



(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)



1-0030322

(51)⁷ B23K 35/22; B23K 9/16

(13) B

(21) 1-2013-00736

(22) 08/03/2013

(30) 2012-052261 08/03/2012 JP

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/09/2013 306A

(73) KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (JP)

10-26, Wakinoama-cho 2-chome, Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo 6518585, Japan

(72) Tomonori KAKIZAKI (JP); Takayuki KOIKE (JP); Shuji SASAKURA (JP);
Munenobu SATO (JP).

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

(54) DÂY HÀN LỖI THUỐC DỪNG CHO QUY TRÌNH HÀN HỒ QUANG KHÍ BẢO VỆ

(57) Sáng chế đề cập đến dây hàn lõi thuốc dừng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ chứa các lượng định trước nguyên liệu thô titan oxit, C, tổng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit, đương lượng Si của Si kim loại, Mn, tổng đương lượng Al của Al kim loại và Mg, tổng đương lượng Na của hợp chất Na và đương lượng K của hợp chất K, và đương lượng F của hợp chất F, chất trợ dung chiếm tỷ lệ xác định của dây, và nguyên liệu thô titan oxit chứa các lượng định trước của TiO₂, Si, Al, Mn, Fe, Mg, và Ca, oxit chứa ít nhất một trong số các nguyên tố Ti, Fe, Mn, Al và Si có mặt trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit, và phần trăm nguyên tử của Al và Si của oxit thỏa mãn $1 \leq Al + Si \leq 10$.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với quy trình hàn hiệu suất cao, phương pháp hàn hồ quang khí bảo vệ bằng cách sử dụng dây hàn lõi thuốc được áp dụng trong các lĩnh vực khác nhau. Ví dụ, nhiều dây hàn lõi thuốc titan có hiệu suất hàn đạt yêu cầu và hình dạng đường hàn đạt yêu cầu được sử dụng đối với tất cả các vị trí hàn (xem, ví dụ, Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản chưa được xét nghiệm số 56-39193). Để giảm bớt chi phí và tiết kiệm thời gian giao hàng, các ngành công nghiệp sử dụng các vật liệu hàn này luôn luôn không ngừng cải thiện hiệu suất của các thao tác hàn.

Ví dụ, Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản chưa được xét nghiệm số 57-190798 bộc lộ kỹ thuật ngăn ngừa sự dính lại của xỉ để cải thiện khả năng tách rời của xỉ.

Tuy nhiên, trong quy trình hàn đứng từ dưới lên trong vùng có dòng điện cao bằng cách sử dụng dây hàn lõi thuốc được mô tả trong Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản chưa được xét nghiệm số 57-190798, kim loại hàn có vẻ chúc xuống, và khó duy trì hình dạng đường hàn. Do đó, có nhu cầu đối với việc cải thiện hiệu suất hàn, như cải thiện độ ổn định hồ quang và giảm bớt tốc độ tạo khói hoặc tốc độ tạo tia lửa, cũng như đối với việc tạo ra hình dạng đường hàn đạt yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Xem xét những vấn đề này, một mục đích của sáng chế là đề xuất dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ mà có thể tạo ra đường hàn đạt yêu cầu trong quy trình hàn đứng từ dưới lên trong khi duy trì hiệu suất hàn đạt yêu cầu ngay cả ở dòng điện cao.

Dây hàn lõi thuốc dùng cho hàn hồ quang khí bảo vệ (sau đây còn được gọi đơn giản là "dây hàn lõi thuốc", "FCW", hoặc "dây") theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế là dây hàn lõi thuốc để hàn hồ quang khí bảo vệ mà chứa, trên cơ sở tổng khối lượng của dây, nguyên liệu thô titan oxit dạng hạt với lượng nằm trong khoảng 5,0% đến 9,0% theo khối lượng; C với lượng nằm trong khoảng 0,02% đến 0,11% theo khối lượng; tổng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 1,2% theo khối lượng; đương lượng Si của Si kim loại với lượng bằng hoặc lớn hơn 0,2% theo khối lượng; Mn với lượng nằm trong khoảng 1,0% đến 3,0% theo khối lượng; tổng đương lượng Al của Al kim loại và Mg với lượng nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng; tổng đương lượng Na của hợp chất Na và đương lượng K của hợp chất K với lượng nằm trong khoảng 0,05% đến 1,50% theo khối lượng; và đương lượng F của hợp chất F với lượng nằm trong khoảng 0,02% đến 0,85% theo khối lượng, trong đó chất trợ dung chiếm 10% đến 25% theo khối lượng của tổng khối lượng của dây, nguyên liệu thô titan oxit chứa, trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit, TiO_2 với lượng nằm trong khoảng 58,0% đến 99,0% theo khối lượng, Si với lượng bằng hoặc thấp hơn 2,5% theo khối lượng, Al với lượng bằng hoặc thấp hơn 3,0% theo khối lượng, Mn với lượng bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng, Fe với lượng bằng hoặc thấp hơn 35,0% theo khối lượng, Mg với lượng bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng, và Ca với lượng bằng hoặc thấp hơn 2,0% theo khối lượng, oxit chứa ít nhất một trong số các nguyên tố Ti, Fe, Mn, Al, và Si có mặt trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit, và phần trăm nguyên tử của Al và Si của oxit thỏa mãn $1 \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 10$.

Định rõ hàm lượng nguyên liệu thô titan oxit và hàm lượng Si của dây hàn lõi thuốc mang lại hiệu suất quy trình hàn đứng từ dưới lên được cải thiện. Định rõ các hàm lượng C, Mn, Al, và Mg mang lại độ bền được cải thiện của kim loại hàn. Định rõ các hàm lượng Na và K mang lại sự dịch chuyển giọt hồ quang được làm ổn định trong quy trình hàn. Định rõ hàm lượng F mang lại sự giảm bớt áp suất riêng khí hydro trong khí quyền hàn và sự giảm bớt lượng hydro có thể khuếch tán trong kim loại hàn.

Định rõ hàm lượng chất trợ dung mang lại sự giảm bớt trong tốc độ tạo tia lửa mà không làm suy giảm hiệu suất hoặc độ ổn định hồ quang.

Định rõ hàm lượng TiO_2 của nguyên liệu thô titan oxit mang lại hình dạng đường hàn đạt yêu cầu, và định rõ các hàm lượng Si, Al, Mn mang lại độ sệt được kiểm soát của xỉ.

Định rõ hàm lượng Fe mang lại khả năng triệt bỏ sự suy giảm trong điểm nóng chảy của nguyên liệu thô titan oxit, và định rõ các hàm lượng Mg và Ca mang lại sự giảm bớt tốc độ tạo tia lửa. Định rõ phần trăm nguyên tử của Al và Si mang lại điểm nóng chảy vừa phải của nguyên liệu thô titan oxit và hình dạng đường hàn đạt yêu cầu.

Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế có thể còn chứa, trên cơ sở tổng khối lượng của dây, B với lượng nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0130% theo khối lượng, Ni với lượng nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng, Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng, Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng, và V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

Việc bổ sung các lượng định trước của B và Ni và việc giới hạn các hàm lượng Cr, Nb, và V mang lại độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp đạt yêu cầu của kim loại hàn ở nhiệt độ - 40°C.

Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế có thể còn chứa, trên cơ sở tổng khối lượng của dây, đương lượng Ti của Ti kim loại với lượng nằm trong khoảng 0,05% đến 0,40% theo khối lượng, B với lượng nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0150% theo khối lượng, Ni với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng, Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng, Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng, và V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

Việc bổ sung các lượng định trước của B và Ni, việc giới hạn các hàm lượng Cr, Nb, và V, và việc bổ sung lượng định trước Ti kim loại mang lại độ bền kéo đứt đạt yêu cầu của kim loại hàn ngay cả ở nhiệt độ rất thấp là -60°C .

Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế có thể còn chứa, trên cơ sở tổng khối lượng của dây, Ni với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng, Mo với lượng nằm trong khoảng 0,01% đến 0,50% theo khối lượng, Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng, và V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

Việc bổ sung các lượng định trước của Ni và Mo và việc giới hạn các hàm lượng Nb và V mang lại dây hàn lõi thuốc mà có thể cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn.

Do đó, dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo sáng chế có hiệu suất hàn đạt yêu cầu ngay cả ở dòng điện cao và có thể tạo ra đường hàn đạt yêu cầu trong quy trình hàn đứng từ dưới lên. Việc điều chỉnh lượng các nguyên tố định trước dẫn đến việc tạo ra kim loại hàn có các đặc tính cơ học đạt yêu cầu ngay cả khi lượng nhiệt vào gia tăng trong quy trình hàn đối dòng điện cao.

Định rõ lượng các nguyên tố tùy chọn mang lại độ bền kéo đứt ổn định của kim loại hàn trong quy trình hàn có lượng nhiệt vào cao, độ bền kéo đứt đạt yêu cầu của kim loại hàn ở nhiệt độ rất thấp, và độ bền được cải thiện của kim loại hàn.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là bảng biểu trình bày các tiêu chí đánh giá hình dạng đường hàn và tình trạng ướt của dây hàn lõi thuốc

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được tiếp tục mô tả trong các phương án sau đây.

Phương án thứ nhất

Phương án thứ nhất của sáng chế đề cập đến dây hàn lõi thuốc làm từ thép cacbon thấp.

Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo phương án thứ nhất của sáng chế chứa các lượng định trước của nguyên liệu thô titan oxit dạng hạt, C, tổng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit, đương lượng Si của Si kim loại, Mn, tổng đương lượng Al của Al kim loại và Mg, tổng đương lượng Na của hợp chất Na và đương lượng K của hợp chất K, và đương lượng F của hợp chất F. Chất trợ dung của dây hàn lõi thuốc chiếm phần trăm định trước của dây.

Nguyên liệu thô titan oxit chứa các lượng định trước của TiO_2 , Si, Al, Mn, Fe, Mg, và Ca trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit. Oxit chứa ít nhất một trong số các nguyên tố Ti, Fe, Mn, Al, và Si có mặt trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit. Phần trăm nguyên tử của Al và Si của oxit thỏa mãn $1 \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 10$.

Thuật ngữ "Si kim loại", như được sử dụng ở đây, nghĩa là ít nhất một trong số "Si kim loại nguyên chất" và "Si hợp kim". Tương tự, thuật ngữ "Al kim loại", như được sử dụng ở đây, nghĩa là ít nhất một trong số "Al kim loại nguyên chất" và "Al hợp kim". Thuật ngữ "Mg", như được sử dụng ở đây, nghĩa là đương lượng Mg của Mg kim loại nguyên chất, Mg hợp kim, hợp chất Mg, và tất cả các Mg khác.

Thuật ngữ "oxit", như được sử dụng ở đây, nghĩa là ít nhất một trong số "các oxit đơn" và "các oxit phức". Đối với Ti, "các oxit đơn" bao gồm oxit chỉ chứa Ti (TiO_2). "Các oxit phức" bao gồm cả các phức của các oxit đơn và các oxit chứa một số thành phần kim loại, như Ti, Fe, và Mn. Sự có mặt của oxit trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit có thể chỉ ra tình trạng oxy hóa của các bề mặt hạt.

Sau đây là lý do để định rõ các thành phần của dây hàn lõi thuốc theo phương án hiện tại và lý do để định rõ các thành phần của nguyên liệu thô titan oxit.

