



(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)



1-0031824

(51)^{2016.01} C22C 29/00; C21D 9/56; C22C 29/02; (13) B
C22C 29/06; C22C 29/12; F27D 3/02;
C23C 28/00; C23C 4/06; C23C 4/10;
C23C 4/18; F27B 9/28; F27B 9/30;
B65H 27/00; C23C 22/24

(21) 1-2017-00260

(22) 02/10/2015

(86) PCT/JP2015/078094 02/10/2015

(87) WO 2016/052741 A1 07/04/2016

(30) 2014-204108 02/10/2014 JP

(45) 25/05/2022 410

(43) 25/04/2017 349A

(73) 1. NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

2. TOCALO CO.,LTD. (JP)

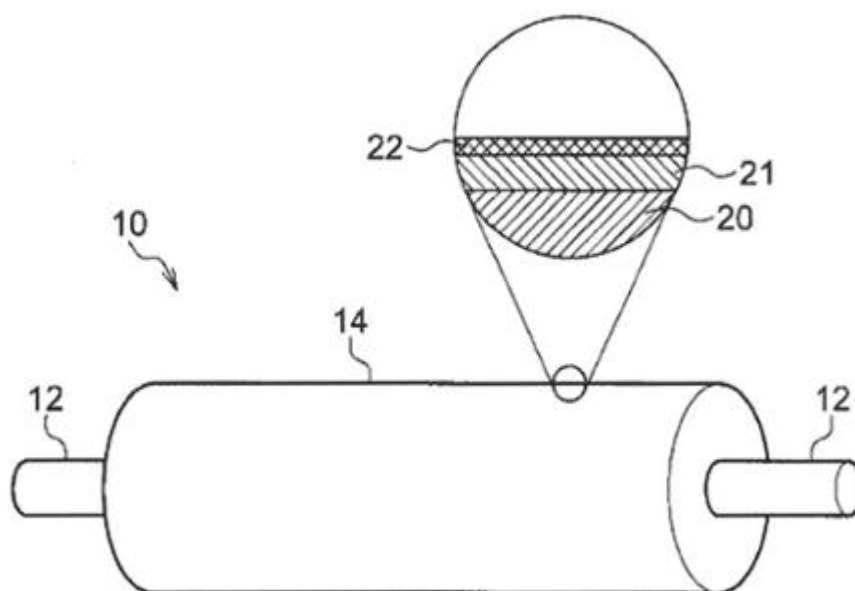
6-4-4, Minatojimaminami-Machi, Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo 650-0047 Japan

(72) KURISU, Yasushi (JP); SUIDZU, Tatsuo (JP).

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

(54) CON LĂN LÒ NUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CON LĂN LÒ NUNG

(57) Sáng chế đề cập đến con lăn lò nung (10) bao gồm trục lăn nền (20), lớp phủ phun nhiệt (21) được tạo ra trên trục lăn nền (20), và lớp phủ biến đổi (22) được tạo ra trên lớp phủ phun nhiệt (21). Lớp phủ biến đổi (22) được tạo ra bằng cách biến đổi một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt (21) bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt (21) bằng cách chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt (21) bằng chùm năng lượng. Độ dày của lớp phủ biến đổi (22) nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μm , và độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi (22) lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt (21).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến con lăn lò nung và phương pháp sản xuất con lăn lò nung này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các phương tiện sản xuất tấm kim loại, nhất là trong các dây chuyền công nghệ sản xuất thép, các hiện tượng, chẳng hạn, sự trượt hoặc sự uốn khúc tấm thép và sự đóng cáu hoặc tích tụ trên bề mặt các con lăn vận chuyển, xuất hiện khi tấm thép được vận chuyển nhờ sự quay tốc độ cao của các con lăn vận chuyển. Đặc biệt, khi các con lăn lò nung dùng cho các lò tôi liên tục vận chuyển tấm thép ở tình trạng nhiệt độ cao, sự tích tụ có xu hướng xuất hiện trên bề mặt của các con lăn lò nung. Tích tụ là hiện tượng trong đó các chất, chẳng hạn, sắt hoặc mangan oxit, trên bề mặt tấm thép gắn vào bề mặt của các con lăn lò nung và tăng lên. Theo quy trình tích tụ, các chất bám vào bề mặt của các con lăn lò nung dần dần tăng lên, và tạo ra, ví dụ, các phần nhô ra có đường kính khoảng 100 μ m. Kết quả là, các hình thù nhô ra của các chất bám vào bề mặt của các con lăn lò nung được chuyển vào bề mặt của tấm thép, tạo ra các khuyết tật dạng lõm (được gọi là "các khuyết tật được chuyển" hoặc "các khuyết tật được thụ chuyển"), kết quả là, chất lượng của tấm thép giảm đi, và, ngoài ra, việc loại bỏ các chất bám vào bề mặt con lăn là cần duy trì định kỳ, điều này là nhân tố giảm năng suất.

Do các vấn đề này, các đề xuất khác nhau đã được đưa ra cho biện pháp ngăn chặn sự bám của các chất bẩn vào bề mặt con lăn lò nung, và, cụ thể là, nhiều đề xuất liên quan đến việc cải thiện vật liệu của lớp phủ phun nhiệt trên bề mặt của các con lăn lò nung.

Ví dụ, patent Nhật Bản (JP-B) số 3234209 bộc lộ phương pháp sản xuất bộ phận trượt, phương pháp này cho phép tạo ra mặt trượt có đặc tính chống dính cao. Phương pháp này bao gồm các bước: chiếu lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên chất nền bằng chùm tia laze theo mẫu, chẳng hạn, theo điểm hoặc theo đường thẳng, theo đó thay đổi một phần lớp phủ bằng nhiệt và cấu trúc thay đổi ở các phần của lớp phủ; và khiến cho vùng được chiếu laze hoặc vùng không được chiếu laze bị ấn xuống tạo thành các vũng dầu, do chủ yếu là sự mài mòn chọn lọc trong khi gia công hoàn

thiện hoặc trượt.

Ngoài ra, công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản (JP-A) số 2013-95974 bộc lộ phương pháp tạo thành lớp đông đặc ở lớp phủ phun nhiệt, phương pháp này bao gồm bước chiếu bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng chùm năng lượng cao, nhờ đó gây ra sự làm nóng chảy lại và hóa rắn lại hợp phần phủ ở lớp bề mặt của lớp phủ phun nhiệt và do đó làm đặc lớp bề mặt.

Tuy nhiên, ngay cả khi sử dụng các kỹ thuật được bộc lộ trong JP-B số 3234209 và JP-A số 2013-95974, cũng khó ngăn chặn một cách đầy đủ việc xảy ra sự tích tụ trên bề mặt của các con lăn lò nung, và người ta mong muốn cải thiện hơn nữa sự chống tích tụ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án trong bản mô tả này chủ yếu nhằm đề xuất con lăn lò nung có khả năng ngăn chặn sự bám của các chất bẩn vào bề mặt lăn của nó trong khi vận chuyển tấm, và phương pháp sản xuất con lăn lò nung này.

Theo một khía cạnh trong phần mô tả này, con lăn lò nung được tạo ra gồm có trục lăn nền, lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên trục lăn nền, và lớp phủ biến đổi được tạo ra trên lớp phủ phun nhiệt, lớp phủ biến đổi được tạo ra bằng cách biến đổi một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt, bằng cách chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng chùm năng lượng,

độ dày của lớp phủ biến đổi nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μ m, và

độ cứng Vickers (Vickers hardness – HV) của lớp phủ biến đổi nằm trong khoảng lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt.

Theo một phương án khác trong bản mô tả này, phương pháp sản xuất con lăn lò nung được đề xuất, phương pháp này bao gồm bước chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên trục lăn nền bằng chùm năng lượng, theo đó, biến đổi một phần hoặc toàn bộ lớp phủ phun nhiệt bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt, để tạo ra lớp phủ biến đổi có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μ m và độ cứng Vickers HV lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa một ví dụ về lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất của bản mô tả.

Fig.2A là hình phối cảnh và hình chiếu cắt ngang một phần được phóng to minh họa con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Fig.2B là hình phối cảnh và hình chiếu cắt ngang một phần được phóng to minh họa con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Fig.3A là hình chiếu cắt ngang một phần được phóng to minh họa con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Fig.3B là hình chiếu cắt ngang một phần được phóng to minh họa con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Fig.4 là một ví dụ về vi ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (scanning electron kính hiển vi – SEM) của lớp phủ phun nhiệt và lớp phủ biến đổi của con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Fig.5 là lưu đồ minh họa một ví dụ về tiến trình công nghệ của phương pháp sản xuất con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Fig.6 là sơ đồ minh họa phương pháp sản xuất con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề cập đến:

(1) Con lăn lò nung được tạo ra gồm có:

trục lăn nền;

lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên trục lăn nền; và

lớp phủ biến đổi được tạo ra trên lớp phủ phun nhiệt, lớp phủ biến đổi được tạo ra bằng cách biến đổi một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt, bằng cách chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng chùm năng lượng,

độ dày của lớp phủ biến đổi nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μ m, và

độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt.

(2) Trong con lăn lò nung theo phương án (1), tốt hơn là, các vết rạn nứt có mặt trên bề mặt lớp phủ biến đổi, và khoảng cách trung bình giữa các vết rạn nứt liền kề theo mặt cắt ngang của con lăn lò nung được cắt theo phương độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 100 μm , và chiều rộng khe hở của các vết rạn nứt nhỏ hơn 5 μm .

(3) Trong con lăn lò nung theo phương án (1) hoặc (2), tốt hơn là, lớp phủ biến đổi chứa oxy với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2% khối lượng.

(4) Trong con lăn lò nung theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ (1) đến (3), tốt hơn là, Al_2O_3 có mặt ở trạng thái được phân tán trong bề mặt của lớp phủ biến đổi, và tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 trong bề mặt của lớp phủ biến đổi nằm trong khoảng từ 5 đến 40%.

(5) Con lăn lò nung theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ (1) đến (4) tốt hơn là còn có lớp crom oxit được tạo ra trên lớp phủ biến đổi, hoặc trên lớp phủ biến đổi và lớp phủ phun nhiệt.

(6) Trong con lăn lò nung theo theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ (1) đến (5), tốt hơn là, lớp phủ phun nhiệt là lớp phủ gồm kim loại bao gồm hợp kim chịu nhiệt và gồm,

trong đó, gồm chứa Cr_3C_2 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 50 đến 90%, Al_2O_3 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 1 đến 40%, Y_2O_3 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0 đến 3%, và ZrB_2 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0 đến 40%, và còn lại là các tạp chất và các lỗ nhỏ, tính theo % thể tích,

hợp kim chịu nhiệt chứa Cr với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5 đến 20%, Al với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5 đến 20%, và ít nhất một trong số Y hoặc Si với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6%, và còn lại là ít nhất một trong số Co hoặc Ni và các tạp chất, tính theo % khối lượng, và

từ 50 đến 90% thể tích của lớp phủ gồm kim loại là gồm, và còn lại là hợp kim chịu nhiệt.

