mu\text{m}$ đến $6\text{ }\mu\text{m}$, cả độ bền chống mài mòn và độ bền chống ăn mòn đều có khả năng tương thích.

Là phương pháp tạo ra lớp bảo vệ, phương pháp phun với ngọn lửa có vận tốc cao như HVOF hoặc HVAF được nhận thấy là được mong muốn. Ví dụ, khi so sánh lớp phủ gốm kim loại đạt được bằng phương pháp phun với ngọn lửa có vận tốc cao như HVOF hoặc HVAF với lớp phủ gốm kim loại bằng phương pháp phun plasma hoặc phun phủ nhiệt khác, thì độ xốp khác nhau đáng kể, và trong trường hợp lớp thu được bằng phun phủ nhiệt chứ không phải phương pháp phun với ngọn lửa có vận tốc cao như HVOF hoặc HVAF, thì khó để duy trì điều kiện bề mặt thỏa mãn; ví dụ, dung dịch thấm vào lớp. Cũng như vậy, khi xử lý nhiệt được thực hiện trên lớp thu được ở nhiệt độ cao nhằm mục đích làm giảm độ xốp, cacbua bị khử cacbon về dạng cacbua thấp hơn hoặc pha phản ứng tạo với các thành phần nền, gây ra sự suy giảm đáng kể độ bền chống mài mòn và độ bền chống ăn mòn. Xu hướng này cũng thấy ở các lớp được tạo ra bằng phương pháp phủ hàn và phủ bọc. Tức là, phương pháp phun với ngọn lửa có vận tốc cao như HVOF hoặc HVAF là phương pháp tạo ra lớp phủ gốm kim loại cacbua tốt hơn.

Nhận thấy rằng ngay cả với lớp bảo vệ được tạo ra bằng phương pháp phun với ngọn lửa có vận tốc cao như HVOF hoặc HVAF, xác suất làm xước tấm thép với lượng cacbua nhô ra tăng lên khi độ nhám bề mặt R_a vượt quá $10\text{ }\mu\text{m}$, và khi R_a nhỏ hơn $0,5\text{ }\mu\text{m}$, lực ma sát không đủ và thanh cán quay một cách vô ích trên tấm thép, dẫn đến làm hư hại điều kiện bề mặt của tấm thép. Do đó, độ nhám bề mặt R_a của lớp phủ gốm kim loại cacbua tốt hơn là từ $0,5\text{ }\mu\text{m}$ đến $10\text{ }\mu\text{m}$.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Các mẫu được điều chế theo tiêu chuẩn kỹ thuật của thanh cán thông thường và tiêu chuẩn kỹ thuật của thanh cán theo sáng chế, và trải qua các thử nghiệm nhúng trong 20 ngày trong dung dịch mạ axit mạnh (axit metansulfonic 50g/L, nồng độ ion thiếc là 25 g/L) được điều chỉnh $\text{pH} < 1$. Năm mẫu nêu trong Bảng 1 được điều chế. Cụ thể là, trong Mẫu số 1, chi tiết lớp nền là thép cacbon thông thường và lớp bảo vệ cũng là mẫu thông thường. Mặt khác, trong các mẫu từ số 2 đến 5, chi tiết lớp nền làm bằng thép không gỉ. Liên quan đến lớp bảo vệ, Mẫu số 2 sử dụng lớp thông thường giống như Mẫu số 1 và các mẫu từ số 3 đến 5 sử dụng các lớp HVOF làm bằng nhiều loại gốm kim loại cacbua khác nhau sử dụng Ni hoặc hợp nền Ni làm nền; trong số những mẫu này, Mẫu số 5 tương ứng với tiêu chuẩn kỹ thuật về gốm kim loại của ví dụ thuộc sáng chế của chúng tôi. Trong lớp của Mẫu số 5, hàm lượng Mo là 9,4% khối lượng, hàm lượng Cr là 8,7 % khối lượng, kích thước hạt WC tối thiểu là 0,1 μm và tối đa là 6 μm , kích thước hạt của hạt Mo_2C tối thiểu là 0,1 μm và tối đa là 6 μm , và độ nhám bề mặt Ra là 3,0 μm . Mỗi mẫu được điều chế sao cho phần lộ ra của chi tiết lớp nền và phần lớp bảo vệ có diện tích bề mặt về cơ bản là như nhau và được giữ lại để các đặc tính của phần ranh giới giữa lớp và chi tiết lớp nền có thể được đánh giá.