Lý do định rõ các thành phần của dây hàn lõi thuốc

Nguyên liệu thô titan oxit với lượng nằm trong khoảng 5,0% đến 9,0% theo khối lượng

Việc sử dụng nguyên liệu thô titan oxit có thành phần oxit tối ưu như được mô tả dưới đây làm nguồn TiO_2 mang lại hiệu suất hàn đứng từ dưới lên đạt yêu cầu. Hàm lượng nguyên liệu thô titan oxit thấp hơn 5,0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây mang lại tính chịu hàn đứng từ dưới lên thấp và hình dạng đường hàn không đạt yêu cầu. Hàm lượng nguyên liệu thô titan oxit cao hơn 9,0% theo khối lượng mang lại điểm nóng chảy cao của xỉ và sự đông cứng nhanh của xỉ trong suốt quá trình trộn trong quy trình hàn đứng từ dưới lên. Do đó, kim loại hàn theo sau quá trình trộn và tạo ra đường hàn giống như vậy. Do đó, hàm lượng nguyên liệu thô titan oxit là nằm trong khoảng 5,0% đến 9,0% theo khối lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng 6,0% đến 8,0% theo khối lượng. Hàm lượng nguyên liệu thô titan oxit nằm trong khoảng 6,0% đến 8,0% theo khối lượng mang lại hình dạng đường hàn tốt hơn.

C với lượng nằm trong khoảng 0,02% đến 0,11% theo khối lượng

C là nguyên tố làm rắn và là hiệu quả trong việc cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Hàm lượng C thấp hơn 0,02% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây mang lại sự đông cứng không đủ của kim loại hàn và các đặc tính cơ học không đủ của kim loại hàn. Mặt khác, hàm lượng C cao hơn 0,11% theo khối lượng dẫn đến sự cạo sạch của nguyên liệu gốc do lực hồ quang lớn trong quy trình hàn đứng từ dưới lên và hình dạng đường hàn không đạt yêu cầu. Do đó, hàm lượng C nằm trong khoảng 0,02% đến 0,11% theo khối lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng 0,03% đến 0,10% theo khối lượng.

Tổng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 1,2% theo khối lượng

Si có thể cải thiện độ sệt của kim loại hàn và hiệu suất hàn đứng từ dưới lên. Khi tổng lượng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit là thấp hơn 0,3% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, điều này dẫn đến sự suy giảm độ sệt của kim loại hàn và hình dạng đường hàn không đạt yêu cầu trong quy

trình hàn đứng từ dưới lên. Khi tổng lượng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit là cao hơn 1,2% theo khối lượng, điều này mang lại độ chịu nứt nóng thấp do Si là nguyên tố có điểm nóng chảy thấp. Điều này cũng làm nhanh thêm quy trình kết tủa ferit biên hạt và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, tổng lượng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit nằm trong khoảng 0,3% đến 1,2% theo khối lượng, tốt hơn là bằng hoặc cao hơn 0,8% theo khối lượng. Như được mô tả dưới đây, đương lượng Si của Si kim loại bằng hoặc cao hơn 0,2% theo khối lượng dây. Khi đương lượng Si của Si kim loại nằm trong khoảng 0,3% đến 1,2% theo khối lượng, thì đương lượng Si của Si oxit có thể bằng 0% theo khối lượng.

Mặc dù cả Si kim loại và Si oxit có thể cải thiện tính chịu hàn đứng từ dưới lên, chúng hoạt động theo cách khác nhau. Si kim loại có thể làm gia tăng độ sệt kim loại hàn trong quy trình hàn và ngăn không cho kim loại hàn chúc xuống. Si oxit bao quanh kim loại hàn bằng xỉ và là hiệu quả trong việc ngăn không cho kim loại hàn chúc xuống.

Đương lượng Si của Si kim loại với lượng bằng hoặc cao hơn 0,2% theo khối lượng

Như được mô tả trên đây, Si có thể cải thiện độ sệt của kim loại hàn và hiệu suất hàn đứng từ dưới lên. Khi đương lượng Si của Si kim loại chiếm thấp hơn 0,2% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, điều này dẫn đến sự suy giảm độ sệt của kim loại hàn và hình dạng đường hàn không đạt yêu cầu trong quy trình hàn đứng từ dưới lên. Do đó, đương lượng Si của Si kim loại bằng hoặc cao hơn 0,2% theo khối lượng, tốt hơn là bằng hoặc cao hơn 0,4% theo khối lượng. Giới hạn trên được ưu tiên của đương lượng Si của Si kim loại là 1,2% theo khối lượng.

Mn với lượng nằm trong khoảng 1,0% đến 3,0% theo khối lượng

Mn là nguyên tố làm rắn và là hiệu quả trong việc cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Hàm lượng Mn thấp hơn 1,0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây dẫn đến sự làm rắn không đủ của kim loại hàn và các đặc tính cơ học

không đủ của kim loại hàn. Hàm lượng Mn cao hơn 3,0% theo khối lượng mang lại độ bền quá cao và độ bền kéo đứt không đủ của mối hàn. Do đó, hàm lượng Mn nằm trong khoảng 1,0% đến 3,0% theo khối lượng.

Nguồn Mn có thể là bột kim loại hoặc bột hợp kim, như bột kim loại Mn, bột Fe-Mn, hoặc bột Fe-Se-Si-Mn, hoặc Mn oxit.

Tổng đương lượng Al của Al kim loại và Mg với lượng nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng

Al kim loại và Mg, là các nguyên tố khử oxy mạnh, có thể làm giảm bớt hàm lượng oxy của kim loại hàn và cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Khi tổng lượng đương lượng Al của Al kim loại và Mg thấp hơn 0,1% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, điều này dẫn đến hàm lượng oxy cao của kim loại hàn và các đặc tính cơ học không đủ của kim loại hàn. Khi tổng lượng đương lượng Al của Al kim loại và Mg cao hơn 1,0% theo khối lượng, điều này dẫn đến sự gia tăng lượng tia lửa do hiệu suất hàn kém và hồ quang không ổn định. Do đó, tổng lượng đương lượng Al của Al kim loại và Mg là nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng. Đương lượng Al của Al kim loại hoặc hàm lượng Mg có thể bằng 0% theo khối lượng.

Nguồn Mg có thể là bột của kim loại hoặc hợp kim, như Mg kim loại, Al-Mg, hoặc Fe-Si-Mg, hoặc có thể là Mg oxit.

Tổng đương lượng Na của hợp chất Na và đương lượng K của hợp chất K: với lượng nằm trong khoảng 0,05% đến 1,50% theo khối lượng

Na và K có thể làm ổn định sự di chuyển giọt hồ quang trong quy trình hàn. Khi tổng lượng đương lượng Na và đương lượng K là thấp hơn 0,05% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, điều này dẫn đến sự di chuyển giọt hồ quang không ổn định trong quy trình hàn và sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Khi tổng lượng đương lượng Na và đương lượng K là cao hơn 1,50% theo khối lượng, điều này dẫn đến sự suy giảm độ kháng hút ẩm.

Do đó, tổng lượng đương lượng Na của hợp chất Na và đương lượng K của hợp chất K là nằm trong khoảng 0,05% đến 1,50% theo khối lượng. Đương lượng Na của hợp chất Na hoặc đương lượng K của hợp chất K có thể bằng 0% theo khối lượng.

F với lượng nằm trong khoảng 0,02% đến 0,85% theo khối lượng

F có mặt dưới dạng hợp chất flo trong chất trợ dung. F có thể làm giảm bớt áp suất riêng khí hydro trong khí quyển hàn và lượng hydro có thể khuếch tán trong kim loại hàn. Hàm lượng F thấp hơn 0,02% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây mang lại sự gia tăng trong lượng hydro có thể khuếch tán và sự nứt do lạnh của mối hàn. Hàm lượng F cao hơn 0,85% theo khối lượng dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo khói và hiệu suất hàn kém. Do đó, hàm lượng F nằm trong khoảng 0,02% đến 0,85% theo khối lượng.

Chất trợ dung với lượng nằm trong khoảng 10% đến 25% theo khối lượng

Khi chất trợ dung thấp hơn 10% theo khối lượng của tổng khối lượng của dây, điều này dẫn đến độ ổn định hồ quang kém, sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa, và hiệu suất hàn kém. Khi chất trợ dung cao hơn 25% theo khối lượng, điều này dẫn đến hiệu suất rất thấp, ví dụ, do sự đứt dây hoặc sự phân tán của bột chất trợ dung trong khi dây được đổ đầy bằng chất trợ dung. Do đó, chất trợ dung chiếm 10% đến 25% theo khối lượng của dây.

Các chất còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi

Các chất còn lại của dây hàn lõi thuốc là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Ngoài các thành phần dây được mô tả trên đây, chất trợ dung có thể chứa lượng nhỏ chất để kiểm soát tốt quy trình khử oxy, như Ca hoặc Li, và lượng nhỏ chất để làm rắn thêm nữa kim loại hàn, như Cu, Co, hoặc N. Các nguyên tố này không làm ảnh hưởng đến mục đích của sáng chế. Chất trợ dung chứa lượng hợp chất kim loại kiềm nhỏ ngoài các nguyên tố được mô tả trên đây.

Các tạp chất không thể tránh khỏi có thể là B với lượng thấp hơn 0,0003% theo khối lượng, Ni với lượng thấp hơn 0,1% theo khối lượng, Mo với lượng thấp hơn

0,01% theo khối lượng, Cr với lượng thấp hơn 0,30% theo khối lượng, Nb với lượng thấp hơn 0,10% theo khối lượng, và V với lượng thấp hơn 0,10% theo khối lượng. Tuy nhiên, các tạp chất không thể tránh khỏi không chỉ giới hạn ở các thành phần và các trị số này.

Nguyên liệu thô titan oxit

TiO₂ với lượng nằm trong khoảng 58,0% đến 99,0% theo khối lượng

TiO₂ đóng vai trò quan trọng trong hỗ trợ kim loại hàn. Khi hàm lượng TiO₂ thấp hơn 58,0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit trong quy trình hàn đứng từ dưới lên, điều này mang lại lượng xỉ không đủ và sự chún xuống của đường hàn. Khi hàm lượng TiO₂ cao hơn 99,0% theo khối lượng, điều này mang lại điểm nóng chảy quá cao của xỉ, sự đông cứng nhanh của xỉ, và kích cỡ chấu hàn nhỏ. Do đó khó duy trì hình dạng bề nóng chảy ổn định trong suốt quá trình trộn trong quy trình hàn đứng từ dưới lên, dẫn đến các hình dạng đường hàn không đều. Do đó, hàm lượng TiO₂ nằm trong khoảng 58,0% đến 99,0% theo khối lượng. Nói chung, nguyên liệu thô titan oxit có hàm lượng TiO₂ cao là phù hợp với quy trình hàn đứng do điểm nóng chảy cao của nó, và nguyên liệu thô titan oxit có hàm lượng TiO₂ thấp là thích hợp đối với quy trình hàn rơi.