(7) Trong con lăn lò nung theo (6), tốt hơn là, hợp kim chịu nhiệt còn có, ít nhất một trong số Nb với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% hoặc Ti với tỷ lệ nằm

trong khoảng từ 0,1 đến 10%, tính theo % khối lượng.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất:

(8) Phương pháp sản xuất con lăn lò nung được tạo ra bao gồm bước chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên trục lăn nền bằng chùm năng lượng, theo đó, biến đổi một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt, để tạo ra lớp phủ biến đổi có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μ m và độ cứng Vickers HV lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt.

(9) Trong phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo điểm (8), tốt hơn là, việc chiếu bằng chùm năng lượng được thực hiện trong không khí.

(10) Trong phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo (8) hoặc (9), tốt hơn là, việc xử lý mạ crom được thực hiện sau khi lớp phủ biến đổi được tạo ra.

Các phương án được ưu tiên trong phần mô tả này sẽ được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trong phần mô tả và các hình vẽ, các chi tiết có chức năng và kết cấu hầu như giống nhau được biểu thị bởi số chỉ dẫn giống nhau, và việc giải thích lại chi tiết đo được bỏ qua.

(Kết cấu của lò tôi liên tục)

Đầu tiên, lò tôi liên tục mà con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án thứ nhất của bản mô tả được sử dụng cho lò tôi liên tục này được mô tả có dựa vào Fig.1.

Như được minh họa ở Fig.1, lò tôi liên tục 1 là thiết bị được kết cấu để tôi liên tục tấm thép dạng dải 2 để điều chỉnh các đặc tính cơ học (chẳng hạn, độ cứng) của tấm thép 2 được sản xuất trong quy trình cán nguội. Lò tôi liên tục 1 ứng dụng chu trình nhiệt bao gồm các bước làm nóng, ngâm, làm nguội, và tương tự cho tấm thép 2 khi tấm thép 2 đi qua các phần giữa các con lăn được đặt trong lò nung, theo đó đưa liên tục tấm thép 2 đi tôi liên tục. Ở đây, tấm thép 2 là một ví dụ về dải kim loại được tôi, và là, ví dụ, tấm thép mỏng đã được cán nguội bằng thiết bị cán nguội liên tục không được thể hiện ở hình vẽ (ví dụ, tấm thép dạng dải được cán nguội có độ dày tấm nằm trong khoảng từ 0,14mm đến 3,2mm). Dải kim loại không bị giới hạn ở vật liệu của nó, miễn là dải kim loại là vật liệu kim loại dạng dải (dải kim loại) có thể tôi được.

Như được minh họa ở Fig.1, lò tôi liên tục 1 bao gồm, ví dụ, vùng làm nóng 3, vùng ngâm 4, vùng làm nguội sơ cấp 5, vùng dư 6, và vùng làm nguội thứ cấp 7 được bố trí theo thứ tự này từ phía đầu vào. Lò tôi liên tục 1 tôi liên tục tấm thép 2 trong khi vận chuyển tấm thép 2 bằng cách sử dụng nhiều con lăn lò nung 10 dùng cho lò tôi liên tục được tạo ra ở từng vùng. Mặc dù không được minh họa trên hình vẽ, phía trên vùng làm nóng 3 được tạo ra có, ví dụ, tang nối dây, lưới cắt, thiết bị làm sạch phía nạp, cửa nạp và tương tự, và phía dưới vùng làm nguội thứ cấp 7 được tạo ra có, ví dụ, thùng làm nguội nước, con lăn qua da, cửa xả, kéo xén, máy quấn và tương tự.

Vùng làm nóng 3 làm nóng tấm thép 2 đến nhiệt độ cao nằm trong khoảng, ví dụ, từ 700 đến 900°C bằng cách sử dụng phương pháp làm nóng, chẳng hạn, làm nóng bằng sự oxy hóa tự do nhờ đốt trực tiếp hoặc làm nóng bằng ống bức xạ. Vùng ngâm 4 thực hiện xử lý nhiệt để duy trì tấm thép 2 ở nhiệt độ quy định, bằng cách sử dụng phương pháp làm nóng, chẳng hạn, làm nóng bằng ống bức xạ hoặc làm nóng bằng điện gián tiếp. Vùng làm nguội sơ cấp 5 làm nguội nhanh tấm thép 2, bằng cách sử dụng phương pháp làm nguội, chẳng hạn, làm nguội nhờ tiếp xúc con lăn, làm nguội bằng vòi phun khí hoặc làm nguội bằng sương mù. Vùng dư 6 thực hiện việc xử lý dư trong đó tấm thép 2 được duy trì ở nhiệt độ quy định trong khoảng thời gian xác định (ví dụ, từ 300 đến 400°C trong thời gian 3 phút) bằng cách sử dụng, ví dụ, lò nung điện. Ngoài ra, vùng làm nguội thứ cấp 7 làm nguội tấm thép 2 sau khi xử lý dư bằng cách sử dụng bất kỳ hệ thống nào trong số các hệ thống làm nguội khác nhau được nêu ở trên.

Như được mô tả ở trên, lò tôi liên tục 1 điều chỉnh các đặc tính cơ học của tấm thép 2 bằng cách ứng dụng chu trình nhiệt đã quy định cho tấm thép 2 bằng cách làm cho tấm thép 2 đi qua các lò nung một cách liên tục. Trong quy trình này, chu trình nhiệt được đặt sao cho thỏa mãn các điều kiện tôi mà phù hợp với chất lượng của tấm thép được sản xuất (chẳng hạn, tấm thép có độ bền kéo cao, tấm thép được cán nguội thông thường, tấm thép được mạ thiếc, hoặc tấm thép để vẽ).

(Kết cấu của con lăn lò nung)

Tiếp theo, con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án này sẽ được mô tả có dựa vào Fig.2A đến Fig.4.

Như được minh họa ở Fig.2A, con lăn lò nung 10 dùng cho lò tôi liên tục (sau

đây, còn được gọi một cách đơn giản là "con lăn lò nung 10") bao gồm trục lăn 12 và tang lăn 14 được lắp trên trục lăn 12. Con lăn lò nung 10 có chiều rộng lăn lớn hơn chiều rộng của tấm thép 2 được cấp vào lò tôi liên tục 1, và chiều rộng lăn của tang lăn 14 là, ví dụ, nằm trong khoảng từ khoảng 1.000mm đến khoảng 2.500mm, và đường kính con lăn ϕ của tang lăn 14 là, ví dụ, nằm trong khoảng từ khoảng 600mm đến khoảng 1.000mm. Con lăn lò nung 10 là con lăn truyền động, và đóng vai trò là con lăn vận chuyển tấm thép được kết cấu để vận chuyển tấm thép 2 trong lò tôi liên tục 1. Cụ thể là, khi bề mặt chu vi của tang lăn 14 (sau đây, đôi khi còn được gọi là "bề mặt chu vi con lăn") tiếp xúc với tấm thép 2 trong khi con lăn lò nung 10 quay quanh trục lăn 12, con lăn lò nung 10 vận chuyển tấm thép 2 trong khi thay đổi chiều di chuyển của tấm thép 2 được cuốn quanh tang lăn 14 ở góc cuốn xác định.

Ngoài ra, như được minh họa ở Fig.2A, tang lăn 14 của con lăn lò nung 10 bao gồm trục lăn nền 20, lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra trên bề mặt của trục lăn nền 20, và lớp phủ biến đổi 22 là lớp phủ ngoài cùng được tạo ra trên bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21. Ngoài ra, như được minh họa ở Fig.2B, lớp lót 24 có thể được tạo ra giữa trục lăn nền 20 và lớp phủ phun nhiệt 21, nếu cần, bằng cách phun phủ nhiệt lớp lót chỉ có hợp kim chịu nhiệt, để ngăn chặn sự tách rời do sự khác nhau về hệ số giãn nở vì nhiệt.

Trục lăn nền 20 được làm bằng kim loại, chẳng hạn, thép và tạo nên hình dạng cơ bản của con lăn lò nung 10. Đối với trục lăn nền 20, ví dụ, thép đúc chịu nhiệt trên cơ sở thép không gỉ được sử dụng, và, cụ thể là, SCH22 là thích hợp nhất. Trục lăn nền 20 được đưa đi xử lý phủ, chẳng hạn, phun phủ nhiệt. Theo phương án này, lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra trên bề mặt của trục lăn nền 20, và lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra trên bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21.

Lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra bằng cách phun phủ nhiệt vật liệu phun phủ nhiệt lên bề mặt của trục lăn nền 20, vật liệu phun phủ nhiệt là vật liệu trong đó hợp kim chịu nhiệt và gốm được kết hợp (vật liệu gốm kim loại). Vật liệu của lớp phủ phun nhiệt 21 sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Mặc dù độ dày của lớp phủ phun nhiệt 21 (độ dày d_1 ở Fig.3A) không bị giới hạn một cách cụ thể, độ dày của lớp phủ phun nhiệt 21 là, ví dụ, nằm trong khoảng từ 20 đến 200 μ m.

Độ cứng của lớp phủ phun nhiệt 21 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 600 đến

1.000 tính theo độ cứng Vickers HV như được định nghĩa trong tiêu chuẩn ISO 6507-1. Độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt 21 nhỏ hơn 600 thì không thuận lợi bởi vì các chất bắn, chẳng hạn, sắt mà là nguồn gốc của sự tích tụ có khuynh hướng bám chặt vào lớp phủ phun nhiệt 21 và sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện. Ngược lại, khi độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt 21 nằm trong khoảng từ 600 đến 1.000, sự bám chặt của các chất bắn, chẳng hạn, sắt vào lớp phủ phun nhiệt cứng 21 có thể được ngăn chặn, và do đó, việc xảy ra sự tích tụ có thể được ngăn chặn. Độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt 21 lớn hơn 1.000 là không thuận lợi vì lớp phủ phun nhiệt 21 trở nên có khuynh hướng rạn nứt và tách ra. Độ cứng Vickers HV được đo theo phương pháp thử nghiệm như được định nghĩa trong tiêu chuẩn ISO 6507-1.

Trên lớp phủ phun nhiệt 21, lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra; lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra bằng cách làm nóng chảy lại vật liệu phun phủ nhiệt mà tạo thành lớp phủ phun nhiệt 21, và sau đó hóa rắn vật liệu phun phủ nhiệt. Lớp phủ biến đổi 22 có độ nhám bề mặt nhỏ và là lớp phủ đặc, và lớp phủ biến đổi 22 có trạng thái vỡ hầu như 0%.