Để đánh giá độ bền chống ăn mòn của lớp bảo vệ, thay đổi về khối lượng (giảm khối lượng do ăn mòn) trước và sau khi nhúng được đo đối với mỗi mẫu, và kết quả được thể hiện ở Bảng 1. Ngoài thay đổi về khối lượng, Bảng 1 liệt kê các kết quả quan sát được về các điều kiện bề mặt của lớp bảo vệ bằng kính hiển vi điện tử sau khi nhúng trong 20 ngày, cũng như các kết quả đo được về điện thế ăn mòn. Bảng 1 cũng liệt kê các kết quả thử nghiệm mài mòn Suga (giấy #120-SiC, tải trọng 3,25 kgf, chuyển động qua lại 400) được tiến hành riêng rẽ trên các lớp bảo vệ. Các kết quả quan sát được đánh giá theo các tiêu chí sau:

Suất sắc:	gần như không thay đổi
Tốt:	thay đổi ít
Bình thường:	thay đổi
Kém:	thay đổi đáng kể

Bảng 1

Mẫu số	Chi tiết lớp nền	Các thành phần lớp phủ	Kết quả quan sát được ở lớp phủ	Điện thế ăn mòn (V với Ag/AgCl)	Thay đổi khối lượng (g)	Lượng mài mòn (mg)	Hạng mục
số 1	SS400	46Ni - 11Cr - 2,5B - 2,5Si - 2,5Fe - 35WC	Kém	-0,7	>0,46	2	Ví dụ so sánh
số 2	SUS316L	46Ni - 11Cr - 2,5B - 2,5Si - 2,5Fe - 35WC	Kém	-0,6	0,35	2	Ví dụ so sánh
số 3	SUS316L	WC - 20Cr ₃ C ₂ - 7Ni	Bình thường	-0,6	0,33	0,5	Ví dụ so sánh
số 4	SUS316L	Cr ₃ C ₂ - 60CoNiCrAlY	Bình thường	-0,5	0,34	1,5	Ví dụ so sánh
số 5	SUS316L	WC - 10Mo ₂ C - 10Cr ₃ C ₂ - 10Ni	Xuất sắc	-0,4	0,26	0,5	Ví dụ

Như thấy rõ từ các kết quả trong Bảng 1, trong dung dịch mạ có $\text{pH} < 1$, thay đổi về khối lượng là đáng kể trong các mẫu từ số 1 đến 4 theo tiêu chuẩn kỹ thuật thông thường, cụ thể là trong Mẫu số 1 sử dụng thép cacbon làm chi tiết lớp nền, dẫn đến suy giảm tình trạng bề mặt. Hơn nữa, trong các mẫu thử theo tiêu chuẩn kỹ thuật thông thường sử dụng thép cacbon làm chi tiết lớp nền, ranh giới giữa lớp và chi tiết lớp nền bị phá vỡ đáng kể do bị ăn mòn. Ngược lại, có thể nhận thấy rằng không chỉ thay đổi về khối lượng là nhỏ mà hình thái bề mặt cũng khó suy giảm trong những mẫu mà thép không gỉ được bảo vệ bằng lớp phủ gồm kim loại. Cụ thể là, trong Mẫu số 5 là ví dụ của sáng chế, hình thái bề mặt tốt hơn so với những mẫu khác. Điều này cũng tương ứng với kết quả đo được về điện thế ăn mòn (cao nhất trong các mẫu đo), chứng tỏ rằng sự phân bố đồng đều của anot và catot lên trên bề mặt lớp phủ là xuất sắc. Ngoài ra, có thể thấy rằng các ví dụ của chúng tôi cũng xuất sắc xét từ góc độ độ bền chống mài mòn.