Si với lượng bằng hoặc thấp hơn 2,5% theo khối lượng, Al với lượng bằng hoặc thấp hơn 3,0% theo khối lượng, Mn với lượng bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng

Si, Al, và/hoặc Mn oxit (oxit đơn hoặc oxit phức) hoặc carbonat được bổ sung để kiểm soát độ sệt của xỉ. Tuy nhiên, nói chung, oxit hoặc carbonat có tác dụng làm nguồn Si, Al, hoặc Mn được bổ sung vào chất trợ dung không phải thông qua nguyên liệu thô titan oxit mà thông qua nguyên liệu thô khác (ví dụ, cát silic, nhôm oxit, mangan carbonat, hoặc mangan dioxit). Sự gia tăng trong hàm lượng Si, Al, hoặc Mn của nguyên liệu thô titan oxit trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit làm ảnh hưởng đến các đặc tính cơ học của kim loại hàn và độ sệt của xỉ. Do đó, hàm lượng Si là bằng hoặc thấp hơn 2,5% theo khối lượng, hàm lượng Al là bằng hoặc thấp

hơn 3,0% theo khối lượng, và hàm lượng Mn là bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng. Hàm lượng Si, hàm lượng Al, và hàm lượng Mn có thể bằng 0% theo khối lượng, miễn là phần trăm nguyên tử của Al và Si trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit thỏa mãn " $1 \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 10$ ", như được mô tả dưới đây. Do đó, ít nhất một trong số hàm lượng Al và hàm lượng Si là cao hơn 0% theo khối lượng.

Fe với lượng bằng hoặc thấp hơn 35,0% theo khối lượng

Sự gia tăng hàm lượng Fe của oxit hoặc carbonat dẫn đến sự giảm bớt điểm nóng chảy của nguyên liệu thô titan oxit và sự chún xuống của kim loại hàn. Do đó, nói chung, tốt hơn nếu hàm lượng Fe là cao trong các nguyên liệu hàn rơi và thấp trong các nguyên liệu hàn đứng từ dưới lên. Để sử dụng làm nguyên liệu thô titan oxit hoặc nguyên liệu thô cho cả quy trình hàn rơi và quy trình hàn đứng, hàm lượng Fe là bằng hoặc thấp hơn 35,0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit. Hàm lượng Fe có thể bằng 0% theo khối lượng.

Mg với lượng bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng, Ca với lượng bằng hoặc thấp hơn 2,0% theo khối lượng

Nguyên liệu thô titan oxit được sản xuất từ các nguyên liệu tự nhiên (rutil, ilmenit, và leucoxen). Do đó, nguyên liệu thô titan oxit theo phương án hiện tại chứa các tạp chất khó tránh, như Mg và Ca (và các oxit và carbonat của nó). Tuy nhiên, sự gia tăng Mg và Ca mang lại sự gia tăng lượng tia lửa. Do đó, hàm lượng Mg là bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng, và hàm lượng Ca là bằng hoặc thấp hơn 2,0% theo khối lượng, trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit. Hàm lượng Mg và hàm lượng Ca có thể bằng 0% theo khối lượng.

Nguyên liệu thô titan oxit có thể chứa C với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,30% theo khối lượng, Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,30% theo khối lượng, và V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,30% theo khối lượng dưới dạng các tạp chất không thể tránh khỏi. Tuy nhiên, các tạp chất không thể tránh khỏi không chỉ giới hạn ở các thành phần và các trị số này.

Sự có mặt của oxit chứa ít nhất một trong số các nguyên tố Ti, Fe, Mn, Al, và Si trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit

Phần trăm nguyên tử của Al và Si của oxit thỏa mãn " $1 \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 10$ ", tốt hơn là " $1,5 \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 6$ ". Do đó, sự có mặt của Al oxit và/hoặc Si oxit là cần thiết. Còn tốt hơn nữa nếu, phần trăm nguyên tử của Ti, Fe, Mn, và O thỏa mãn " $1 < \text{Ti}/(\text{Fe} + \text{Mn}) < 100$ " hoặc " $\text{O}/(\text{Fe} + \text{Mn}) \leq 100$ ".

Các định nghĩa này có thể được kiểm soát bằng phương pháp sau đây. Sau khi nguyên liệu thô titan oxit được tạo ra, oxit và/hoặc carbonat chứa Fe, Mn, Al, Si, Mg, và/hoặc Ca được bổ sung vào nguyên liệu thô titan oxit. Nguyên liệu thô titan oxit được nung nóng sao cho bề mặt của nguyên liệu thô titan oxit nóng chảy nhẹ. Tùy thuộc vào hàm lượng oxy của nguyên liệu thô titan oxit và phương pháp nung, nhiệt độ nung là nằm trong khoảng xấp xỉ 800°C đến 1300°C. Nguyên liệu thô titan oxit được kết tủa cùng với (các) nguyên liệu thô được bổ sung, ví dụ, trong lò quay hoặc lò mẻ.

Các điều kiện bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit phải thỏa mãn các công thức 1 đến 3 sau đây, xuất phát từ các kết quả phân tích bề mặt thu được bằng phương pháp phân tích nhất định. Nguyên liệu thô (xấp xỉ 3g) được đặt trên băng cacbon (băng C) được gắn vào bàn nhôm trong phổ tán sắc năng lượng tia X (Energy dispersive X-ray spectroscopy: EDX). Năm hạt nguyên liệu thô mỗi hạt có vùng tương đối phẳng không có các chất ngoại lai (vùng hình chữ nhật kích thước 10µm x 10µm) trên bề mặt của nó được chọn ngẫu nhiên ở độ khuếch đại cao (xấp xỉ x 2000). Tỷ lệ trọng lượng nguyên tử được đo trong một vùng nhìn thấy trên mỗi hạt. Trên cơ sở kết quả đo được của năm hạt, các công thức 1 đến 3 được mô tả dưới đây được tính toán và được lấy trung bình một cách độc lập. Nguyên liệu thô titan oxit theo phương án hiện tại có thể được đánh giá theo phương pháp này.

Công thức 1: $x = \text{Al} + \text{Si}$

Công thức 2: $y = \text{Ti}/(\text{Fe} + \text{Mn})$

Công thức 3: $z = \text{O}/(\text{Fe} + \text{Mn})$

Theo công thức 1, x nằm trong khoảng 1 đến 10. Hàm lượng Al và Si đối với hàm lượng TiO_2 ảnh hưởng đến điểm nóng chảy của nguyên liệu thô titan oxit. Khi x của công thức 1 nằm trong khoảng 1 đến 10, không có thay đổi trong hình dạng đường hàn. Trị số x cao hơn 10 dẫn đến sự giảm điểm nóng chảy của nguyên liệu thô titan oxit, dẫn đến việc tạo ra đường hàn lồi ra trong quy trình hàn đứng từ dưới lên. Mặt khác, x thấp hơn 1 mang lại điểm nóng chảy quá cao của nguyên liệu thô titan oxit và hình dạng đường hàn không đều. Do đó, x nằm trong khoảng 1 đến 10. Cụ thể, x nằm trong khoảng 1,5 đến 6 mang lại tình trạng ướt đạt yêu cầu của đường hàn.

Ở công thức 2, tốt hơn nếu y lớn hơn 1 và bằng hoặc thấp hơn 100. Hàm lượng Fe và Mn đối với hàm lượng TiO_2 ảnh hưởng đến điểm nóng chảy của nguyên liệu thô titan oxit. Trị số y bằng hoặc thấp hơn 1 mang lại hàm lượng Ti thấp và sự gia tăng Fe và Mn mỗi nguyên tố có điểm nóng chảy thấp, dẫn đến điểm nóng chảy thấp của nguyên liệu thô titan oxit, sự chún xuống của kim loại hàn, và việc tạo ra đường hàn lồi ra. Trị số y cao hơn 100 dẫn đến điểm nóng chảy cao của nguyên liệu thô titan oxit và sự đông cứng nhanh của xỉ. Điều này làm cho khó kiểm soát hình dạng bề nung chảy, dẫn đến hình dạng đường hàn không đạt yêu cầu. Do đó, tốt hơn nếu y cao hơn 1 và bằng hoặc thấp hơn 100.

Ở công thức 3, tốt hơn nếu z bằng hoặc thấp hơn 100. Trị số z cao hơn 100 mang lại hàm lượng oxy quá cao của kim loại hàn, sự giảm bớt độ sệt của kim loại hàn, sự chún xuống của đường hàn trong quy trình hàn đứng từ dưới lên, và việc tạo ra đường hàn lồi ra. Do đó, tốt hơn nếu z bằng hoặc thấp hơn 100.

Phương án thứ hai

Phương án thứ hai đề cập đến FCW mà có thể tạo ra độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp đạt yêu cầu của kim loại hàn. Phương án thứ hai là biến thể của dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ nhất và bao gồm việc bổ sung các lượng định trước của B và Ni và việc giới hạn các hàm lượng Cr, Nb, và V để đạt được độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp đạt yêu cầu của kim loại hàn ở -40°C .

B với lượng nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0130% theo khối lượng

B phân tách ở các biên hạt γ và là hiệu quả trong việc làm giảm sự hình thành ferit trước eutecti và cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Khi hàm lượng B thấp hơn 0,0003% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, hầu hết B là cố định dưới dạng BN nitrua, mà không thể làm giảm bớt sự hình thành ferit trước eutecti hoặc cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Hàm lượng B cao hơn 0,0130% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng B nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0130% theo khối lượng.

Ni với lượng nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng

Ni hiệu quả trong việc làm ổn định độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp của kim loại hàn. Khi hàm lượng Ni thấp hơn 0,1% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp của kim loại hàn không thể được cải thiện. Hàm lượng Ni cao hơn 1,0% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng Ni nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng.

Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng

Cr hiệu quả trong việc cải thiện độ bền của kim loại hàn. Tuy nhiên, hàm lượng Cr cao hơn 0,20% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây làm gia tăng đáng kể độ bền và giảm bớt độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng Cr bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng hoặc có thể bằng 0% theo khối lượng.

Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng, V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

Nb và V phân tách ở các biên hạt, dẫn đến độ bền kéo đứt thấp của kim loại hàn. Để ngăn độ bền kéo đứt thấp của kim loại hàn, mỗi hàm lượng Nb và hàm lượng V là bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng hoặc có thể bằng 0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây.

Phương án thứ ba

Phương án thứ ba đề cập đến FCW mà có thể tạo ra độ bền kéo đứt đạt yêu cầu của kim loại hàn ở nhiệt độ rất thấp. Phương án thứ ba là một biến thể của dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ nhất và bao gồm việc bổ sung các lượng định trước của B và Ni, việc giới hạn các hàm lượng Cr, Nb, và V, và việc bổ sung thêm lượng định trước Ti kim loại để đạt được độ bền kéo đứt đạt yêu cầu của kim loại hàn ở nhiệt độ rất thấp là -60°C . Dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ ba có thể còn chứa lượng định trước Mo.

Đương lượng Ti của Ti kim loại nằm trong khoảng 0,05% đến 0,40% theo khối lượng.

Thuật ngữ "Ti kim loại", như được sử dụng ở đây, nghĩa là ít nhất một trong số các "Ti kim loại nguyên chất" và "Ti hợp kim".