Độ dày của lớp phủ biến đổi 22 (độ dày d_2 ở Fig.3A) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μm . Độ dày của lớp phủ biến đổi 22 nhỏ hơn 2 μm là không thuận lợi bởi vì khả năng lớp phủ biến đổi 22 bị mòn do sự mài mòn trong khi vận chuyển tấm thép 2 trở nên cao. Độ dày của lớp phủ biến đổi 22 lớn hơn 20 μm là không thuận lợi bởi vì lớp phủ biến đổi 22 trở nên có khuynh hướng tách ra.

Độ dày của lớp phủ phun nhiệt 21 và lớp phủ biến đổi 22 có thể được xác định bằng cách quan sát mặt cắt ngang của con lăn lò nung 10 được sản xuất bằng cách sử dụng kính hiển vi, chẳng hạn, kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope – SEM).

Độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi 22 theo phương án này tốt hơn là lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt 21. Vì độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt 21 là, ví dụ, nằm trong khoảng từ khoảng 600 đến khoảng 1.000 nên độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi 22 theo phương án này sẽ nằm trong khoảng từ khoảng 720 đến khoảng 1.400. Do lớp phủ biến đổi 22 có độ cứng lớn hơn độ cứng của lớp phủ phun nhiệt 21, việc bám chặt của các chất bắn, chẳng hạn, sắt vào lớp phủ biến đổi 22 có thể được ngăn chặn một cách hiệu quả, và,

do đó, sự xảy ra tích tụ có thể được ngăn chặn. Khi tỷ lệ độ cứng tính theo độ cứng Vickers H_v thấp hơn 1,2, việc bám chặt của các chất bản, chẳng hạn, sắt vào lớp phủ biến đổi 22 có khuynh hướng xuất hiện, và việc tích tụ có xu hướng xuất hiện. Khi tỷ lệ độ cứng tính theo độ cứng Vickers H_v cao hơn 1,4, lớp phủ biến đổi 22 có khuynh hướng tách ra.

Như được minh họa dưới dạng giản đồ trên Fig.3A, các vết rạn nứt 23 có mặt ở bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 ở khoảng cách xác định. Khi các vết rạn nứt 23 có mặt ở lớp phủ biến đổi 22, các vết rạn nứt 23 đóng vai trò là cơ cấu giảm ứng suất để ngăn chặn sự rạn nứt hoặc sự tách lớp phủ biến đổi 22 gây ra do ứng suất nhiệt. Khoảng cách L_1 giữa các vết rạn nứt liền kề 23 theo mặt cắt ngang của con lăn lò nung được cắt theo phương độ dày, chẳng hạn, như được minh họa trên Fig.3A, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 100 μm . Chiều rộng khe hở của vết rạn nứt 23 (khoảng cách L_2 được chỉ ra trên Fig.3B) tốt hơn là nhỏ hơn 5 μm . Khoảng cách L_1 nhỏ hơn 10 μm là không thuận lợi bởi vì lớp phủ biến đổi 22 trở nên có khuynh hướng tách ra. Khi khoảng cách L_1 lớn hơn 100 μm , khả năng chiều rộng khe hở L_2 của vết rạn nứt 23 là 5 μm hoặc lớn hơn trở nên cao. Khi chiều rộng khe hở L_2 của vết rạn nứt 23 là 5 μm hoặc lớn hơn, các chất bản, chẳng hạn, sắt, đóng vai trò là nguồn tích tụ có khuynh hướng bám chặt vào khe hở, và, do đó, khó ngăn chặn sự xuất hiện tích tụ. Chiều rộng khe hở L_2 của vết rạn nứt 23 tốt hơn là nhỏ nhất có thể, và giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, xét về việc sản xuất lớp phủ biến đổi 22, chiều rộng khe hở L_2 là 0,1 μm nên là giá trị nhỏ nhất có thể.

Phương pháp được ứng dụng để đo khoảng cách L_1 giữa các vết rạn nứt liền kề 23 hoặc chiều rộng khe hở L_2 của vết rạn nứt không bị giới hạn một cách cụ thể, và có thể được xác định bằng cách sử dụng các phương pháp đã biết. Ví dụ, mặt cắt ngang của con lăn lò nung 10 được sản xuất có thể được phóng to đến tỷ lệ phóng đại thích hợp để quan sát bằng cách sử dụng kính hiển vi, chẳng hạn, SEM, và khoảng cách giữa các vết rạn nứt liền kề 23 và chiều rộng khe hở của các vết rạn nứt 23 có thể được xác định ở vị trí được chọn tự do.

Trong lớp phủ biến đổi 22 theo phương án này, hàm lượng oxy trong lớp phủ biến đổi 22 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2% khối lượng. Khi hàm lượng oxy nhỏ hơn 0,5% khối lượng, độ cứng của lớp phủ biến đổi có khuynh hướng nhỏ. Khi

hàm lượng oxy lớn hơn 2% khối lượng, lớp phủ có khuynh hướng rạn nứt và lớp phủ biến đổi có khuynh hướng tách ra. Oxy được chứa trong lớp phủ biến đổi 22 ở trạng thái oxit của nguyên tố có mặt trong lớp phủ biến đổi 22.

Trong lớp phủ biến đổi 22 theo phương án này, Al_2O_3 có mặt ở trạng thái được phân tán trên bề mặt của lớp phủ biến đổi 22. Do Al_2O_3 có khuynh hướng phản ứng với nguồn tích tụ thấp hơn so với lớp phủ biến đổi 22, nên đạt được sự ngăn chặn tích tụ tốt hơn. Tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 trên bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 so với toàn bộ bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 40%. Tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 thấp hơn 5% là không thuận lợi bởi vì lớp phủ biến đổi 22 trở nên có khuynh hướng phản ứng với nguồn tích tụ. Ngoài ra, tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 lớn hơn 40% là không thuận lợi bởi vì Al_2O_3 có mặt trên bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 trở nên có khuynh hướng tách ra.

Phương pháp được áp dụng để đo hàm lượng oxy trong lớp phủ biến đổi 22 và phương pháp được áp dụng để đo tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 trên bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 không bị giới hạn một cách cụ thể, và có thể được xác định bằng các phương pháp đã biết. Ví dụ, máy phân tích vi thăm dò điện tử phân tán bước sóng (wavelength-dispersive electron probe micro analyzer – EPMA phân tán theo bước sóng) hoặc tương tự có thể được sử dụng.

Như được mô tả dưới đây, lớp phủ biến đổi 22 nêu ở trên tốt hơn là được tạo thành bằng cách biến đổi phần độ dày xác định của bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 nhờ chiếu bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 bằng chùm tia laze có mật độ năng lượng nằm trong khoảng từ 1×10^5 đến 1×10^7 W/cm². Khi mật độ năng lượng là 1×10^5 W/cm² hoặc thấp hơn thì khó làm nóng chảy lớp phủ phun nhiệt 21, và thời gian xử lý kéo dài nhiều hơn mức cần thiết. Khi mật độ năng lượng là 1×10^7 W/cm² hoặc cao hơn, mật độ của năng lượng mà ở đó lớp phủ phun nhiệt 21 bị nóng chảy trở nên cao quá mức, và lớp phủ biến đổi 22 có độ dày hoặc các vết rạn nứt phù hợp không thu được ngay cả bằng cách điều chỉnh ở các điều kiện quy định. Về mặt này, các đặc tính khác, chẳng hạn, độ dày của lớp phủ biến đổi 22 được tạo thành, khoảng cách giữa các vết rạn nứt liên kế 23, chiều rộng khe hở của vết rạn nứt 23, và tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 , có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh mật độ năng lượng của tia laze được dùng để chiếu.

Sau khi lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra, lớp phủ biến đổi 22 tốt hơn là được đưa đi xử lý mạ crom. Bằng cách chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 bằng chùm tia laze, lớp phủ biến đổi 22 có thể được tạo ra ở các vị trí cần thiết của lớp phủ phun nhiệt 21, vị trí cần thiết này có thể là một phần bề mặt hoặc toàn bộ bề mặt. Khi lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra ở các vị trí trên lớp phủ phun nhiệt 21, các lỗ nhỏ mịn trong các vùng của lớp phủ phun nhiệt 21 mà không là lớp phủ biến đổi 22 tốt hơn là được đưa đi xử lý mạ crom, nhờ đó tăng cường sự chống tích tụ bằng cách lấp đầy các lỗ nhỏ mịn bằng crom oxit. Ngoài ra, các vết rạn nứt 23 xuất hiện trên bề mặt màng của lớp phủ biến đổi 22 tốt hơn là được đưa đi xử lý mạ crom, theo đó tăng cường sự chống tích tụ bằng cách lấp đầy các vết rạn nứt 23 bằng crom oxit. Việc xử lý mạ crom có thể được thực hiện bằng cách quét hoặc phun dung dịch nước chứa axit cromic lên bề mặt của con lăn lò nung, và sau đó thực hiện làm nóng với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350 đến 550°C. Khi việc xử lý này được lặp lại, độ dày lớp phủ của việc xử lý mạ crom có thể thay đổi. Nhằm mục đích lấp đầy các lỗ nhỏ mịn trong lớp phủ phun nhiệt 21 hoặc các vết rạn nứt 23 trong lớp phủ biến đổi 21, việc xử lý mạ crom nên được thực hiện ba lần hoặc ít hơn.

(Vật liệu dùng cho lớp phủ phun nhiệt)

Tiếp theo, vật liệu của lớp phủ phun nhiệt 21 phủ lên con lăn lò nung 10 sẽ được mô tả chi tiết. Các tác giả sáng chế đã điều chế các lớp phủ phun nhiệt khác nhau để thử nghiệm, và đã xem xét các đặc tính, sự xuất hiện tích tụ, và tương tự của các lớp phủ phun nhiệt dùng để thử nghiệm. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lớp phủ gốm kim loại được mô tả dưới đây bao gồm hợp kim chịu nhiệt và gốm có hiệu quả lớn xét về việc ngăn chặn tích tụ, và có xu hướng thoái hóa thấp ngay cả khi sử dụng trong thời gian dài trong lò tôi liên tục.

Lớp phủ phun nhiệt 21 theo phương án này tốt hơn là lớp phủ gốm kim loại bao gồm hợp kim chịu nhiệt và gốm. Ở đây, gốm bao gồm Cr_3C_2 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 50 đến 90% tính theo thể tích, Al_2O_3 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 1 đến 40% tính theo thể tích, Y_2O_3 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0 đến 3% tính theo thể tích, và ZrB_2 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0 đến 40% tính theo thể tích, còn lại là các tạp chất và các lỗ nhỏ. Y_2O_3 và ZrB_2 là các thành phần tùy ý (các thành phần được chọn), các thành phần này được kết hợp nếu cần.