Ví dụ 2

Tập trung vào tỉ lệ trộn lẫn giữa lớp bảo vệ của Mẫu số 5 trong ví dụ 1, các bột gồm kim loại khác nhau chứa Ni hoặc hợp kim Ni-20Cr làm nền, cũng như hạt WC, hạt Cr_3C_2 , và hạt Mo_2C với phân bố kích thước hạt đã được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm , được điều chế. Mỗi bột gồm kim loại thu được được phun phủ nhiệt HVOF lên trên thép không gỉ để tạo ra lớp bảo vệ. Thành phần của lớp trong mỗi mẫu được thể hiện trong Bảng 2. Các thử nghiệm nhúng được tiến hành giống như trong ví dụ 1, và các thử nghiệm mài mòn Suga được thực hiện. Kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2

Mẫu số	Thành phần hóa học của lớp phủ (% khối lượng)							Kết quả đánh giá			Hạng mục
								Thử nghiệm nhúng		Thử nghiệm mài mòn	
								Kết quả quan sát được ở lớp phủ	Thay đổi khối lượng (g)	Lượng mài mòn (mg)	
1	73	20	0	7	0	0	17,3	Bình thường	0,33	0,5	Ví dụ so sánh
2	75	10	0	15	0	0	8,7	Bình thường	0,35	0,7	Ví dụ so sánh
3	75	10	0	0	15	0	11,7	Bình thường	0,34	0,7	Ví dụ so sánh
4	70	10	10	10	0	9,4	8,7	Tốt	0,26	0,5	Ví dụ
5	70	10	10	0	10	9,4	10,7	Tốt	0,26	0,5	Ví dụ
6	60	10	20	10	0	18,8	8,7	Tốt	0,25	0,7	Ví dụ
7	60	10	20	0	10	18,8	10,7	Tốt	0,25	0,7	Ví dụ
8	50	10	30	10	0	28,2	8,7	Xuất sắc	0,24	0,9	Ví dụ
9	50	10	30	0	10	28,2	10,7	Xuất sắc	0,24	0,9	Ví dụ
10	50	20	20	10	0	18,8	17,3	Xuất sắc	0,25	1,0	Ví dụ
11	40	10	40	10	0	37,6	8,7	Xuất sắc	0,24	1,0	Ví dụ
12	30	20	30	20	0	28,2	17,3	Xuất sắc	0,24	1,2	Ví dụ so sánh
13	30	20	30	0	20	28,2	21,3	Xuất sắc	0,24	1,2	Ví dụ so sánh
14	20	20	50	0	10	47,1	19,3	Xuất sắc	0,23	1,3	Ví dụ so sánh
15	10	10	70	10	0	65,9	8,7	Xuất sắc	0,23	1,3	Ví dụ so sánh

Rõ ràng từ các kết quả trong Bảng 2, việc cho nhiều hạt Mo_2C vào có hiệu quả nếu nhằm mục đích cải thiện độ bền chống ăn mòn cho dung dịch mạ, và việc cho nhiều hạt WC có hiệu quả trong việc cải thiện độ bền chống mài mòn. Nhận thấy rằng các ví dụ từ 4 đến 11 của sáng chế có cả độ bền chống mài mòn cao và độ bền chống ăn mòn cao đối với axit mạnh có pH thấp hơn 1.

Trong mỗi mẫu trong đó bột gốm kim loại được mô tả trong ví dụ 2 được tạo ra bên trong lớp bảo vệ bằng phương pháp phun plasma trong điều kiện khí quyển, độ xốp cao và tác động bất lợi như sự suy giảm cacbua lớn, và xét về độ bền chống ăn mòn và độ bền chống mài mòn thì không tốt như lớp được sản xuất bằng phun phủ nhiệt HVOF.