Ti có thể làm giảm kích cỡ của các hạt tinh thể, có tác dụng khử oxy, và hiệu quả trong việc cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Các tác dụng này không quan sát được khi đương lượng Ti của Ti kim loại là thấp hơn 0,05% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây. Khi đương lượng Ti của Ti kim loại là cao hơn 0,40% theo khối lượng, một lượng lớn hợp chất Ti, như TiC , kết tủa, dẫn đến sự gia tăng đáng kể độ bền và sự giảm bớt độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, đương lượng Ti của Ti kim loại là nằm trong khoảng 0,05% đến 0,40% theo khối lượng.

B với lượng nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0150% theo khối lượng

B phân tách ở các biên hạt γ và hiệu quả trong việc làm giảm sự hình thành ferit trước eutecti và cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Khi hàm lượng B là thấp hơn 0,0003% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, hầu hết B là cố định dưới dạng BN nitrua, mà không thể làm giảm sự hình thành ferit trước eutecti hoặc cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Hàm lượng B cao hơn 0,0150% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng B là nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0150% theo khối lượng.

Ni với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng

Ni có thể tăng cường ma trận của các hạt và cải thiện độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp của kim loại hàn. Khi hàm lượng Ni thấp hơn 0,3% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp của kim loại hàn không thể được cải thiện. Hàm lượng Ni cao hơn 3,0% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng Ni nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng.

Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng

Cr hiệu quả trong việc cải thiện độ bền của kim loại hàn. Tuy nhiên, hàm lượng Cr cao hơn 0,20% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng Cr bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng hoặc có thể bằng 0% theo khối lượng.

Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng, V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng

Nb và V phân tách ở các biên hạt, dẫn đến độ bền kéo đứt thấp của kim loại hàn. Để ngăn cản độ bền thấp của kim loại hàn, mỗi hàm lượng Nb và hàm lượng V bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng hoặc có thể bằng 0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây.

Mo với lượng nằm trong khoảng 0,01% đến 0,50% theo khối lượng

Mo có thể làm giảm kích cỡ kết cấu của kim loại hàn và cải thiện độ bền của kim loại hàn. Các tác dụng này không quan sát được khi hàm lượng Mo là thấp hơn 0,01% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây. Hàm lượng Mo cao hơn 0,50% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Do đó, hàm lượng Mo là nằm trong khoảng 0,01% đến 0,50% theo khối lượng.

Phương án thứ tư

Phương án thứ tư đề cập đến FCW mà có thể tạo ra độ bền cao của kim loại hàn. Phương án thứ tư là một biến thể của dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ nhất

và bao gồm việc bổ sung các lượng định trước của Ni và Mo và việc giới hạn các hàm lượng của Nb và V để cải thiện độ bền của kim loại hàn. Dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ tư có thể còn chứa các lượng định trước của Cr và Ti kim loại.

Ni với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng

Ni có thể tăng cường ma trận của các hạt và cải thiện độ bền và độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp của kim loại hàn. Các tác dụng này không quan sát được khi hàm lượng Ni là thấp hơn 0,3% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây. Hàm lượng Ni cao hơn 3,0% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Ngoài ra, mối hàn có thể bị nứt do lạnh. Do đó, hàm lượng Ni là nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng.

Mo với lượng nằm trong khoảng 0,01% đến 0,50% theo khối lượng

Mo có thể làm giảm kích cỡ kết cấu của kim loại hàn và cải thiện độ bền của kim loại hàn. Khi hàm lượng Mo là thấp hơn 0,01% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây, độ bền của kim loại hàn không thể được cải thiện. Hàm lượng Mo cao hơn 0,50% theo khối lượng làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Ngoài ra, mối hàn có thể bị nứt do lạnh. Do đó, hàm lượng Mo nằm trong khoảng 0,01% đến 0,50% theo khối lượng.

Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng, V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng

Nb và V phân tách ở các biên hạt, dẫn đến độ bền kéo đứt thấp của kim loại hàn. Để ngăn cản độ bền kéo đứt thấp của kim loại hàn, mỗi hàm lượng Nb và hàm lượng V bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng hoặc có thể bằng 0% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây.

Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng

Cr hiệu quả trong việc cải thiện độ bền của kim loại hàn. Tuy nhiên, hàm lượng Cr cao hơn 0,20% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây làm gia tăng

đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Ngoài ra, mối hàn có thể bị nứt do lạnh. Do đó, hàm lượng Cr là bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng.

Đương lượng Ti của Ti kim loại với lượng nằm trong khoảng 0,05% đến 0,40% theo khối lượng

Ti có thể làm giảm kích cỡ của các hạt tinh thể, có tác dụng khử oxy, và hiệu quả trong việc cải thiện độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Các tác dụng này không quan sát được khi đương lượng Ti của Ti kim loại thấp hơn 0,05% theo khối lượng trên cơ sở tổng khối lượng của dây. Khi đương lượng Ti của Ti kim loại cao hơn 0,40% theo khối lượng, một lượng lớn hợp chất Ti, như TiC, kết tủa, làm gia tăng đáng kể độ bền và làm giảm độ bền kéo đứt của kim loại hàn. Ngoài ra, mối hàn có thể bị nứt do lạnh. Do đó, đương lượng Ti của Ti kim loại là nằm trong khoảng 0,05% đến 0,40% theo khối lượng.

Phương pháp sản xuất nguyên liệu thô titan oxit và phương pháp chế tạo dây hàn lõi thuốc sẽ được mô tả dưới đây.

Phương pháp sản xuất nguyên liệu thô titan oxit

Phương pháp sản xuất nguyên liệu thô titan oxit chủ yếu là phương pháp nung hoặc phương pháp nung chảy. Hàm lượng Fe là cao trong phương pháp nung và thấp trong phương pháp nung chảy. Các nguyên liệu thô dùng để hàn rơi (hàm lượng Fe cao là được ưu tiên) và hàn đứng (hàm lượng Fe thấp là được ưu tiên) có thể được tạo ra độc lập bằng cách sử dụng phương pháp sản xuất phù hợp và nguyên liệu thô titan phù hợp.

Trước tiên, phương pháp nung sẽ được mô tả dưới đây. Nguồn Ti có thể là rutil, leucoxen, hoặc ilmenit tự nhiên. Hàm lượng Ti giảm theo thứ tự rutil > leucoxen > ilmenit. Do đó, tùy thuộc vào các đặc tính vật lý mục tiêu của nguyên liệu thô titan oxit, rutil, leucoxen, và ilmenit có thể được sử dụng riêng hoặc kết hợp. Nói chung, quy trình hàn đứng ưu tiên nguyên liệu thô có hàm lượng Ti cao, và quy trình hàn rơi ưu tiên nguyên liệu thô có hàm lượng Ti thấp. Khi sử dụng nguyên liệu thô titan oxit

chứa ít tạp chất hơn, nguyên liệu thô titan oxit được cô đặc và các tạp chất được giảm bớt bằng quy trình tách trọng lực, quy trình tách từ, hoặc quy trình tách đãi. Nguồn Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca có thể là oxit (hoặc oxit phức) hoặc carbonat của Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca. Các oxit phức, nói chung có điểm nóng chảy thấp hơn so với các oxit đơn hoặc carbonat, là có lợi đối với phản ứng bề mặt và được phép phản ứng ở nhiệt độ thấp hơn.

Lò được sử dụng trong phương pháp nung có thể là lò quay hoặc lò mẻ. Xét đến phản ứng hiệu dụng giữa nguồn Ti oxit và oxit hoặc carbonat khác, lò quay là được ưu tiên do các nguyên liệu thô được tiếp xúc đồng nhất với nhau. Ở nhiệt độ nung bằng hoặc cao hơn 1200°C trong lò mẻ, một phần hoặc tất cả các nguyên liệu thô đã trộn có điểm nóng chảy thấp có khả năng kết tủa hoặc rắn lại. Nguyên liệu thô titan oxit đã kết tủa hoặc rắn lại cần thêm các thao tác khác, như nghiền, tán, và sàng, làm gia tăng chi phí. Nung nóng ở nhiệt độ cao trong khí quyển có thể dẫn đến sự hình thành titan nitrua (có điểm nóng chảy là 3000°C). Do đó, tốt hơn nếu khí quyển nung nóng là khí quyển CO. Việc bổ sung nguồn C vào nguyên liệu thô sẽ được nung nóng có thể dễ dàng tạo ra khí CO. Trong trường hợp ilmenit được sử dụng làm nguồn Ti, để làm gia tăng điểm nóng chảy biểu kiến của ilmenit, một lượng lớn nguồn C được sử dụng để làm giảm Fe oxit của ilmenit trên các bề mặt của các hạt ilmenit. Cụ thể hơn, ilmenit trên các bề mặt của các hạt ilmenit được thay đổi về phía rutil tự nhiên để làm gia tăng điểm nóng chảy của các bề mặt của các hạt ilmenit. Không cần phải làm giảm phần trung tâm của các hạt ilmenit.

Phương pháp nung chảy sẽ được mô tả dưới đây. Nguồn Ti có thể là ilmenit tự nhiên không tốn kém. Nguồn Ti cũng có thể là rutil hoặc leucoxen. Khi sử dụng nguyên liệu thô titan oxit chứa ít tạp chất hơn, nguyên liệu thô titan oxit được cô đặc và các tạp chất được giảm bớt nhờ quy trình tách trọng lực, quy trình tách từ, hoặc quy trình tách đãi. Nguồn Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca có thể là oxit (hoặc oxit phức) hoặc carbonat của Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca. Các oxit phức, mà thường có điểm nóng chảy thấp hơn so với các oxit đơn hoặc carbonat, là có lợi với phản ứng bề mặt và được phép phản ứng ở nhiệt độ thấp hơn.

Theo phương pháp nung chảy, ilmenit, nguyên liệu thô khác (oxit hoặc carbonat), và chất khử oxy (nguồn C) được trộn lẫn (và có thể được tạo thành viên) và được nung chảy trong lò hồ quang hoặc lò cao tần ở nhiệt độ nằm trong khoảng 1800°C đến 2000°C. Quy trình này làm giảm và làm nóng chảy Fe oxit trong ilmenit. Fe, có điểm nóng chảy thấp, được cô đặc ở phần thấp hơn của lò, và oxit chứa Ti, Si, Al, Mn, Fe, Mg, Ca, và các tạp chất khác được tạo ra trong phần trên của lò.

Lò điện có thể được sử dụng thay cho lò hồ quang hoặc lò cao tần.

Oxit được tạo ra nhờ quy trình này được cho trải qua quy trình nghiền, tán, và sau đó kiểm soát kích cỡ hạt để điều chế nguyên liệu thô dùng cho quy trình hàn. Tùy thuộc vào các đặc tính (hình dạng đường hàn) của các vật liệu hàn được mong muốn và quy trình hàn là quy trình hàn đứng từ dưới lên hay là quy trình hàn rơi, phần Fe có điểm nóng chảy thấp (phần dưới) và phần oxit có điểm nóng chảy cao (phần trên) có thể được trộn lẫn, hoặc lớp trung gian (có điểm nóng chảy giữa các điểm nóng chảy của phần trên và phần dưới) có thể được sử dụng.

Theo phương pháp nung hoặc phương pháp nung chảy, C và S của chất khử oxy có thể ở lại trong nguyên liệu thô titan oxit. Các tạp chất này ảnh hưởng không tốt đến chất lượng của các vật liệu hàn và phải được làm giảm bớt một cách độc lập bằng quy trình xử lý tiếp theo (như tẩy gỉ hoặc nung nóng).