Hợp kim chịu nhiệt bao gồm Cr với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5 đến 20% khối lượng, Al với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5 đến 20% khối lượng, và ít nhất một trong số Y hoặc Si với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6% khối lượng, còn lại là ít nhất một trong số Co hoặc Ni và các tạp chất.

Đối với tỷ lệ thể tích của lớp phủ gồm kim loại, tốt hơn là từ 50 đến 90% tính theo thể tích của lớp phủ gồm kim loại là gốm, và còn lại là hợp kim chịu nhiệt.

Các ví dụ cụ thể của lớp phủ gồm kim loại tạo thành lớp phủ phun nhiệt 21 của con lăn lò nung theo phương án này sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Trong lớp phủ gồm kim loại, từ 50 đến 90% tính theo thể tích của lớp phủ gồm kim loại là gốm, và còn lại là hợp kim chịu nhiệt, chẳng hạn, CoNiCrAlY, CoCrAlY, NiCrAlY, hoặc CoNiCrAlSiY. Khi tỷ lệ của gốm nhỏ hơn 50% tính theo thể tích, hàm lượng của hợp kim chịu nhiệt, mà hợp kim này dễ dàng phản ứng với sắt, trở nên quá lớn, và sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện. Khi tỷ lệ của gốm vượt quá 90% tính theo thể tích, lớp phủ trở nên xốp trong khi phun phủ nhiệt do nhiệt độ nóng chảy cao của gốm, và các nguồn tích tụ bám chặt vào các lỗ nhỏ và sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sức chống tích tụ, tỷ lệ gốm tốt hơn là nằm trong khoảng từ 60 đến 80% tính theo thể tích.

Tiếp theo, vật liệu gốm sẽ được mô tả.

Thành phần chính của gốm là Cr_3C_2 , và gốm chứa Cr_3C_2 với lượng nằm trong khoảng từ 50 đến 90% tính theo thể tích. Cr_3C_2 ít có khuynh hướng bị oxy hóa ngay cả ở các môi trường nhiệt độ cao, chẳng hạn, trong lò tôi, và Cr_3C_2 ít có khuynh hướng phản ứng với sắt hoặc mangan hoặc các oxit của chúng. Do đó, Cr_3C_2 có thể ngăn chặn xuất hiện tích tụ. Khi tỷ lệ Cr_3C_2 thấp hơn 50% tính theo thể tích, hiệu quả ngăn chặn sự tích tụ không đạt được, và khi tỷ lệ Cr_3C_2 cao hơn 90% tính theo thể tích sẽ ngăn chặn sự khuếch tán, lượng thành phần gốm mà ngăn chặn sự khuếch tán cacbon trong Cr_3C_2 trở nên tương đối thấp, kết quả là lớp phủ trở nên dễ vỡ do sự khuếch tán cacbon. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sự chống tích tụ, tỷ lệ của Cr_3C_2 tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 60 đến 80% tính theo thể tích.

Tốt hơn là kích thước hạt của Cr_3C_2 là, ví dụ, nằm trong khoảng từ 1 đến $10\mu\text{m}$. Khi kích thước hạt của Cr_3C_2 nhỏ hơn $1\mu\text{m}$, diện tích bề mặt tiếp xúc với hợp kim chịu nhiệt trở nên lớn, và sự khuếch tán cacbon có khuynh hướng xuất hiện. Khi

kích thước hạt lớn hơn $10\mu\text{m}$, độ nhám của bề mặt phủ trở nên lớn, và sắt hoặc mangan, hoặc oxit của chúng, có khuynh hướng tích tụ. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sự chống tích tụ, kích thước hạt của Cr_3C_2 tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 5 đến $8\mu\text{m}$.

Hệ số khuếch tán của cacbon trong Al_2O_3 và Y_2O_3 thấp. Do đó, Al_2O_3 và Y_2O_3 có thể ngăn chặn cacbon được chứa trong Cr_3C_2 không bị khuếch tán vào hợp kim chịu nhiệt.

Trong vật liệu gốm, tỷ lệ của Al_2O_3 được đặt nằm trong khoảng từ 1 đến 40% tính theo thể tích, và tỷ lệ của Y_2O_3 được đặt là 3% tính theo thể tích hoặc thấp hơn. Do Y_2O_3 là thành phần tùy ý (thành phần lựa chọn), nó có thể được kết hợp, nếu cần, đặc biệt là nhằm mục đích đạt được hiệu quả về mặt ngăn chặn sự khuếch tán cacbon, hàm lượng của Y_2O_3 nằm trong khoảng từ 0 đến 3% tính theo thể tích. Khi tỷ lệ của Al_2O_3 nhỏ hơn 1% tính theo thể tích, hiệu quả ngăn chặn sự khuếch tán cacbon không đạt được, và, khi tỷ lệ của Al_2O_3 vượt quá 40% tính theo thể tích, lớp phủ trở nên dễ vỡ và các vết rạn nứt có khuynh hướng xuất hiện trong quá trình sử dụng, kết quả là sự chống tích tụ bị giảm đi. Do Y_2O_3 có khuynh hướng phản ứng với mangan oxit, tỷ lệ Y_2O_3 cao hơn 3% tính theo thể tích làm giảm sự chống tích tụ. Khi Y_2O_3 được kết hợp nhằm đạt được hiệu quả ngăn chặn sự khuếch tán cacbon, có hiệu quả khi kết hợp Y_2O_3 với tỷ lệ 0,5% tính theo thể tích hoặc lớn hơn. Đối với Al_2O_3 , lượng Al_2O_3 tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 10 đến 30% tính theo thể tích xét về việc tăng cường hơn nữa sự chống tích tụ.

Al_2O_3 hoặc Y_2O_3 có thể được kết hợp, ở dạng oxit, trong bột các nguyên liệu thô. Tuy nhiên, nhằm mục đích ngăn chặn sự khuếch tán cacbon khỏi Cr_3C_2 , tốt hơn là oxy hóa Y hoặc Al mà đã được kết hợp trong hợp kim chịu nhiệt bằng cách xử lý oxy hóa ở trạng thái các nguyên liệu thô, trong khi phủ hoặc sau khi phủ, theo đó, cho phép Al_2O_3 hoặc Y_2O_3 được tạo ra trong bề mặt của hợp kim chịu nhiệt.

Trong trường hợp mà độ cứng của lớp phủ phun nhiệt ở nhiệt độ cao được tăng cường nhằm mục đích sử dụng ở nhiệt độ cao, tốt hơn là kết hợp ZrB_2 , chất này bền và có độ cứng ở nhiệt độ cao, ở tỷ lệ 40% tính theo thể tích hoặc thấp hơn. Khi ZrB_2 được kết hợp với tỷ lệ lớn hơn 40% tính theo thể tích, sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện do sự chống tích tụ của ZrB_2 thấp hơn so với Cr_3C_2 . Do ZrB_2 là thành phần

tùy ý (thành phần lựa chọn), nó có thể được kết hợp, nếu cần, đặc biệt là nhằm mục đích sử dụng ở nhiệt độ cao, hàm lượng của ZrB_2 trong lớp phủ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0 đến 40% tính theo thể tích. Trong trường hợp mà ZrB_2 được kết hợp nhằm sử dụng ở nhiệt độ cao, hiệu quả về mặt tăng cường độ cứng ở nhiệt độ cao là nhỏ với hàm lượng kết hợp ZrB_2 nhỏ hơn 5% tính theo thể tích. Do đó, tốt hơn là kết hợp ZrB_2 ở tỷ lệ 5% tính theo thể tích hoặc lớn hơn. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sự chống tích tụ, ZrB_2 tốt hơn là được kết hợp với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 15 đến 30% tính theo thể tích.

Phần còn lại của gốm nêu ở trên tương ứng với các tạp chất và các lỗ nhỏ.

Tiếp theo, vật liệu hợp kim chịu nhiệt sẽ được mô tả.

Trong hợp kim chịu nhiệt, Cr được chứa với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5 đến 20% khối lượng. Khi Cr được chứa với tỷ lệ nhỏ hơn 5% khối lượng, sự chống oxy hóa ở nhiệt độ cao bị hạ thấp, và lớp phủ tiếp tục bị oxy hóa và trở nên có khuynh hướng tách ra. Ở lượng Cr lớn hơn 20% khối lượng, hợp kim chịu nhiệt trở nên dễ vỡ và trở nên có khuynh hướng tách ra khi sự cacbon hóa xuất hiện, trong khi hợp kim chịu nhiệt phản ứng với mangan oxit và sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện khi sự oxi hóa xuất hiện.

Hợp kim chịu nhiệt còn chứa Al với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5 đến 20% khối lượng. Khi Al được chứa với tỷ lệ nhỏ hơn 5% khối lượng, Al_2O_3 không thể đạt được hàm lượng mong muốn ngay cả bằng cách thực hiện các biện pháp xử lý oxy hóa khác nhau. Khi Al được chứa với lượng lớn hơn 20% khối lượng, độ cứng của lớp phủ ở nhiệt độ cao giảm đi và do đó có khuynh hướng sứt dính vào lớp phủ và gây ra sự tích tụ.

Cả Y và Si đều có hiệu quả xét về sự tạo thành lớp phủ oxit ổn định và ngăn chặn sự tách ra của lớp phủ oxit. Một trong số Y hoặc Si, hoặc cả Y và Si, tốt hơn là được kết hợp với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6% khối lượng. Khi Y hoặc Si được chứa với lượng lớn hơn 6% khối lượng, độ cứng của lớp phủ ở nhiệt độ cao giảm đi, kết quả là có khuynh hướng sứt dính vào lớp phủ và gây ra sự tích tụ. Tốt hơn là mỗi Y và Si được kết hợp với hàm lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn, và mỗi chất được kết hợp một cách hiệu quả hơn với lượng 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn.

Trong hợp kim chịu nhiệt, ít nhất một trong số Nb với tỷ lệ nằm trong khoảng

từ 0,1 đến 10% khối lượng hoặc Ti với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% khối lượng tốt hơn là được kết hợp. Khi Nb hoặc Ti được chứa trong hợp kim chịu nhiệt, Ni hoặc Ti tạo thành cacbua bền thuận lợi cho sự tạo thành cacbua từ Cr được chứa trong hợp kim chịu nhiệt, kết quả là phản ứng giữa Cr và cacbon được ngăn chặn và lớp phủ theo đó được ngăn không bị trở nên dễ vỡ trong thời gian dài. Khi lượng Nb/Ti nhỏ hơn 0,1% khối lượng, hiệu quả về mặt ngăn chặn phản ứng giữa Cr và cacbon không đạt được. Với lượng Nb/Ti lớn hơn 10% khối lượng, khi sự oxy hóa xuất hiện, Nb hoặc Ti có khuynh hướng phản ứng với mangan oxit và sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện.