Ví dụ 3

So sánh được thực hiện giữa sản phẩm thông thường và sản phẩm theo sáng chế khi áp dụng cho thanh cán dẫn điện trong dòng mạ điện. Các FIG. 2A và 2B minh họa sự so sánh giữa cấu trúc của thanh cán thông thường và cấu trúc của thanh cán theo sáng chế. Trong thanh cán thông thường trong FIG. 2A, thành phần trục được tạo ra bằng cách lắp ghép nóng ống thép cacbon vào lõi trục đồng, và phần thân được tạo ra bằng cách lắp ghép nóng ống bọc thép cacbon có lớp bảo vệ được tạo ra trên đó bằng phun phủ nhiệt với phần thân thanh cán được làm bằng ống thép cacbon, và những phần này được kết hợp để tạo ra toàn bộ phần thân thanh cán. Ngược lại, trong sáng chế, như được minh họa trong FIG. 2B, chỉ cần tạo ra lớp phủ được phun phủ nhiệt trên thân thanh cán làm bằng thép không gỉ, và việc thân thanh cán có thể được tạo ra cực kỳ dễ dàng sẽ được đánh giá cao ngay. Mẫu số 6 trong Ví dụ 2 được sử dụng làm tiêu chuẩn kỹ thuật của lớp theo sáng chế.

Việc tạo ra nhiệt bằng cách cấp điện của mỗi thanh cán được đo bằng thiết bị hình ảnh nhiệt, và cả hai đều được xác định nằm trong khoảng từ 0,14 °C/phút đến 0,16 °C/phút, trong đó khả năng vận hành không bị tổn hại. Thành phần của bề mạ giống như trong Ví dụ 1. Áp suất nén trên tấm thép là 0,2 MPa và tốc độ đi qua tấm nằm trong khoảng từ 150 m/phút đến 490 m/phút. Mỗi thanh cán được sử dụng trong 230 ngày. Sau khi sử dụng xong, mỗi thanh cán được kéo lên từ bể, và độ nhám bề mặt của phần đi qua tấm và lượng bám dính Sn được khảo sát. Kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3

	Sản phẩm thông thường	Sản phẩm của chúng tôi
Ra trước khi sử dụng	3,0 μm	3,0 μm
Ra sau khi sử dụng	0,81 μm	1,08 μm
Thiếc bám dính trên bề mặt	5,2 % khối lượng	4,7% khối lượng
Tỉ lệ lỗi	2,37 %	0,43 %

Kết quả trong Bảng 3 chứng tỏ rằng độ nhám bề mặt của phần đi qua tấm của mỗi thanh cán thông thường giảm từ Ra là 3,0 μm lúc trước khi sử dụng đến Ra là 0,81 μm , bằng gần 1/4, trong khi đó trong mỗi thanh cán mạ sáng chế áp dụng, Ra là 1,0 μm hoặc nhiều hơn được duy trì sau khi sử dụng, và sự cải thiện tuổi thọ lớp là 30% hoặc nhiều hơn đã đạt được so với các kết quả theo cách thông thường. Cũng có thể thấy rằng lượng bám dính Sn giảm 10% trong mỗi thanh cán của sáng chế so với các kết quả theo cách thông thường. Cả hai kết quả này đều chỉ ra rằng độ bền chống ăn mòn đối với dung dịch mạ và độ bền chống mài mòn đối với tấm thép có thể được cải thiện theo tiêu chí kỹ thuật của sáng chế. Trong thực tế, tỉ lệ khuyết tật ở sản phẩm được giảm tới 0,43%, bằng 1/5 hoặc ít hơn, trong trường hợp sử dụng thanh cán của sáng chế, trong khi đó tỉ lệ này cao ở mức 2,37% trong trường hợp sử dụng thanh cán thông thường. Lý do được xem xét là nhờ sự cải thiện độ bền chống ăn mòn, sự hư hại trong lớp có thể là nguyên nhân gây khuyết tật và tỉ lệ lặp lại của các phân mảnh thô của Sn kết tủa bằng điện giảm mạnh.

Từ các kết quả khi vận hành thực tế giống như vậy, cũng nhận thấy rằng giới hạn sử dụng của thanh cán là độ nhám bề mặt Ra ở mức 0,5 μm , và tần suất sản phẩm bị trầy xước tăng lên với thanh cán có độ nhám bề mặt ban đầu Ra vượt quá 10 μm . Do đó, độ nhám bề mặt Ra của lớp phủ gồm kim loại theo sáng chế tốt hơn là từ 0,5 μm đến 10 μm .