Theo phương pháp nung chảy, hóa trị (độ oxy hóa) của Ti trong oxit có thể khác nhau trong khí quyển. Do đó, oxit có thể được nung nóng trong khí quyển (quy trình nung chảy được thực hiện trong khí quyển giảm CO) sao cho hóa trị của Ti trở thành hóa trị bốn ổn định nhất (kết cấu tinh thể của TiO_2).

Sau khi nguyên liệu thô titan oxit được tạo ra bằng phương pháp nung hoặc phương pháp nung chảy, để kiểm soát nguyên tố vi lượng, như Fe, Mn, Al, Si, Mg, hoặc Ca, trên bề mặt của nguyên liệu thô titan oxit, nguyên liệu thô titan oxit có thể được nung nóng (kết tủa) với sự có mặt của oxit hoặc carbonat của Fe, Mn, Al, Si, Mg, hoặc Ca sao cho bề mặt của nguyên liệu thô titan oxit được nung chảy nhẹ. Tùy thuộc vào hàm lượng oxy của nguyên liệu thô titan oxit và phương pháp nung, nhiệt độ nung

là nằm trong khoảng xấp xỉ 800°C đến 1300°C. Nguyên liệu thô titan oxit được kết tủa cùng với việc bổ sung (các) nguyên liệu thô, ví dụ, trong lò quay hoặc lò mẻ. Do Fe, Mn, Al, Si, Mg, và Ca dễ dàng được oxy hóa, chúng có thể được bổ sung làm kim loại.

Phương pháp chế tạo dây hàn lõi thuốc

Theo phương pháp chế tạo dây hàn lõi thuốc, trước tiên, dây thép được cấp theo hướng dọc để tạo ra ống mở qua con lăn tạo hình. Các lượng định trước của nguyên liệu thô titan oxit, kim loại hoặc hợp kim, và bột Fe được bổ sung vào chất trợ dung theo thành phần hóa học định trước. Mặt cắt ngang sau đó được làm thành hình tròn. Đường kính dây được điều chỉnh, ví dụ, nằm trong khoảng 1,0 đến 1,6 mm bằng phương pháp kéo nguội. Trong phương pháp kéo nguội, dây được làm cứng nguội có thể được tôi để làm mềm.

Như được mô tả trên đây, sáng chế sử dụng nguyên liệu thô titan oxit có thành phần oxit tối ưu để tạo ra dây hàn lõi thuốc có tính chịu hàn đứng từ dưới lên đạt yêu cầu trong quy trình hàn dòng điện cao. Hình thái của Ti, Fe, Mn, Al, Si, và O trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit được kiểm soát để đạt được các điểm nóng chảy, độ sệt, và oxy các hàm lượng của xỉ và kim loại hàn phù hợp, nhờ đó mang lại hình dạng đường hàn đạt yêu cầu.

Để đạt được các đặc tính cơ học được mong muốn trong quy trình hàn đối bằng dòng điện cao, dây hàn lõi thuốc mà có thể tạo ra độ bền ổn định của kim loại hàn thông qua quy trình hàn có lượng nhiệt vào cao có thể được tạo ra bằng cách bổ sung B và Ni và giảm bớt các hàm lượng Cr, Nb, và V. Dây hàn lõi thuốc mà có thể tạo ra độ bền kéo đứt được mong muốn của kim loại hàn ngay cả ở nhiệt độ rất thấp có thể được tạo ra bằng cách bổ sung thêm Ti. Dây hàn lõi thuốc mà có thể tạo ra độ bền cao của kim loại hàn có thể được tạo ra bằng việc bổ sung Mo và nguyên tố khác.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các tác dụng của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây bằng cách so sánh các ví dụ thực hiện nằm trong phạm vi của sáng chế với các ví dụ so sánh nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Trong các ví dụ này, các bảng 1 và 2 đề cập đến nguyên liệu thô titan oxit, Bảng 3 trình bày các kết quả, và Bảng 4 trình bày thành phần cấu tạo của dây hàn lõi thuốc. Số 13 đến 16 trong Bảng 1 tương ứng với các ví dụ so sánh trong Bảng 2 được đề cập đến là "các ví dụ so sánh". Nguyên liệu thô titan oxit thường chứa các tạp chất, như Si, Al, Mn, Fe, Mg, và Ca. Trong Bảng 1, TiO₂, Si, Al, Mn, Fe, Mg, và Ca là nằm trong các khoảng chung. Do đó, không có ví dụ so sánh mà nằm ở các giới hạn trên và dưới hoặc nằm ngoài các giới hạn trên và dưới.

Các bảng 5 đến 21 đề cập đến dây hàn lõi thuốc. Ví dụ, Bảng 5 tương ứng với phương án thứ nhất, Bảng 6 tương ứng với phương án thứ hai, Bảng 7 tương ứng với phương án thứ ba, và Bảng 8 tương ứng với phương án thứ tư. Ví dụ, các hợp chất số 1-1 đến 1-26 trong các bảng 5 đến 8 được điều chế bằng cách sử dụng nguyên liệu thô titan oxit số 1 trong các bảng 1 và 2 (được mô tả chi tiết dưới đây).

Trước tiên, phương pháp sản xuất nguyên liệu thô titan oxit sẽ được mô tả dưới đây. Như được mô tả trên đây, phương pháp sản xuất nguyên liệu thô titan oxit có thể là phương pháp nung hoặc phương pháp nung chảy. Hàm lượng Fe là cao trong phương pháp nung và thấp trong phương pháp nung chảy. Các nguyên liệu thô dùng cho quy trình hàn rơi (hàm lượng Fe cao là được ưu tiên) và quy trình hàn đứng (hàm lượng Fe thấp là được ưu tiên) được tạo ra độc lập bằng cách sử dụng phương pháp sản xuất phù hợp và nguyên liệu thô titan phù hợp.

Trước tiên, phương pháp nung sẽ được mô tả dưới đây. Nguồn Ti là rutil, leucoxen, hoặc ilmenit tự nhiên. Các nguồn Ti này được sử dụng kết hợp theo cách phụ thuộc vào các đặc tính vật lý của nguyên liệu thô titan oxit. Để sử dụng nguyên liệu thô titan oxit chứa ít tạp chất hơn, nguyên liệu thô titan oxit được cô đặc và các tạp chất được làm giảm bớt bằng quy trình tách trọng lực, quy trình tách từ, hoặc quy trình

tách đãi. Nguồn Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca là oxit (hoặc oxit phức) hoặc carbonat của Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca.

Lò được sử dụng trong phương pháp nung là lò quay. Khí quyển nung nóng là khí quyển CO. Nguồn C được bổ sung vào nguyên liệu thô sẽ được nung nóng.

Phương pháp nung chảy sẽ được mô tả dưới đây. Nguồn Ti là ilmenit tự nhiên không tốn kém. Để sử dụng nguyên liệu thô titan oxit chứa ít tạp chất hơn, nguyên liệu thô titan oxit được cô đặc và các tạp chất được làm giảm bớt bằng quy trình tách trọng lực, quy trình tách từ, hoặc quy trình tách đãi. Nguồn Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca là oxit (hoặc oxit phức) hoặc carbonat của Si, Al, Fe, Mn, Mg, hoặc Ca.

Theo phương pháp nung chảy, ilmenit, nguyên liệu thô khác (oxit hoặc carbonat), và chất khử oxy (nguồn C) được trộn lẫn (và có thể được tạo thành viên) và được nung chảy trong lò hồ quang ở nhiệt độ nằm trong khoảng 1800°C đến 2000°C. Điều này làm giảm và nung chảy Fe oxit trong ilmenit. Fe, mà có điểm nóng chảy thấp, được cô đặc ở phần dưới của lò, và oxit chứa Ti, Si, Al, Mn, Fe, Mg, Ca, và các tạp chất khác được tạo ra trong phần trên của lò.

Oxit được tạo ra nhờ quy trình này được cho trải qua quy trình nghiền, tán, và sau đó kiểm soát kích cỡ hạt để điều chế nguyên liệu thô dùng cho quy trình hàn.

Các tạp chất của chất khử oxy, như C và S, được làm giảm bớt bằng quy trình xử lý tiếp theo bao gồm tẩy gỉ và nung nóng.

Sau khi nguyên liệu thô titan oxit đã được tạo ra, để kiểm soát nguyên tố vi lượng, như Fe, Mn, Al, Si, Mg, hoặc Ca, trên bề mặt của nguyên liệu thô titan oxit, nguyên liệu thô titan oxit được nung nóng (kết tủa) với sự có mặt của oxit hoặc carbonat của Fe, Mn, Al, Si, Mg, hoặc Ca sao cho bề mặt của nguyên liệu thô titan oxit được làm nung chảy nhẹ. Nguyên liệu thô titan oxit được làm kết tủa trong lò quay ở nhiệt độ nung nằm trong khoảng xấp xỉ 800°C đến 1300°C với sự có mặt của oxit hoặc carbonat.

Bảng 1 trình bày thành phần cấu tạo khối của nguyên liệu thô titan oxit số 1 đến số 16.

Bảng 1

Mẫu số	Ví dụ	Thành phần nguyên liệu thô của titan oxit (% theo khối lượng) (phần còn lại: các tạp chất không thể tránh khỏi)						
		TiO ₂	Si	Al	Mn	Fe	Mg	Ca
1	Ví dụ thực hiện	93	0,9	1,0	2,0	1,7	0,2	0,1
2		93	0,4	0,9	1,8	0,8	0,4	0,1
3		90	1,0	0,9	0,7	2,6	0,7	0,2
4		92	0,7	0,8	2,1	1,5	0,2	0,1
5		92	0,9	0,6	0,9	1,9	0,6	0,2
6		92	0,6	0,8	2,0	1,6	0,2	0,1
7		94	0,6	0,9	1,7	1,2	0,2	0,6
8		77	2,3	1,0	0,9	7,1	3,9	0,4
9		92	0,9	0,8	1,4	1,3	0,3	0,1
10		64	0,5	0,6	2,0	27,5	0,1	0,1
11		91	1,0	0,5	0,8	1,7	0,8	0,8
12		87	0,7	0,6	1,7	7,6	0,4	0,1
13	Ví dụ so sánh	98	<0,01	0,7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
14		79	2,2	1,0	4,9	6,2	1,3	0,2
15		59	0,3	0,0	0,6	24,6	0,8	0,1
16		67	0,2	1,3	0,5	24,5	0,2	0,2

Phương pháp đo phần trăm nguyên tử trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit sẽ được mô tả dưới đây. Các thiết bị phân tích sau đây được sử dụng.

(1) Thiết bị phân tích thứ nhất

Thiết bị phân tích: thiết bị vi phân tích đầu dò điện tử kết hợp WD/ED (EPMA) JXA-8200 do JEOL Ltd sản xuất.

Các điều kiện phân tích: điện áp gia tốc 15 kV, dòng bức xạ 5×10^{-10} A

(2) Thiết bị phân tích thứ hai

Thiết bị phân tích: kính hiển vi điện tử quét S-3700N được trang bị EDS do Hitachi High-Tech Fielding Corp. sản xuất.

EDS: sê-ri GENESIS 400 do EDAX Japan K.K sản xuất.