Phần còn lại của hợp kim chịu nhiệt được mô tả ở trên tương đương với ít nhất một trong số Co hoặc Ni, và các tạp chất.

Một ví dụ về vi ảnh kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope – SEM) của mặt cắt ngang của lớp phủ phun nhiệt 21 và lớp phủ biến đổi 22 có kết cấu như được mô tả ở trên được minh họa trên Fig.4. Trong vi ảnh SEM được minh họa trên Fig.4, lớp phủ biến đổi đậm đặc 22 có độ nhám nhỏ được tạo ra trên bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21, trong đó có tồn tại khoảng cách. Trong ví dụ được minh họa trên Fig.4, độ dày của lớp phủ biến đổi 22 khoảng 5µm. Cũng nhìn thấy nhiều vết rạn nứt được tạo ra mở rộng từ bề mặt của lớp phủ biến đổi 22 đến lớp phủ phun nhiệt 21.

Việc tạo thành lớp phủ biến đổi 22 trên lớp phủ phun nhiệt 21 có thể ngăn chặn sự xuất hiện tích tụ trên con lăn lò nung 10 theo phương án này.

(Phương pháp sản xuất con lăn lò nung)

Tiếp theo, phương pháp sản xuất con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án này sẽ được mô tả có dựa vào Fig.5 và Fig.6.

Trong phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo phương án này, đầu tiên, lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra bằng cách phun phủ nhiệt vật liệu phun phủ nhiệt lên bề mặt chu vi của trục lăn nền 20 của con lăn lò nung 10 (bước S101), như được minh họa ở Fig.5. Để tăng cường lực bám dính của lớp phủ phun nhiệt 21, các biện pháp xử lý làm sạch trước khi phun phủ nhiệt đã biết hoặc tạo ra của lớp lót 24 chỉ bao gồm hợp kim chịu nhiệt (xem Fig.2B) có thể được thực hiện, nếu cần, trước khi xử lý phun phủ nhiệt.

Việc tạo ra lớp phủ phun nhiệt 21 bằng cách xử lý phun phủ nhiệt (bước S101) sẽ được mô tả chi tiết. Trong quá trình xử lý phun phủ nhiệt, bột nguyên liệu thô chứa bột gốm với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 50 đến 90% tính theo thể tích và còn lại là bột hợp kim chịu nhiệt, được phun phủ nhiệt lên bề mặt của trục lăn nền 20, theo đó tạo thành lớp phủ gốm kim loại trên bề mặt của trục lăn nền 20. Đối với bột nguyên liệu thô được phun phủ nhiệt, bột nguyên liệu thô trong đó bột gốm gồm Cr_3C_2 , Al_2O_3 và tương tự và bột hợp kim chịu nhiệt chứa Cr và Al được trộn lẫn có thể được sử dụng. Việc phun phủ nhiệt có thể được thực hiện tốt hơn là bằng cách sử dụng bột nguyên liệu thô trong đó bột gốm và bột hợp kim chịu nhiệt đã được kết hợp và được kết hạt với nhau từ trước, nhờ đó, lớp phủ phun nhiệt 21 có sự đồng nhất cao hơn có thể được tạo ra.

Đối với phương pháp được sử dụng để tạo thành lớp phủ phun nhiệt 21 trên bề mặt chu vi của con lăn, việc tạo thành tốt hơn là được thực hiện bằng cách tiến hành quy trình phun phủ nhiệt tốc độ cao dùng oxy và nhiên liệu (còn được gọi là "HVOF" (high velocity oxy-fuel)) sau khi thực hiện làm sạch bề mặt để tăng cường tính dính và tạo độ nhám. Trong quy trình HVOF, người ta thường sử dụng nhiên liệu bất kỳ trong số dầu hỏa, C_3H_8 , C_2H_2 , hoặc C_3H_6 làm khí đốt, và đặt áp suất của khí đốt nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1MPa, tốc độ dòng của khí đốt nằm trong khoảng từ 10 đến 500L/phút, áp suất của khí oxy nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1 MPa, và tốc độ dòng của khí oxy nằm trong khoảng từ 100 đến 1.200L/phút.

Trong quá trình phun phủ nhiệt, trục lăn nền 20 tốt hơn là được làm nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300°C đến 600°C. Việc làm nóng có thể được thực hiện bằng cách đem ngọn lửa của súng phun phủ nhiệt đến gần trục lăn nền 20, hoặc bằng cách cung cấp vòi phun khí đốt một cách riêng biệt. Do làm nóng trục lăn nền 20 đến 300°C hoặc cao hơn, Al và/hoặc Y trong hợp kim chịu nhiệt bị oxy hóa, và hàm lượng mong muốn của Al_2O_3 và/hoặc Y_2O_3 có thể đạt được. Khi nhiệt độ làm nóng được đặt cao hơn 600°C, sự oxy hóa của lớp phủ đi đến quá mức và lớp phủ trở nên xốp, do đó, sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sự chống tích tụ, khoảng nhiệt độ làm nóng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 400 đến 500°C.

Trong quá trình phun phủ nhiệt HVOF, tốc độ dòng của khí oxy làm thành phần khí đốt cháy HVOF tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 1.000 đến

1.200L/phút. Khi tốc độ dòng của khí oxy được đặt là 1.000L/phút hoặc lớn hơn, Al và/hoặc Y trong hợp kim chịu nhiệt bị oxy hóa, nhờ đó, có thể đạt được lượng mong muốn của Al_2O_3 và/hoặc Y_2O_3 . Khi tốc độ dòng của khí oxy được đặt là lớn hơn 1.200L/phút, sự oxy hóa của bột nguyên liệu thô đi đến quá mức trong quá trình phun phủ nhiệt và lớp phủ trở nên xốp, do đó, sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện.

Sau khi phun phủ nhiệt, lớp phủ phun nhiệt 21 tốt hơn là được đưa đi xử lý oxy hóa với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 300 đến 600°C trong thời gian từ 1 đến 5 giờ. Việc xử lý oxy hóa có thể được thực hiện bằng cách làm nóng bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 bằng cách sử dụng vòi phun khí đốt, hoặc bằng cách đặt con lăn lò nung trong lò nung chứa đầy không khí hoặc khí trơ (chẳng hạn, nitơ hoặc argon) chứa lượng nhỏ oxy và thực hiện xử lý nhiệt. Bằng việc thực hiện làm nóng ở nhiệt độ 300°C hoặc cao hơn trong thời gian 1 giờ hoặc lớn hơn, Al và/hoặc Y trong hợp kim chịu nhiệt bị oxy hóa, và lượng mong muốn của Al_2O_3 và/hoặc Y_2O_3 có thể đạt được. Khi việc làm nóng được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn 600°C hoặc được thực hiện trong thời gian lâu hơn 5 giờ, sự oxy hóa của lớp phủ trở nên quá mức và lớp phủ trở nên xốp, do đó, sự tích tụ có khuynh hướng xuất hiện. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sự chống tích tụ, khoảng nhiệt độ làm nóng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 400 đến 500°C.

Trong trường hợp mà bột nguyên liệu thô được đưa đi phun phủ nhiệt sau khi bột nguyên liệu thô được đưa đi xử lý oxy hóa, việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300 đến 600°C trong thời gian từ 1 đến 5 giờ trong không khí hoặc trong khí trơ (chẳng hạn, nitơ hoặc argon) chứa lượng nhỏ oxy. Với việc làm nóng ở nhiệt độ thấp hơn 300°C hoặc trong thời gian ít hơn 1 giờ, Y hoặc Al không bị oxy hóa. Khi việc làm nóng được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn 600°C hoặc được tiến hành trong thời gian lâu hơn 5 giờ, hàm lượng của gốm được oxy hóa tăng lên, do đó, nhiệt độ nóng chảy của bột nguyên liệu thô tăng lên và lớp phủ trở nên xốp. Ngoài ra, xét về việc tăng cường sự chống tích tụ, nhiệt độ làm nóng tốt hơn là được đặt nằm trong khoảng từ 400 đến 500°C.

Sau khi lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra trên trục lăn nền 20 bằng cách xử lý phun phủ nhiệt như được mô tả ở trên, sau đó lớp bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 được chiếu bằng chùm tia laser để gây ra việc làm nóng chảy lại và hóa rắn lại một phần lớp phủ phun nhiệt mở rộng từ lớp bề mặt đến độ dày xác định trước, nhờ đó lớp

phủ biến đổi 22 được tạo ra (bước S103). Độ dày của lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μm . Việc chiếu bằng chùm tia laze tốt hơn là được tiến hành trong không khí. Điều này là bởi vì việc chiếu trong không khí thúc đẩy phản ứng oxy hóa của các thành phần kim loại chứa trong lớp phủ phun nhiệt 21 trong khi chiếu bằng chùm tia laze.

Các đặc tính khác nhau liên quan đến độ dày hoặc các vết rạn nứt của lớp phủ biến đổi 22 được tạo ra có thể được điều chỉnh bởi mật độ năng lượng của chùm tia laze được sử dụng để chiếu bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21. Trong phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo phương án này, như được minh họa trên Fig.6, bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 được chiếu bằng cách quét với tốc độ xác định trước bằng chùm tia laze 30 được chiếu từ nguồn chiếu tia laze trong khi con lăn lò nung 10 có lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra trên đó được quay. Ở đây, để điều chỉnh mật độ năng lượng laze trên bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21, mức độ tụ lại của chùm tia laze 30 ở bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 và tốc độ quét được điều chỉnh bằng cách sử dụng các hệ quang học đã biết.

Mặc dù tốt hơn là đặt mật độ năng lượng của chùm tia laze được dùng để chiếu bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 nằm trong khoảng từ 1×10^5 đến $1 \times 10^7 \text{ W/cm}^2$, mức độ hội tụ ánh sáng hoặc tốc độ quét không bị giới hạn một cách cụ thể. Ví dụ, việc chiếu bằng chùm tia laze có thể được thực hiện dưới các điều kiện sau đây. Cụ thể là, bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 được chiếu bằng cách quét một lần hoặc nhiều lần bằng chùm tia laze có công suất đầu ra 1.000W và tụ ở đường kính đường kính 300 μm ở bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 (mật độ năng lượng: khoảng $1,4 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$), ở tốc độ quét 10m/s và bước 50 μm bằng cách sử dụng thiết bị laze Nd/YAG (bước sóng laze: 1.064nm). Thực hiện làm nóng chảy lại và hóa rắn lại lớp phủ phun nhiệt 21 ở các điều kiện như được mô tả ở trên cho phép lớp phủ biến đổi 22 như được mô tả ở trên được tạo thành. Các điều kiện của quy trình như được mô tả ở trên chỉ là một ví dụ, và các điều kiện của quy trình, chẳng hạn, độ tụ ánh sáng, tốc độ quét, bước, và số lần quét, có thể được chọn một cách thích hợp với bước sóng hoặc công suất đầu ra của tia laze được sử dụng, để độ dày của lớp phủ biến đổi 22 trở nên tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μm .