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Bột gồm kim loại thuộc sáng chế có thể được sử dụng một cách phù hợp làm vật liệu của lớp bảo vệ (lớp phủ gồm kim loại) trong chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ làm thanh cán nhúng trong bể mạ điện. Thanh cán nhúng trong bể mạ điện thuộc sáng chế có thể được sử dụng một cách phù hợp, ví dụ, làm thanh cán dẫn điện hoặc tương tự, kể cả trong bể mạ điện axit mạnh có pH thấp hơn 1.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 100 chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ
- 10 chi tiết lớp nền (thép không gỉ)
- 20 lớp phủ gồm kim loại
- 22 nền
- 24 các loại hạt cacbua (hạt WC, hạt Mo_2C , và có thể có hạt Cr_3C_2)
- 300 thanh cán nhúng trong bể mạ điện
- 30 phần trục thanh cán
- 32 phần thân thanh cán
- 34 lớp phủ gồm kim loại (lớp phủ được phun phủ nhiệt)

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bột gồm kim loại chứa:
 hạt cacbua vonfram với lượng 40% khối lượng hoặc nhiều hơn và 70% khối lượng hoặc ít hơn;
 hạt cacbua molybden với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 40%; và
 Ni hoặc hợp kim của Ni làm kim loại nền, trong đó
 bột gồm kim loại còn chứa crôm, dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong kim loại nền, với lượng 8% khối lượng hoặc nhiều hơn và 20% khối lượng hoặc ít hơn.
2. Bột gồm kim loại theo điểm 1, trong đó hạt cacbua vonfram có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .
3. Bột gồm kim loại theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hạt cacbua molybden có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .
4. Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ bao gồm:
 chi tiết lớp nền thép không gỉ; và
 lớp phủ gồm kim loại được tạo ra trên chi tiết lớp nền thép không gỉ, trong đó
 lớp phủ gồm kim loại bao gồm nền làm bằng Ni hoặc hợp kim của Ni, trong đó hạt cacbua vonfram và hạt cacbua molybden được phân tán, và
 lớp phủ gồm kim loại chứa hạt cacbua vonfram với lượng 40% khối lượng hoặc nhiều hơn và 70% khối lượng hoặc ít hơn, hạt cacbua molybden với lượng từ 10% đến 40% khối lượng, và crôm, dưới dạng cacbua hoặc nguyên tố kim loại hoặc hợp kim chứa trong nền, với lượng 8% khối lượng hoặc nhiều hơn và 20% khối lượng hoặc ít hơn.
5. Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm 4, trong đó hạt cacbua vonfram trong lớp phủ gồm kim loại có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .
6. Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm 4 hoặc 5, trong đó hạt cacbua molybden trong lớp phủ gồm kim loại có phân bố kích thước hạt nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 6 μm .
7. Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm 4 hoặc 5, trong đó lớp phủ gồm kim loại có độ nhám bề mặt Ra từ 0,5 μm đến 10 μm .
8. Chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm 6, trong đó lớp phủ gồm kim loại có độ nhám bề mặt Ra từ 0,5 μm đến 10 μm .
9. Phương pháp sản xuất chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ, bao gồm bước

phun phủ nhiệt bột gồm kim loại được nêu trong điểm 1 hoặc 2 lên trên chi tiết thép không gỉ.

10. Phương pháp sản xuất chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ, bao gồm bước phun phủ nhiệt bột gồm kim loại được nêu trong điểm 3 lên trên chi tiết thép không gỉ.

11. Phương pháp sản xuất chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ theo điểm 9, trong đó phun phủ nhiệt là phun phủ nhiệt HVOF.

12. Thanh cán nhúng trong bể mạ điện bao gồm chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ được nêu trong điểm 4 hoặc 5.

13. Thanh cán nhúng trong bể mạ điện bao gồm phần trục thanh cán và phần thân thanh cán, cả hai đều làm bằng thép không gỉ, trong đó chỉ có phần thân thanh cán bao gồm chi tiết được mạ lớp phủ bảo vệ nêu trong điểm 4 hoặc 5.