Các điều kiện phân tích: điện áp gia tốc 15 kV, dòng bức xạ 5×10^{-12} A

Các thiết bị phân tích EDX thứ nhất và thứ hai cho các kết quả phân tích giống nhau

(3) Phương pháp phân tích định lượng

Phân tích định lượng phi tiêu chuẩn được thực hiện. Tỷ số cường độ tương đối của phổ đo được với phổ của mẫu chuẩn trong dữ liệu máy tính được tính toán và được hiệu chỉnh sao cho tổng tỷ số cường độ tương đối là 100%.

Phương pháp phân tích sau đây được sử dụng. Trong EDX, nguyên liệu thô (xấp xỉ 100 mg) được đặt trên băng C (băng dẫn điện đối với SEM, băng hai mặt cacbon, do Nisshin EM Corp. sản xuất) được gắn vào bàn nhôm. Nguyên liệu thô được liên kết chặt vào băng C bằng cách sử dụng tờ giấy bột, tấm thủy tinh, hoặc thìa siêu nhỏ bằng thép không gỉ. Sự kết tủa hơi Os được thực hiện để làm cho nguyên liệu thô dẫn điện. Năm hạt nguyên liệu thô mỗi hạt có một vùng tương đối phẳng không có các chất ngoại lai (vùng hình chữ nhật kích thước $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$) trên bề mặt của nó được chọn ngẫu nhiên ở cao độ khuếch đại (xấp xỉ $\times 2000$). Phần trăm nguyên tử (% nguyên tử) được đo trong vùng nhìn thấy đối với mỗi hạt.

Các điều kiện phân tích: tỷ lệ năng lượng tự nhiên: 20 keV (10 eV/ch, 2 kch)

Thời gian tác dụng: 60 giây

Điện áp gia tốc: 15,0 kV

Dòng đầu dò: $5,0 \times 10^{-10}$ A

Các trị số x, y, và z của các công thức 1 đến 3 được mô tả cho phân tích bề mặt của nguyên liệu thô titan oxit được tính toán bằng phương pháp sau đây. Các trị số x,

y, và z của các công thức 1 đến 3 được tính toán từ việc đo các kết quả của năm hạt và được lấy trung bình độc lập.

Các mẫu số và các tử số của các công thức 2 và 3 là các giá trị trung bình cộng của năm điểm. Các phép chia được thực hiện bằng cách sử dụng các giá trị trung bình cộng. Khi các trị số trung bình của các mẫu số bằng 0 (bằng 0 đối với tất cả năm hạt), các trị số của các công thức 2 và 3 là vô cùng.

Bảng 2 trình bày phần trăm nguyên tử (các kết quả phân tích EDX) của bề mặt các hạt nguyên liệu thô titan oxit.

Bảng 2

Mẫu số	Ví dụ	Phần trăm nguyên tử trên bề mặt các hạt nguyên liệu thô của titan oxit								
		Ti	O	Fe	Mn	Si	Al	Si + Al	Ti/(Fe+Mn)	O/(Fe+Mn)
1	Ví dụ thực hiện	33,2	57,6	2,7	2,5	2,7	1,3	4,0	6	11
2		35,8	59,5	0,6	0,7	0,2	3,2	3,4	28	46
3		32,7	64,5	0,7	0,3	0,2	1,6	1,8	33	65
4		43,0	54,9	0,3	0,6	0,8	0,4	1,2	48	61
5		45,3	49,5	0,2	0,3	3,5	1,2	4,7	91	99
6		33,4	57,8	2,5	0,9	0,3	5,1	5,4	10	17
7		37,1	54,6	0,1	0,5	1,6	6,1	7,7	62	91
8		74,9	22,5	0,3	0,0	1,1	1,2	2,3	250	75
9		43,0	55,0	0,4	0,1	1,3	0,2	1,5	86	110
10		12,8	76,8	0,6	0,0	4,3	5,5	9,8	21	128
11		74,3	23,6	0,3	0,1	0,9	0,8	1,7	186	59
12		83,1	8,0	0,5	0,3	6,9	1,2	8,1	104	10
13	Ví dụ so sánh	41,1	58,0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,7	206	290
14		30,7	55,2	0,2	0,1	7,4	6,4	13,8	102	184
15		1,0	66,0	0,1	0,5	12,8	19,6	32,4	2	110
16		55,0	31,8	0,2	0,1	5,7	7,2	12,9	183	106

Bảng 3 trình bày các kết quả thử nghiệm hàn của dây hàn lõi thuốc được điều chế bằng cách sử dụng nguyên liệu thô titan oxit. Dây hàn lõi thuốc được điều chế bằng cách sử dụng nguyên liệu thô titan oxit được sử dụng trong thử nghiệm hàn được điều chế bằng cách sử dụng nguyên liệu thô titan oxit được trình bày trong các bảng 1

đến 3. Các lượng của các thành phần ngoài nguyên liệu thô titan oxit được trình bày trong Bảng 4. Các điều kiện hàn được mô tả dưới đây.

Phương pháp chế tạo dây hàn lõi thuốc được mô tả dưới đây. Các tiêu chí đánh giá về tình trạng ướt và hình dạng đường hàn được trình bày trong hình vẽ.

Các điều kiện hàn

Dây hàn lõi thuốc

Dòng điện hàn: xấp xỉ 220

Điện áp hàn: xấp xỉ 26 V

Nguồn cấp điện hàn, độ phân cực: nguồn cấp điện dung định mức 350 A, DCEP

Vị trí hàn: đứng từ dưới lên

Khí bảo vệ: 100% theo thể tích CO₂

Tốc độ dòng bảo vệ: 25 L/phút

Bảng 3

Mẫu số	Ví dụ	Phần trăm nguyên tử trên bề mặt hạt			Kết quả thử nghiệm		
		Si + Al	Ti/(Fe+Mn)	O/(Fe+Mn)	Tình trạng ướt	Hình dạng đường hàn	Đánh giá chung
1	Ví dụ thực hiện	4,0	6	11	⊙	⊙	⊙
2		3,4	28	46	⊙	⊙	⊙
3		1,8	33	65	⊙	⊙	⊙
4		1,2	48	61	○	⊙	○
5		4,7	91	99	⊙	⊙	⊙
6		5,4	10	17	⊙	⊙	⊙
7		7,7	62	91	○	⊙	○
8		2,3	250	75	⊙	○	○
9		1,5	86	110	⊙	○	○
10		9,8	21	128	○	○	○
11		1,7	186	59	⊙	○	○
12		8,1	104	10	○	○	○
13	Ví dụ so sánh	0,7	206	290	Δ	×	×
14		13,8	102	184	Δ	Δ	Δ
15		32,4	2	110	Δ	Δ	Δ
16		12,9	183	106	Δ	Δ	Δ

Bảng 4

Loại	Kích thước (đường kính mm)	Sử dụng	Nguyên liệu thô (% theo khối lượng trong chất trợ dung)							
			Nguyên liệu thô của titan oxit	Bột Fe	Fe-Mn	Fe-Si	Al	Al-Mg	Cát silic	Kali Feldspat
Dây hàn lõi thuốc	1,2	Mọi vị trí	40-60	1-20	22	6	1,5	1,5	3	4

Đánh giá chung là "mỹ mãn (vòng tròn kép)" khi cả tình trạng ướm và hình dạng đường hàn là "mỹ mãn (vòng tròn kép)". Đánh giá chung là "tốt (vòng)" khi một trong hai tình trạng ướm hoặc hình dạng đường hàn là "mỹ mãn (vòng tròn kép)" và hạng mục kia là "tốt (vòng tròn)". Đánh giá chung là "trung bình (tam giác)" khi cả tình trạng ướm và hình dạng đường hàn là "trung bình (tam giác)". Đánh giá chung là "kém (chữ thập)" khi hoặc tình trạng ướm hoặc hình dạng đường hàn là "kém (chữ thập)".

Phương pháp chế tạo dây hàn lõi thuốc được sử dụng trong các ví dụ sáng chế (dây hàn lõi thuốc trong các bảng 5 đến 21) sẽ được mô tả dưới đây (Các bảng 5 đến 21).

Phương pháp chế tạo dây

Dây thép được cấp theo hướng dọc để tạo ra ống mở thông qua con lăn tạo hình. Các lượng định trước của nguyên liệu thô titan oxit, kim loại hoặc hợp kim, và bột Fe được bổ sung vào chất trợ dung theo thành phần cấu tạo hóa học được trình bày trong các bảng 5 đến 21. Mặt cắt ngang sau đó được làm cho tròn để chế tạo dây hàn lõi thuốc. Đường kính dây được điều chỉnh nằm trong khoảng 1,0 đến 1,6 mm bằng phương pháp kéo nguội. Trong phương pháp kéo nguội, dây được làm cứng nguội được tôi để làm mềm.

Các bảng 5 đến 21 trình bày thành phần cấu tạo của dây hàn lõi thuốc. Trong các bảng, các trị số được gạch dưới là nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Thuật ngữ "Met.Si", "Met.Al", và "Met.Ti" lần lượt đề cập đến Si kim loại, Al kim loại, và Ti kim loại. Thuật ngữ "tổng Si" nghĩa là tổng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit. Thuật ngữ "Si kim loại", "Al kim loại", và "Ti kim loại" lần lượt đề cập đến đương lượng Si, đương lượng Al, và đương lượng Ti. Thuật ngữ "Si oxit" nghĩa là đương lượng Si của Si oxit. Các thuật ngữ này cũng được áp dụng cho Bảng 4.

Ở các bảng 5 đến 8, nguyên liệu thô titan oxit của mẫu số 1 trong các bảng 1 đến 3 được sử dụng. Mẫu số 1 có "Si + Al", "Ti/(Fe + Mn)", và "O/(Fe + Mn)" nằm trong phạm vi được ưu tiên.

Ở các bảng 9 đến 12, nguyên liệu thô titan oxit của mẫu số 7 trong các bảng 1 đến 3 được sử dụng. Mẫu số 7 có "Si + Al" nằm ngoài phạm vi được ưu tiên.

Ở các bảng 13 đến 16, nguyên liệu thô titan oxit của mẫu số 9 trong các bảng 1 đến 3 được sử dụng. Mẫu số 9 có "Si + Al" trong phạm vi được ưu tiên và "O/(Fe + Mn)" nằm ngoài phạm vi được ưu tiên.

Ở các bảng 17 đến 20, nguyên liệu thô titan oxit của mẫu số 10 trong các bảng 1 đến 3 được sử dụng. Mẫu số 10 có "Si + Al" nằm ngoài phạm vi được ưu tiên, "O/(Fe + Mn)" nằm ngoài phạm vi được ưu tiên, và hàm lượng TiO_2 thấp.

Ở Bảng 21, nguyên liệu thô titan oxit của mẫu số 14 trong các bảng 1 đến 3 được sử dụng. Mẫu số 14 có "Si + Al" nằm ngoài phạm vi được xác định và "Ti/(Fe + Mn)" và "O/(Fe + Mn)" nằm ngoài phạm vi được ưu tiên.

Các bảng 5 đến 21 tương ứng với dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ nhất (tương ứng với thép cacbon thấp FCW), phương án thứ hai (tương ứng với độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp), phương án thứ ba (tương ứng với độ bền kéo đứt nhiệt độ rất thấp), và phương án thứ tư (tương ứng với HT).