Mặc dù laze Nd/YAG (bước sóng laze: 1064nm) được sử dụng ở trên, các tia

laze cận hồng ngoại có bước sóng laze nằm trong khoảng từ 900 đến 1.100nm tốt hơn là được sử dụng, chẳng hạn, sợi laze trên cơ sở Yb (bước sóng laze: 1.070nm) và đĩa laze (bước sóng laze: 1.030nm). Bên cạnh các chùm tia laze, người ta cũng có thể sử dụng, ví dụ, chùm electron. Các chùm tia laze và các chùm electron là ví dụ về các chùm năng lượng.

Nhờ quy trình được mô tả ở trên, con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án này có thể được sản xuất.

Ở trên, con lăn lò nung dùng cho lò tôi liên tục theo phương án này và phương pháp sản xuất con lăn lò nung đã được mô tả. Theo phương án này, lớp phủ biến đổi đậm đặc và có độ bền cao thích hợp với độ nhám bề mặt của bề mặt chu vi con lăn của con lăn lò nung 10 có thể được tạo ra, do đó, sự bám dính của các chất bẩn, chẳng hạn, sắt hoặc mangan oxit, vào bề mặt chu vi con lăn có thể được giảm một cách đáng kể. Do đó, sự bám dính và tích tụ của các chất bẩn mà được mang bởi tấm thép 2 được vận chuyển, vào bề mặt chu vi con lăn của con lăn lò nung 10 (ví dụ, sự xuất hiện sự tích tụ) có thể được ngăn chặn trong quá trình hoạt động lò tôi liên tục 1. Điều này có thể phòng ngừa hoặc ngăn chặn sự tạo ra các khuyết tật được chuyển lên tấm thép 2 gây ra do sự tích tụ, và chất lượng của tấm thép 2 có thể được cải thiện.

Ngoài ra, do con lăn lò nung 10 có thể được sử dụng một cách ổn định trong thời gian dài trong môi trường nhiệt độ cao trong lò tôi liên tục 1, tuổi thọ của con lăn lò nung 10 có thể được kéo dài. Hơn nữa, trong quá trình bảo trì định kỳ lò tôi liên tục 1, sự cần thiết của hoạt động loại bỏ các vật thể bám vào bề mặt lăn của con lăn lò nung 10 không tồn tại hoặc được giảm đáng kể, do đó, năng suất sản xuất tấm thép 2 trong lò tôi liên tục 1 có thể được tăng lên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các ví dụ sẽ được mô tả. Các ví dụ sau đây trình bày các kết quả của thử nghiệm được tiến hành nhằm chứng minh hiệu quả của sáng chế, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ dưới đây.

Nhiều loại con lăn lò nung 10 được sản xuất theo phương pháp sản xuất con lăn lò nung được mô tả ở trên, và phép đo được tiến hành trong đó mỗi con lăn lò nung 10 đã được sử dụng trong lò tôi liên tục 1 và tuổi thọ của mỗi con lăn lò nung 10 được đo. Đối với tuổi thọ của con lăn, bề mặt chu vi con lăn của con lăn lò nung 10 được đo

bằng cách sử dụng huỳnh tia X di động trong lò tôi liên tục 1 đang hoạt động, và thời điểm mà ở đó hàm lượng của sắt (Fe) bám chặt vào bề mặt chu vi con lăn vượt quá 5% khối lượng được lấy là kết thúc tuổi thọ. Đường kính con lăn ϕ trong phương án này được đặt là 1.000mm.

Trong quá trình xử lý làm nóng lại và hóa rắn lại lớp phủ phun nhiệt 21, thành phần của lớp phủ phun nhiệt hoặc độ nhám bề mặt cũng gây ra ảnh hưởng, và, do đó, quá trình xử lý làm nóng lại và hóa rắn lại được thực hiện trong khi điều chỉnh một cách thích hợp độ tụ ánh sáng và tốc độ quét. Ví dụ, trong trường hợp lớp phủ phun nhiệt được chỉ ra ở bảng 1 có độ cứng Vickers HV 950 và bao gồm gồm với tỷ lệ 80% tính theo thể tích của lớp phủ phun nhiệt (Cr_3C_2 với tỷ lệ 79% tính theo thể tích và Al_2O_3 với tỷ lệ 1% tính theo thể tích) và phần còn lại bao gồm hợp kim chịu nhiệt bao gồm, Cr với tỷ lệ 10%, Al với tỷ lệ 5%, Y với tỷ lệ 2%, Ti với tỷ lệ 0,1%, tính theo % khối lượng, và còn lại là Co, xử lý quét một lần với bước $50\mu\text{m}$ và tốc độ quét 10m/s được thực hiện bằng cách sử dụng chùm tia laze từ thiết bị laze Nd/YAG có công suất đầu ra 1.000 W được tụ ở đường kính $300\mu\text{m}$ tại bề mặt của lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra với độ dày của lớp phủ biến đổi 22 là $11\mu\text{m}$ như được xác định bằng mẫu thử nghiệm đồng thời. Khi việc xử lý quét được thực hiện hai lần với cùng điều kiện, độ dày của lớp phủ biến đổi 22 là $13\mu\text{m}$ được thu được. Với mức độ tụ ánh sáng ở đường kính $1.000\mu\text{m}$ ở cùng điều kiện, việc quét một lần cho độ dày của lớp phủ biến đổi 22 là $2\mu\text{m}$. Khi việc xử lý quét một lần được thực hiện với công suất đầu ra 500W, tụ ánh sáng ở đường kính $300\mu\text{m}$, bước $60\mu\text{m}$, và tốc độ quét 8m/s , độ dày của lớp phủ biến đổi 22 là $8\mu\text{m}$. Do đó, trong các ví dụ được chỉ ra ở bảng 1, mức độ tụ ánh sáng, tốc độ quét, bước, và số lần quét, được thiết kế, một cách thích hợp, dựa trên các phát hiện nêu ở trên, do đó, điều chế các lớp phủ biến đổi 22 có độ dày được chỉ ra ở bảng 1

Hợp phần lớp phủ phun nhiệt 21 được tạo ra trên bề mặt chu vi con lăn, và đặc tính của lớp phủ phun nhiệt 21 và lớp phủ biến đổi 22 được nêu chung trong bảng 1.

Trong bảng 1, độ dày, khoảng cách giữa các vết rạn nứt, và bề rộng vết rạn nứt của lớp phủ biến đổi 22 được đo bằng cách quan sát mặt cắt ngang của mẫu đồng thời con lăn lò nung thu được bằng SEM. Các khoảng cách giữa các vết rạn nứt và bề rộng của vết rạn nứt được đo ở 10 trường nhìn theo mặt cắt ngang được quan sát bằng SEM với độ phóng đại kích thước gấp 1.000 lần, và giá trị trung bình của chúng được

tính toán. Đối với tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 ở bề mặt của lớp phủ biến đổi 22, các ảnh bề mặt ở 10 trường nhìn được thu được bằng cách sử dụng EPMA tán sắc theo bước sóng với tỷ lệ độ phóng đại kích thước gấp 500 lần, và các ảnh điện tử tán xạ ngược được nhị phân hóa sao cho các vùng được định rõ là Al_2O_3 bằng phép phân tích định tính được tô màu trắng và do đó các vùng khác có màu đen, theo đó xác định tỷ lệ diện tích Al_2O_3 , và giá trị trung bình của các tỷ lệ diện tích được tính toán. Đối với hàm lượng oxy của lớp phủ biến đổi 22, phép phân tích định lượng được thực hiện trên 10 trường nhìn được quan sát bằng cách sử dụng EPMA phân tán theo bước sóng với tỷ lệ độ phóng đại kích thước gấp 500 lần, do đó xác định được hàm lượng oxy, và giá trị trung bình của các hàm lượng oxy được tính toán. Ngoài ra, độ cứng Vickerses HV của lớp phủ phun nhiệt 21 và lớp phủ biến đổi 22 được đo theo phương pháp được định nghĩa trong ISO 6507-1, và tỷ lệ thay đổi độ cứng thu được bởi công thức (Độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi 22/Độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt 21) cũng được chỉ ra trong bảng 1. Ngoài ra, tuổi thọ con lăn, mà thu được dưới dạng kết quả thử nghiệm, cũng được chỉ ra trong bảng 1.

Bảng 1

	Lớp phủ biến đổi					Lớp phủ phun nhiệt			Việc xử lý mạ crom	Tỷ lệ thay đổi độ cứng	Tuổi thọ con lăn (năm)		
	Độ dày (μm)	Độ cứng Hv	Khoảng cách giữa các vết rạn nứt (μm)	Bề rộng của vết rạn nứt (μm)	Tỷ lệ diện tích của Al ₂ O ₃ (%)	Hàm lượng oxy (% khối lượng)	Độ cứng Hv	Tỷ lệ gồm trong lớp phủ (% tính theo thể tích)				Tỷ lệ các thành phần trong hợp kim chịu nhiệt (% khối lượng)	
Các ví dụ	1	2	1250	20	1,0	6	0,5	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,32	4,8
	2	4	1330	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,40	4,7
	3	2	1300	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	4,7
	4	10	1300	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	4,7
	5	20	1300	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	4,7
	6	10	1140	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,20	4,7
	7	10	1300	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	4,7
	8	10	1330	40	1,8	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,40	4,7
	9	10	1140	100	4,2	6	0,5	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,20	4,9
	10	20	1150	150	5,6	6	0,4	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,21	4,6
	11	7	1300	55	2,8	6	0,5	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	4,9
	12	5	1320	40	1,8	6	0,6	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,39	5,0
	13	15	1160	120	5,2	6	0,5	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,22	4,7
	14	18	1150	140	4,8	6	0,5	950	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,21	4,6
	15	5	1100	40	2,0	24	5,0	880	56Cr ₃ C ₂ -14Al ₂ O ₃	Bal.Co-20Cr-20Al-2Y	Có	1,25	4,4
	16	11	1000	60	3,0	16	3,0	750	54Cr ₃ C ₂ -6Al ₂ O ₃	Bal.Co-20Cr-20Al-3Y	Có	1,33	4,3
	17	20	800	100	4,0	22	9,0	600	30Cr ₃ C ₂ -20Al ₂ O ₃	Bal.Co-5Cr-5Al-1Y	Có	1,33	4,0
	18	2	1310	10	0,1	10	0,5	1000	89Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-10Al-2Y-5Ti	Có	1,31	5,0
	19	2	1150	5	0,1	40	9,0	900	45Cr ₃ C ₂ -43Al ₂ O ₃ -2Y ₂ O ₃	Bal.Co-15Cr-15Al-0,1Y-10Nb	Có	1,28	3,9
	20	20	800	150	5,0	6	2,0	630	34Cr ₃ C ₂ -15ZrB ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-0,1Si	Không	1,27	3,5
	21	18	800	100	4,0	10	4,5	620	29,5Cr ₃ C ₂ -20ZrB ₂ -0,5Al ₂ O ₃	Bal.Co-20Cr-20Al-6Si-10Ti	Không	1,29	3,8
	22	16	850	100	3,0	6	4,0	650	28Cr ₃ C ₂ -20ZrB ₂ -1Al ₂ O ₃ -1Y ₂ O ₃	Bal.Ni-10Cr-10Al-6Y-0,1Nb	Có	1,31	3,9
	23	18	850	100	4,0	10	3,5	650	29Cr ₃ C ₂ -10Al ₂ O ₃ -1Y ₂ O ₃	Bal.Co-15Cr-15Al-1Y-5Nb	Có	1,31	4,4
	24	15	800	100	4,0	5	4,1	660	40ZrO ₂ -10Y ₂ O ₃	Bal.Co-15Cr-15Al-1Y	Không	1,21	3,0