14. Phương pháp sản xuất thanh cán nhúng trong bể mạ điện, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra chi tiết thanh cán bao gồm phần trục thanh cán và phần thân thanh cán, cả hai đều làm bằng thép không gỉ; và

chỉ tạo ra lớp phủ gồm kim loại lên trên phần thân thanh cán bằng cách phun phủ nhiệt bột gồm kim loại được nêu trong điểm 1 hoặc 2.

15. Phương pháp sản xuất thanh cán nhúng trong bể mạ điện theo điểm 14, trong đó phun phủ nhiệt là phun phủ nhiệt HVOF.

FIG. 1

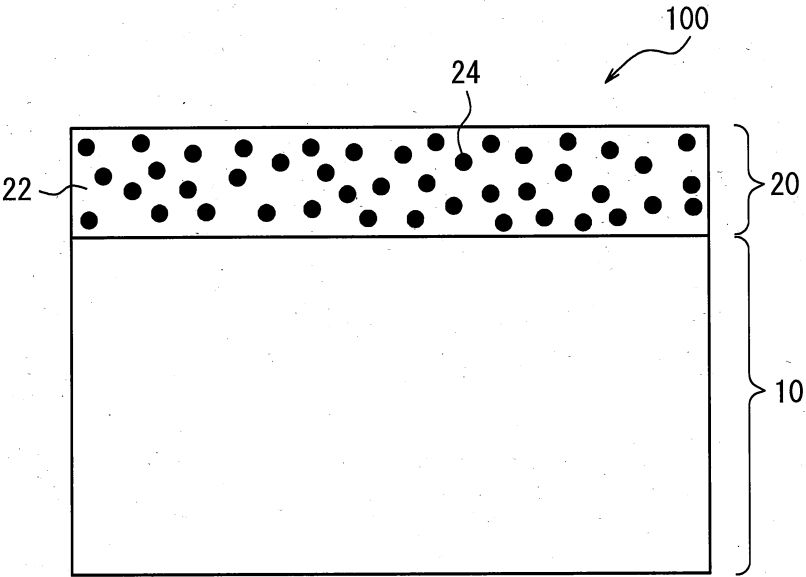
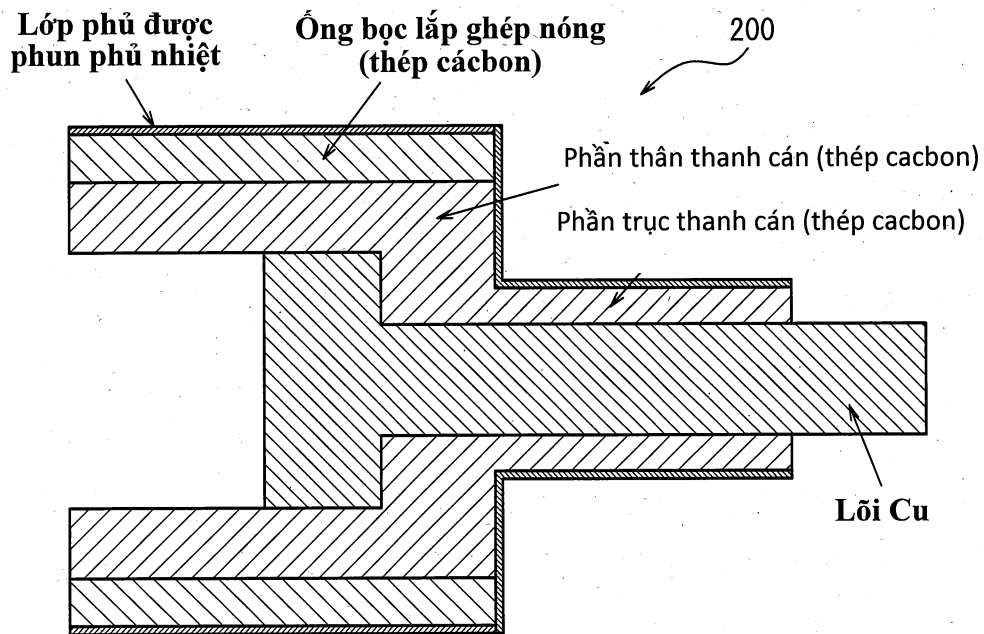


FIG. 2A**FIG. 2B**