Bảng 5

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)										
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met.Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al+Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung
Ví dụ thực hiện	1-1	5,5	0,02	1,1	0,1	1,2	1,0	91,87	0,1	0,20	0,11	15
	1-2	6,0	0,05	0,4	0,1	0,5	2,0	90,44	0,4	0,40	0,21	18
	1-3	8,0	0,07	0,3	0,5	0,8	2,1	87,33	0,6	0,72	0,38	18
	1-4	9,0	0,11	0,7	0,5	1,2	3,0	83,57	1,0	1,40	0,72	20
Ví dụ so sánh	1-5	4,8	0,05	0,5	0,5	1,0	2,0	90,54	0,4	0,80	0,41	16
	1-6	10,1	0,05	0,6	0,5	1,1	3,5	83,90	0,3	0,68	0,37	19
	1-7	7,6	0,15	0,5	0,5	1,0	2,1	86,89	1,2	0,70	0,36	15
	1-8	7,8	0,05	0,1	0,6	0,7	2,0	86,34	0,4	1,80	0,91	16

Bảng 6

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met. Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V
Ví dụ thực hiện	1-9	7,6	0,06	0,6	0,4	1,0	1,5	87,65	0,4	0,48	0,27	16	0,0003	1,0	-	0,02	0,008	0,008
	1-10	8,0	0,05	0,6	0,5	1,1	1,7	87,35	0,6	0,56	0,31	18	0,0130	0,1	-	0,20	0,010	0,007
	1-11	7,9	0,03	0,4	0,4	0,8	2,5	86,92	0,3	0,50	0,29	17	0,0077	0,7	-	0,03	0,008	0,010
Ví dụ so sánh	1-12	8,2	0,07	0,6	0,5	1,1	1,8	86,52	0,7	0,68	0,38	17	<u>0,0140</u>	0,5	-	0,02	0,012	0,008
	1-13	7,7	0,08	0,6	0,5	1,1	1,7	88,11	0,2	0,66	0,35	18	<u>0,0001</u>	<u>0,06</u>	-	0,02	0,008	0,009
	1-14	7,7	0,05	0,5	0,7	1,2	2,2	86,80	0,5	0,68	0,36	18	0,0044	0,4	-	0,04	<u>0,060</u>	0,008

Bảng 7

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met. Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	1-15	7,6	0,04	0,6	0,4	1,0	1,9	86,89	0,3	0,38	0,25	16	0,0110	1,5	-	0,01	0,010	0,012	0,10
	1-16	8,0	0,05	0,6	0,5	1,1	1,3	87,40	0,5	0,56	0,33	18	0,0150	0,3	0,01	0,02	0,010	0,008	0,40
	1-17	7,9	0,03	0,4	0,4	0,8	2,4	84,38	0,3	0,50	0,26	16	0,0003	3,0	-	0,03	0,008	0,010	0,38
Ví dụ so sánh	1-18	6,5	0,07	0,6	0,5	1,1	1,5	88,06	0,6	0,55	0,38	15	0,0090	0,7	-	0,02	0,009	0,007	<u>0,50</u>
	1-19	7,7	0,08	0,6	0,5	1,1	1,4	88,19	0,2	0,61	0,35	16	0,0078	<u>0,2</u>	-	0,02	0,008	0,009	0,13
	1-20	7,7	0,05	0,5	0,7	1,2	2,2	85,75	0,4	0,60	0,36	18	0,0056	1,3	0,15	0,03	<u>0,060</u>	0,006	0,19

Bảng 8

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met. Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T i
Ví dụ thực hiện	1-21	7,6	0,08	0,5	0,4	0,9	2,3	85,42	0,6	0,48	0,25	17	-	2,2	0,15	-	0,009	0,008	-
	1-22	7,5	0,04	0,5	0,5	1,0	1,3	87,89	0,5	0,56	0,33	18	-	0,3	0,50	0,01	0,010	0,007	0,05
	1-23	7,9	0,05	0,4	0,4	0,8	2,4	84,69	0,4	0,48	0,25	17	-	3,0	0,01	-	0,008	0,010	-
Ví dụ so sánh	1-24	6,5	0,07	0,6	0,5	1,1	1,5	88,28	0,5	0,55	0,38	17	-	0,5	0,60	-	0,007	0,012	-
	1-25	8,0	0,06	0,6	0,5	1,1	1,4	87,91	0,2	0,61	0,35	16	-	0,1	0,25	-	0,007	0,009	-
	1-26	7,7	0,05	0,5	0,7	1,2	2,0	85,99	0,4	0,63	0,36	18	-	1,3	0,17	0,03	0,060	0,008	0,10

Bảng 9

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)										
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met.Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al+Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung
Ví dụ thực hiện	7-1	5,0	0,03	0,5	0,4	0,9	1,1	92,70	0,2	0,05	0,02	17
	7-2	6,0	0,06	0,6	0,4	1,0	2,6	89,19	0,5	0,44	0,21	16
	7-3	7,9	0,07	0,2	0,1	0,3	1,9	88,50	0,3	0,68	0,35	16
	7-4	8,7	0,10	0,5	0,3	0,8	2,8	84,94	0,7	1,30	0,66	20
Ví dụ so sánh	7-5	4,5	0,06	0,4	0,4	0,8	2,1	91,25	0,08	0,80	0,41	14
	7-6	9,5	0,06	0,5	0,4	0,9	0,6	87,60	0,3	0,68	0,36	20
	7-7	8,2	0,13	0,5	0,4	0,9	2,2	86,26	1,3	0,66	0,35	18
	7-8	7,5	0,01	0,1	0,1	0,2	1,7	90,16	0,4	0,02	0,01	16

Bảng 10

Trương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V
Ví dụ thực hiện	7-9	7,8	0,04	0,6	0,4	1,0	2,1	86,97	0,4	0,50	0,24	17	0,0010	0,9	-	0,03	0,008	0,008
	7-10	8,1	0,06	0,5	0,6	1,1	1,3	87,43	0,6	0,58	0,30	16	0,0045	0,5	-	0,01	0,008	0,009
	7-11	7,5	0,05	0,5	0,4	0,9	2,5	87,66	0,3	0,50	0,26	16	0,0100	0,2	-	0,10	0,009	0,008
Ví dụ so sánh	7-12	8,0	0,07	0,6	0,5	1,1	2,5	85,40	0,7	0,58	0,30	17	0,0010	1,3	-	0,03	0,007	0,008
	7-13	7,8	0,06	0,7	0,3	1,0	2,2	87,31	0,3	0,44	0,24	19	0,0030	0,4	-	0,23	0,008	0,010
	7-14	7,6	0,05	0,6	0,5	1,1	1,8	87,76	0,2	0,72	0,38	18	0,0050	0,3	-	0,02	0,008	0,058

Bảng 11

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	7-15	7,6	0,05	0,5	0,4	0,9	2,0	86,43	0,4	0,51	0,24	18	0,0055	1,6	-	0,20	0,010	0,008	0,05
	7-16	8,0	0,04	0,5	0,6	1,1	1,0	85,20	0,6	0,60	0,29	15	0,0128	3,0	-	0,02	0,008	0,009	0,12
	7-17	7,5	0,07	0,4	0,5	0,9	2,4	85,59	0,5	0,31	0,16	16	0,0089	2,2	-	0,02	0,009	0,008	0,32
Ví dụ so sánh	7-18	7,8	0,07	0,6	0,6	1,2	1,9	85,96	0,6	0,58	0,30	15	0,0001	1,4	-	0,03	0,007	0,008	0,15
	7-19	7,8	0,06	0,5	0,3	0,8	2,3	87,68	0,3	0,44	0,24	18	0,0120	0,2	-	0,02	0,008	0,010	0,13
	7-20	7,6	0,05	0,4	0,5	0,9	1,9	86,64	0,4	0,76	0,38	17	0,0067	0,9	-	0,26	0,008	0,009	0,19

Bảng 12

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dầy (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	7-21	7,6	0,05	0,5	0,4	0,9	1,8	86,49	0,4	0,51	0,24	18	-	1,6	0,40	-	0,010	0,005	-
	7-22	8,0	0,07	0,5	0,6	1,1	1,2	85,87	0,6	0,60	0,29	15	-	2,2	0,05	-	0,008	0,009	-
	7-23	7,8	0,04	0,4	0,5	0,9	2,4	86,05	0,4	0,53	0,29	16	-	1,3	0,27	-	0,009	0,010	-
Ví dụ so sánh	7-24	7,8	0,07	0,6	0,6	1,2	1,9	85,99	0,6	0,58	0,30	15	-	1,4	0,10	-	0,007	<u>0,057</u>	-
	7-25	7,8	0,06	0,4	0,4	0,8	2,3	84,50	0,3	0,44	0,24	17	-	<u>3,4</u>	0,14	-	0,008	0,010	-
	7-26	7,3	0,05	0,4	0,5	0,9	1,9	86,71	0,5	0,76	0,39	16	-	0,9	<u>0,57</u>	-	0,007	0,009	-

Bảng 13

Trương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)										
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met.Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al+Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung
Ví dụ thực hiện	9-1	5,0	0,05	0,5	0,4	0,9	1,2	92,52	0,2	0,08	0,05	16
	9-2	6,1	0,10	0,4	0,5	0,9	1,8	89,95	0,5	0,42	0,23	18
	9-3	7,9	0,07	0,2	0,8	1,0	2,8	85,08	0,8	1,50	0,85	23
	9-4	9,0	0,03	1,1	0,0	1,1	2,6	84,64	0,7	1,28	0,65	20
Ví dụ so sánh	9-5	4,5	0,06	0,4	0,4	0,8	2,0	91,03	0,4	0,80	0,41	9
	9-6	10,3	0,06	0,5	0,4	0,9	1,9	85,81	0,2	0,54	0,29	20
	9-7	8,0	0,12	0,5	0,4	0,9	2,2	85,43	0,5	1,90	0,95	17
	9-8	8,1	0,05	0,2	0,0	0,2	2,0	87,39	1,3	0,64	0,32	17

Bảng 14

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V
Ví dụ thực hiện	9-9	7,7	0,06	0,4	0,6	1,0	2,2	86,49	0,5	0,74	0,38	16	0,0089	0,9	-	0,01	0,004	0,005
	9-10	8,2	0,05	0,5	0,6	1,1	1,2	87,40	0,6	0,60	0,32	17	0,0060	0,5	-	0,01	0,006	0,004
	9-11	7,6	0,04	0,5	0,4	0,9	2,0	88,23	0,3	0,50	0,27	17	0,0100	0,1	-	0,04	0,005	0,004
Ví dụ so sánh	9-12	7,8	0,07	0,6	0,5	1,1	2,9	85,11	0,7	0,58	0,31	17	0,0012	1,4	-	0,02	0,004	0,008
	9-13	8,2	0,05	0,5	0,7	1,2	2,2	86,57	0,3	0,46	0,25	19	0,0140	0,5	-	0,25	0,006	0,004
	9-14	8,1	0,05	0,5	0,6	1,1	1,8	87,42	0,2	0,68	0,36	18	0,0070	0,2	-	0,02	0,004	0,058