Bảng 1-tiếp theo

	Lớp phủ biến đổi						Lớp phủ phun nhiệt			Việc xử lý mạ crom	Tỷ lệ thay đổi độ cứng	Tuổi thọ con lăn (năm)
	Độ dày (μm)	Độ cứng Hv	Khoảng cách giữa các vết rạn nứt (μm)	Bề rộng của vết rạn nứt (μm)	Tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 (%)	Hàm lượng oxy (% khối lượng)	Độ cứng Hv	Tỷ lệ gồm trong lớp phủ (% tính theo thể tích)	Tỷ lệ thành phần trong hợp kim chịu nhiệt (% khối lượng)			
Các ví dụ so sánh	1	60	430	300	10,0	15	20	20Cr ₃ C ₂	Bal.Co-20Cr-30Al	Có	1,08	0,9
	2	1	1300	40	1,8	1,2	0,4	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	0,6
	3	30	1300	40	1,8	1,2	0,4	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	0,5
	4	10	1100	40	1,8	1,2	0,4	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,16	1,5
	5	10	1400	40	1,8	1,2	0,4	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,47	1,6
	6	1	1200	5	0,2	1	0,5	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,26	0,9
	7	30	1300	100	1,0	1	0,5	79Cr ₃ C ₂ -1Al ₂ O ₃	Bal.Co-10Cr-5Al-2Y-0,1Ti	Có	1,37	0,9
	8	40	550	200	8,0	1	1,4	30Cr ₃ C ₂	Bal.Co-20Cr-2Al	Có	1,10	1,2
	9	0	550	0	0,0	0	0	30Cr ₃ C ₂	Bal.Co-20Cr-10Al	Có	-	1,5
	10	30	400	150	5,0	12	22,0	30Al ₂ O ₃	Bal.Co-20Cr-2Al	Không	0,89	1,9
	11	35	430	180	7,0	45	10,0	450Al ₂ O ₃	Bal.Co-20Cr-2Al	Không	0,86	1,8

Như được thấy rõ từ bảng 1, rõ ràng là các con lăn lò nung theo các ví dụ từ 1 đến 24 chứa lớp phủ biến đổi 22 có độ cứng Vickers HV cao và có tuổi thọ con lăn tuyệt vời. Cụ thể là, được thấy rằng các ví dụ trong đó các giá trị về khoảng cách giữa các vết rạn nứt, bề rộng của vết rạn nứt, và tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 là các giá trị thích hợp có tuổi thọ con lăn cực kỳ cao. Các kết quả này chứng minh rằng việc xuất hiện sự tích tụ được ngăn chặn một cách thích hợp khi con lăn lò nung được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo bản mô tả này.

Ngược lại, các con lăn lò nung theo các ví dụ so sánh bộc lộ tuổi thọ con lăn nhỏ hơn 2 năm, điều này chứng minh rằng các con lăn lò nung theo các ví dụ so sánh không thành công trong việc ngăn chặn việc xuất hiện sự tích tụ trên bề mặt của các con lăn lò nung.

Nội dung của đơn sáng chế Nhật Bản số 2014-204108, nộp ngày 02/10/2014 được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn toàn bộ.

Tất cả các công bố, các đơn sáng chế, các tiêu chuẩn kỹ thuật được đề cập đến trong bản mô tả này được kết hợp ở đây bằng cách đề cập đến cùng phạm vi giống như từng công bố, đơn sáng chế, hoặc tiêu chuẩn riêng lẻ được đề cập đến một cách cụ thể và riêng biệt được đề cập đến bằng cách viện dẫn.

Mặc dù các phương án cụ thể đã được mô tả ở trên, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án đó. Được cho rằng phạm vi của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Con lăn lò nung bao gồm:

trục lăn nền;

lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên trục lăn nền; và

lớp phủ biến đổi được tạo ra trên lớp phủ phun nhiệt, lớp phủ biến đổi được tạo ra bằng cách biến đổi một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt bằng cách chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng chùm năng lượng,

độ dày của lớp phủ biến đổi nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μ m, và

độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt, trong đó con lăn nền được làm bằng kim loại, trong đó lớp phủ phun nhiệt là lớp phủ gồm kim loại bao gồm hợp kim chịu nhiệt và gốm,

gốm chứa Cr_3C_2 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 50% đến 90%, Al_2O_3 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 1% đến 40%, Y_2O_3 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0% đến 3%, và ZrB_2 với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0% đến 40%, và còn lại là các tạp chất và các lỗ nhỏ, tính theo % thể tích,

hợp kim chịu nhiệt chứa Cr với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5% đến 20%, Al với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5% đến 20%, ít nhất một trong số Y hoặc Si với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1% đến 6%, và, một cách tùy chọn, ít nhất một trong số Nb với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1% đến 10% hoặc Ti với tỷ lệ nằm trong khoảng từ 0,1% đến 10%, và còn lại là ít nhất một trong số Co hoặc Ni và các tạp chất, tính theo % khối lượng, và

từ 50 đến 90% thể tích lớp phủ gồm kim loại là gốm, và còn lại là hợp kim chịu nhiệt, trong đó Al_2O_3 có mặt ở trạng thái được phân tán trong bề mặt của lớp phủ

biến đổi, và tỷ lệ diện tích của Al_2O_3 trong bề mặt của lớp phủ biến đổi nằm trong khoảng từ 5% đến 40% và trong đó độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt là từ 600 đến 1.000, và độ cứng Vickers HV của lớp phủ biến đổi là từ 720 đến 1.400.

2. Con lăn lò nung theo điểm 1, trong đó các vết rạn nứt có mặt trên bề mặt lớp phủ biến đổi, và khoảng cách trung bình giữa các vết rạn nứt liền kề theo mặt cắt ngang của con lăn lò nung được cắt theo phương độ dày nằm trong khoảng từ 10 μm đến 100 μm , và chiều rộng khe hở của các vết rạn nứt nhỏ hơn 5 μm .

3. Con lăn lò nung theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó lớp phủ biến đổi chứa từ 0,5% đến 2% khối lượng oxy.

4. Con lăn lò nung theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó con lăn này còn có lớp crom oxit được tạo ra trên lớp phủ biến đổi, hoặc trên lớp phủ biến đổi và lớp phủ phun nhiệt.

5. Phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó phương pháp này bao gồm bước chiếu một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt được tạo ra trên trục lăn nền bằng chùm năng lượng, do đó, biến đổi một phần hoặc toàn bộ bề mặt của lớp phủ phun nhiệt bằng cách làm nóng chảy và hóa rắn lớp phủ phun nhiệt, để tạo ra lớp phủ biến đổi có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 20 μm và độ cứng Vickers HV lớn hơn từ 1,2 đến 1,4 lần so với độ cứng Vickers HV của lớp phủ phun nhiệt, trong đó chùm năng lượng là chùm laze có mật độ năng lượng từ 1×10^5 đến $1 \times 10^7 \text{ W/cm}^2$, trong đó các bước (a), (b) và (c) sau đây được thực hiện để tạo lớp phủ phun nhiệt:

(a) trong quá trình phun nhiệt, gia nhiệt con lăn nền đến nhiệt độ từ 300°C đến 600°C

(b) thực hiện quá trình phun phủ nhiệt HVOF (high velocity oxy-fuel – hỗn hợp oxy-nhiên liệu tốc độ cao) trong đó tốc độ dòng của khí oxy làm thành phần khí

đốt HVOF được đặt nằm trong khoảng từ 1.000 đến 1.200L/phút

(c) sau khi phun phủ nhiệt, xử lý oxy hóa lớp phủ phun nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300°C đến 600°C trong thời gian từ 1 đến 5 giờ.

6. Phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo điểm 5, trong đó bước chiếu bằng chùm năng lượng được thực hiện trong không khí.

7. Phương pháp sản xuất con lăn lò nung theo điểm 5 hoặc điểm 6, trong đó việc xử lý mạ crom được thực hiện sau khi lớp phủ biến đổi được tạo ra.

FIG.1

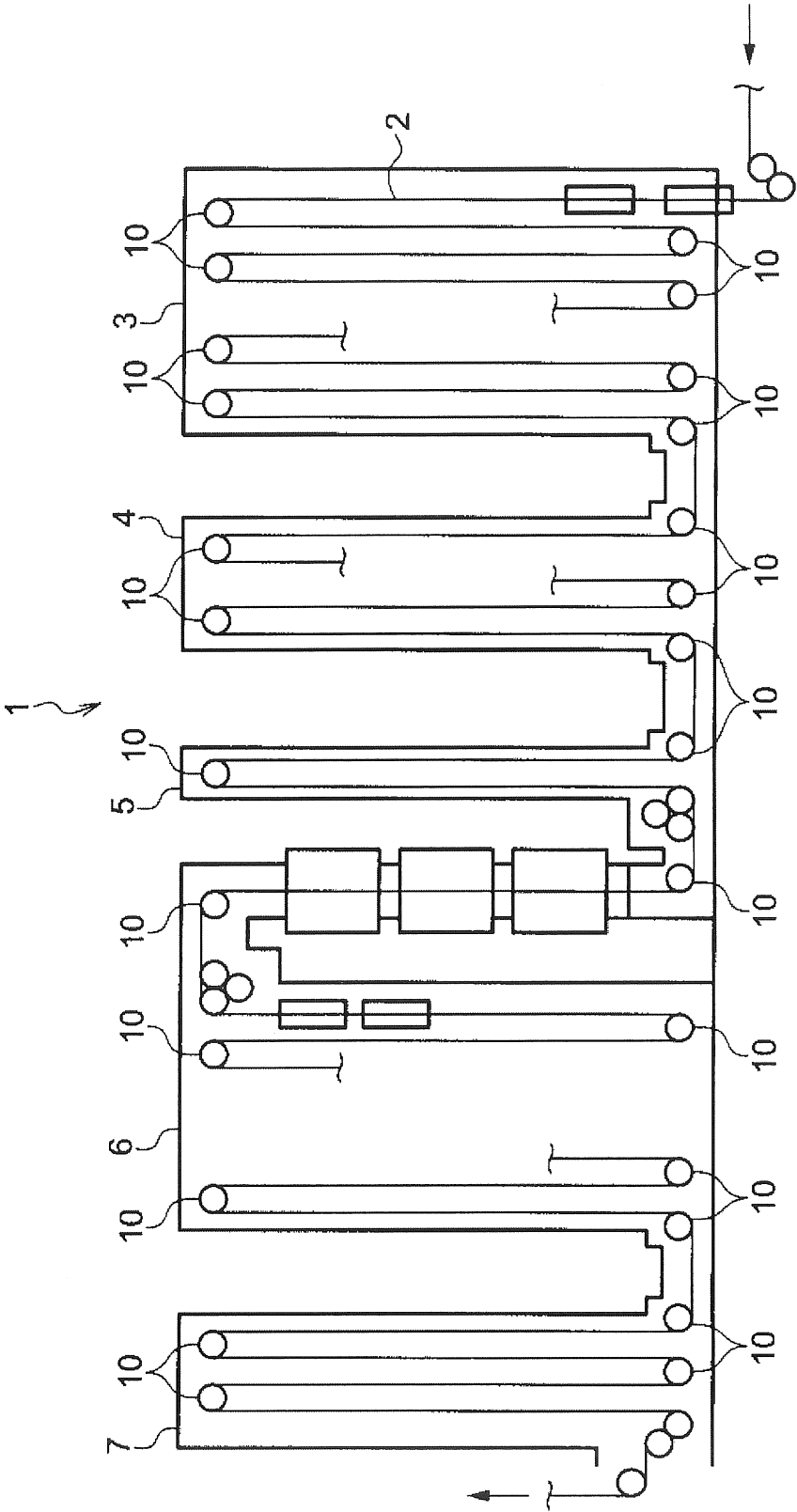


FIG.2A

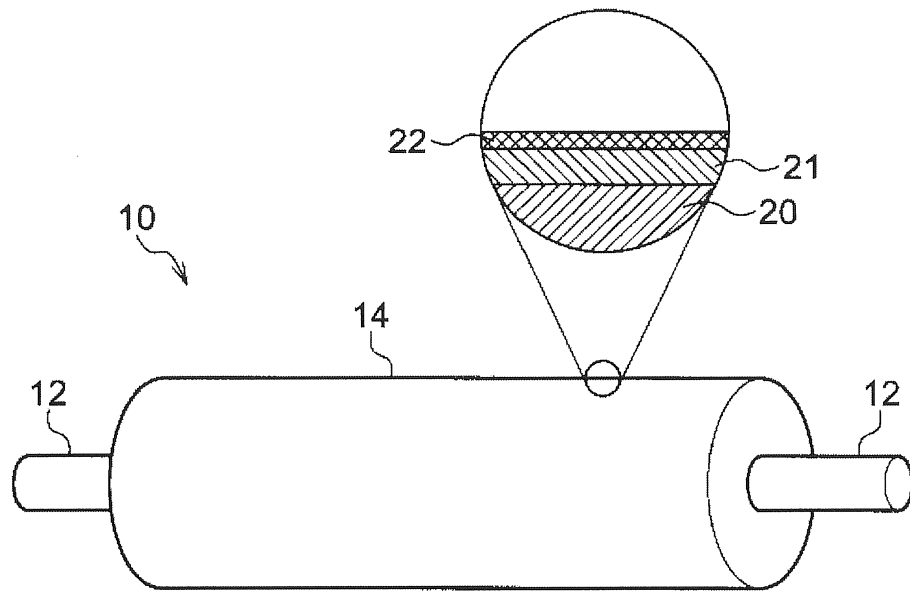


FIG.2B

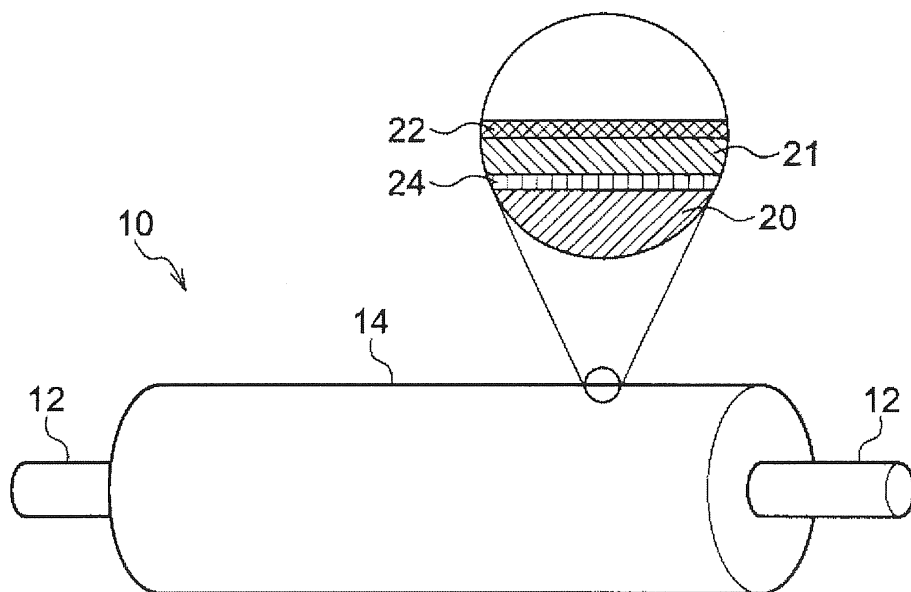


FIG.3A

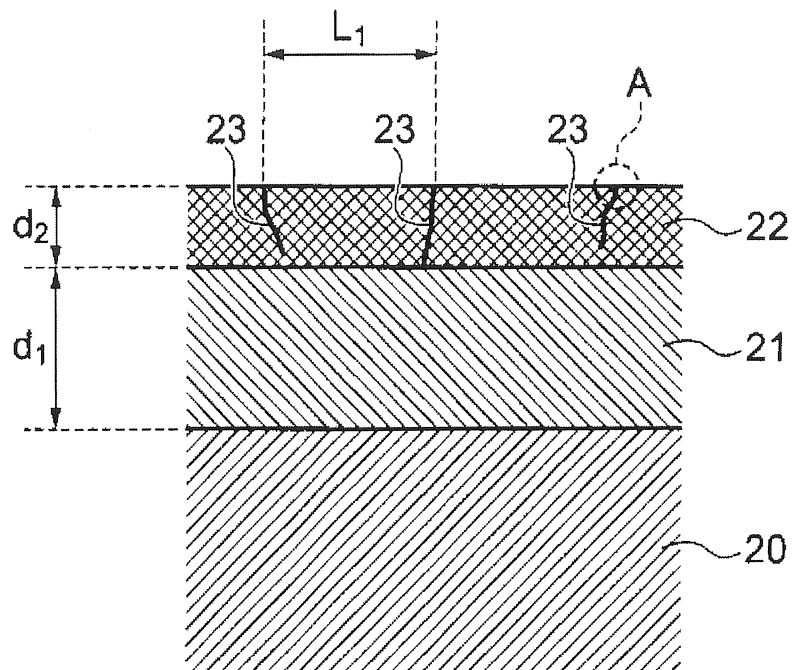


FIG.3B

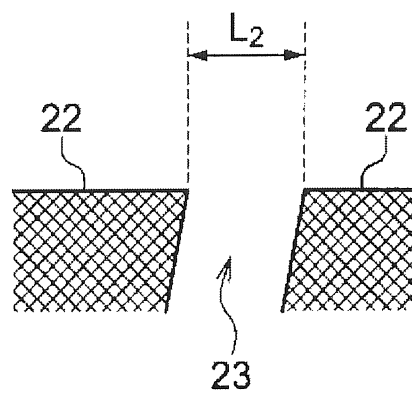


FIG.4

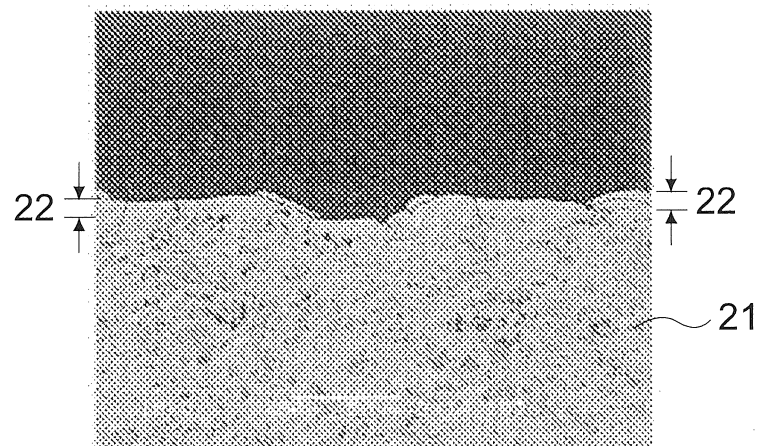


FIG.5

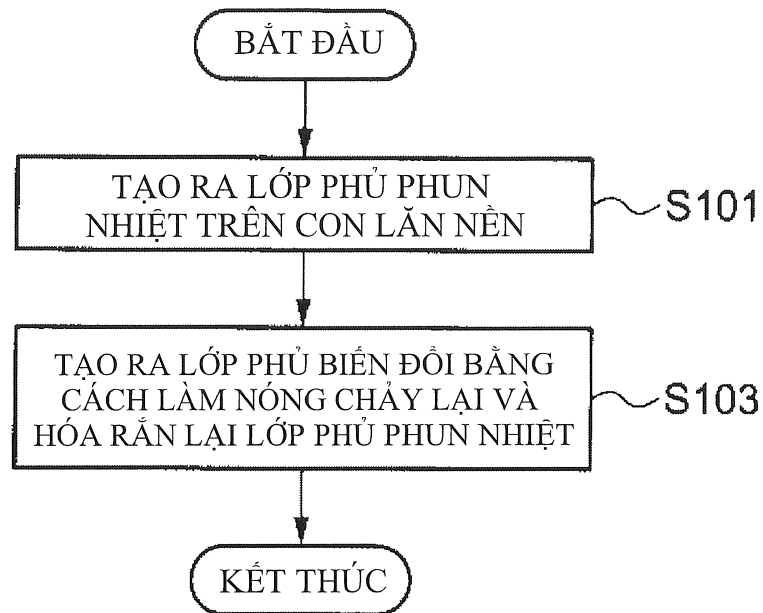


FIG.6