Bảng 15

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	9-15	7,7	0,06	0,4	0,6	1,0	2,2	85,18	0,5	0,74	0,35	16	0,0044	1,5	0,50	0,01	0,004	0,005	0,25
	9-16	7,7	0,05	0,5	0,6	1,1	1,4	86,42	0,6	0,60	0,25	18	0,0092	1,8	-	0,01	0,006	0,004	0,05
	9-17	7,6	0,04	0,5	0,4	0,9	2,0	85,63	0,3	0,50	0,27	17	0,0100	2,4	-	0,02	0,005	0,004	0,32
Ví dụ so sánh	9-18	7,8	0,07	0,6	0,5	1,1	2,1	86,10	0,7	0,56	0,31	17	0,0080	1,0	0,20	0,02	0,004	0,008	0,02
	9-19	7,5	0,05	0,4	0,7	1,1	2,2	86,87	0,3	0,48	0,25	17	0,0165	1,0	-	0,03	0,006	0,004	0,19
	9-20	8,0	0,06	0,5	0,6	1,1	1,8	83,84	0,4	0,68	0,36	18	0,0070	3,5	-	0,02	0,004	0,005	0,22

Bảng 16
Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	9-21	7,4	0,06	0,4	0,6	1,0	2,2	84,57	0,5	0,74	0,38	18	-	2,5	0,22	0,02	0,004	0,005	0,40
	9-22	7,7	0,03	0,5	0,6	1,1	1,2	87,21	0,6	0,44	0,24	16	-	1,3	0,17	-	0,006	0,004	-
	9-23	7,6	0,04	0,5	0,4	0,9	1,8	86,08	0,3	0,70	0,30	17	-	1,9	0,37	-	0,005	0,008	-
Ví dụ so sánh	9-24	5,9	0,07	0,6	0,5	1,1	1,9	85,56	0,7	0,70	0,31	17	-	<u>3,4</u>	0,22	0,03	0,003	0,008	0,10
	9-25	7,5	0,05	0,4	0,7	1,1	2,2	86,10	0,3	0,48	0,25	17	-	2,0	<u>0,005</u>	-	0,010	0,004	-
	9-26	6,9	0,06	0,5	0,6	1,1	1,8	88,21	0,4	0,68	0,36	17	-	<u>0,1</u>	0,38	-	0,004	0,005	-

Bảng 17

Trương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)										
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met.Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al+Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung
Ví dụ thực hiện	10-1	6,8	0,04	0,6	0,4	1,0	1,2	90,33	0,2	0,28	0,15	15
	10-2	7,5	0,11	0,3	0,3	0,6	2,5	88,12	0,4	0,50	0,27	15
	10-3	8,0	0,07	0,5	0,5	1,0	2,3	86,79	0,5	0,88	0,46	16
	10-4	9,0	0,05	0,6	0,6	1,2	3,0	83,79	0,7	1,50	0,76	20
Ví dụ so sánh	10-5	4,8	0,05	0,5	0,6	1,1	2,2	91,23	0,3	0,20	0,12	17
	10-6	9,0	0,05	0,7	0,7	1,4	2,2	84,82	0,3	1,50	0,73	25
	10-7	8,3	0,15	0,5	0,5	1,0	2,2	86,11	1,2	0,70	0,34	15
	10-8	8,1	0,05	0,1	0,6	0,7	2,0	86,00	0,4	1,83	0,92	16

Bảng 18

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V
Ví dụ thực hiện	10-9	8,1	0,06	0,6	0,4	1,0	2,0	86,65	0,4	0,50	0,26	16	0,0025	1,0	-	0,02	0,007	0,005
	10-10	7,9	0,05	0,4	0,5	0,9	1,2	88,11	0,6	0,52	0,38	17	0,0080	0,3	-	0,02	0,008	0,004
	10-11	8,2	0,07	0,4	0,4	0,8	2,4	87,32	0,3	0,44	0,24	16	0,0044	0,2	-	0,01	0,009	0,006
Ví dụ so sánh	10-12	8,0	0,05	0,5	0,5	1,0	1,8	87,38	0,7	0,68	0,32	17	<u>0,0001</u>	<u>0,05</u>	-	0,01	0,008	0,004
	10-13	7,9	0,04	0,5	0,5	1,0	2,6	85,68	0,3	0,64	0,30	17	0,0033	<u>1,5</u>	-	0,02	0,008	0,007
	10-14	7,9	0,05	0,5	0,7	1,2	2,2	86,92	0,4	0,62	0,33	16	0,0043	0,3	-	0,01	<u>0,065</u>	0,004

Bảng 19

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	10-15	7,9	0,04	0,6	0,3	0,9	2,1	85,00	0,4	0,51	0,26	16	0,0120	2,8	-	0,02	0,007	0,005	0,05
	10-16	7,9	0,05	0,4	0,4	0,8	1,2	87,01	0,6	0,52	0,38	18	0,0080	1,1	-	0,02	0,008	0,004	0,40
	10-17	7,5	0,04	0,4	0,5	0,9	2,3	86,59	0,5	0,30	0,18	17	0,0111	1,4	-	0,01	0,009	0,009	0,25
Ví dụ so sánh	10-18	8,0	0,05	0,5	0,5	1,0	1,4	85,47	0,7	0,77	0,32	17	0,0166	2,0	-	0,01	0,008	0,004	0,25
	10-19	7,8	0,04	0,4	0,5	0,9	1,7	86,10	0,5	0,64	0,30	18	0,0076	1,5	-	0,02	0,008	0,007	0,48
	10-20	7,9	0,06	0,5	0,7	1,2	2,2	85,68	0,4	0,62	0,33	17	0,0088	1,2	-	0,01	0,007	0,059	0,33

Bảng 20

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dầy (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)																	
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met .Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al +Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung	B	Ni	Mo	Cr	Nb	V	Met.T _i
Ví dụ thực hiện	10-21	8,2	0,03	0,5	0,3	0,8	2,1	84,55	0,4	0,57	0,26	16	-	2,8	0,11	0,02	0,007	0,005	0,15
	10-22	7,9	0,05	0,4	0,4	0,8	1,2	85,51	0,6	0,52	0,38	18	-	3,0	0,03	-	0,008	0,005	-
	10-23	7,5	0,08	0,4	0,5	0,9	2,3	86,04	0,3	0,45	0,22	17	-	2,0	0,20	-	0,009	0,006	-
Ví dụ so sánh	10-24	7,5	0,05	0,5	0,5	1,0	2,2	85,36	0,7	0,77	0,40	17	-	2,0	<u>0,005</u>	-	0,008	0,004	-
	10-25	7,8	0,04	0,4	0,4	0,8	1,6	86,11	0,5	0,64	0,33	18	-	1,5	<u>0,56</u>	0,03	0,008	0,007	0,08
	10-26	7,9	0,05	0,5	0,7	1,2	1,3	86,69	0,4	0,62	0,33	18	-	1,2	0,24	-	0,007	<u>0,059</u>	-

Bảng 21

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon) (Tương ứng với Ví dụ so sánh 14 của nguyên liệu thô của titan oxit)

Ví dụ	Mẫu số	Thành phần dây (% theo khối lượng) (phần còn lại: Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi)										
		Nguyên liệu thô của titan oxit	C	Met.Si	Si oxit	Tổng Si	Mn	Phần còn lại	Met.Al+Mg	Na+K	F	Hàm lượng chất trợ dung
Ví dụ so sánh	14-1	7,9	0,04	0,6	0,4	1,0	1,2	89,22	0,2	0,28	0,16	16

Dây hàn lõi thuốc được sản xuất từ quy trình này được thử nghiệm như được mô tả dưới đây. Trong mỗi thử nghiệm, các điều kiện được thay đổi để phù hợp với dây hàn lõi thuốc theo phương án thứ nhất (tương ứng với thép cacbon thấp FCW), phương án thứ hai (tương ứng với độ bền kéo đứt nhiệt độ thấp), phương án thứ ba (tương ứng với độ bền kéo đứt nhiệt độ rất thấp), và phương án thứ tư (tương ứng với HT).

Hiệu suất hàn

Hiệu suất hàn bao gồm hình dạng đường hàn được đánh giá.

Nguyên liệu thử gốc để đánh giá hiệu suất hàn

Tương ứng với Phương án thứ nhất đến phương án thứ ba

Tấm thử làm từ thép cán nguội cho kết cấu hàn (SM490A) theo tiêu chuẩn JIS G 3106 có độ dày là 12 mm và chiều dài là 400 mm được sử dụng làm nguyên liệu thử gốc để đánh giá hiệu suất hàn.

Tương ứng với Phương án thứ tư

Tấm thử làm từ thép hiệu suất cao nguội cho kết cấu hàn (SHY685) theo tiêu chuẩn JIS G 3218 có độ dày là 12 mm và chiều dài là 400 mm được sử dụng làm nguyên liệu gốc thử nghiệm để đánh giá hiệu suất hàn.

Các điều kiện hàn

Dòng điện hàn: 240

Điện áp hàn: 26 V

Nguồn điện cấp cho quy trình hàn, độ phân cực: nguồn cấp điện dung định mức 350 A, DCEP

Vị trí hàn: đứng từ dưới lên

Khí bảo vệ: 100% theo thể tích CO₂

Tốc độ dòng bảo vệ: 25 L/phút

Hình dạng đường hàn

Tương ứng với Phương án thứ nhất đến phương án thứ tư

Hình dạng đường hàn của mỗi hàn trong quy trình hàn rơi đứng từ dưới lên ở 240 A được kiểm tra bằng mắt thường. Dây có hình dạng đường hàn phẳng đạt yêu cầu được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và dây có hình dạng đường hàn lồi ra được đánh giá là "kém (chữ thập)". Dây có hình dạng đường hàn phẳng, bề ngoài đường hàn đặc biệt mỹ mãn, và tình trạng uớt đường hàn đặc biệt mỹ mãn được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)".

Đánh giá cảm quan ngoại trừ hình dạng đường hàn

Tương ứng với Phương án thứ nhất đến phương án thứ tư

Dây có độ ổn định hồ quang đạt yêu cầu, tốc độ tạo khói được làm giảm bớt, và tốc độ tạo tia lửa được làm giảm bớt được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và dây kém hơn các đặc tính này được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Sự nứt do lạnh

Tương ứng với Phương án thứ tư

Dây tương ứng với phương án thứ tư được kiểm tra vết nứt do lạnh sau khi hình thành kim loại kết tủa. Không có vết nứt do lạnh sau quy trình hàn được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và có vết nứt do lạnh sau quy trình hàn được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Các đặc tính cơ học

Nguyên liệu thử gốc để đánh giá các đặc tính cơ học

Tất cả kim loại kết tủa được tạo ra theo tiêu chuẩn JIS Z 3313, và các đặc tính cơ học của kim loại hàn được đo.

Tương ứng với Phương án thứ nhất đến phương án thứ ba

Tấm thử làm từ thép cán nguội cho kết cấu hàn (SM490A) theo tiêu chuẩn JIS G 3106 có độ dày là 20 mm và chiều dài là 300 mm được sử dụng làm nguyên liệu thử gốc để đánh giá các đặc tính cơ học.

Tương ứng với Phương án thứ tư

Tấm thử làm từ thép hiệu suất cao nguội cho kết cấu hàn (SHY685) theo tiêu chuẩn JIS G 3218 có độ dày là 20 mm và chiều dài là 300 mm được sử dụng làm nguyên liệu thử gốc để đánh giá các đặc tính cơ học.

Các điều kiện hàn

Dòng điện hàn: 280

Điện áp hàn: 30 V

Nguồn điện cấp cho quy trình hàn, độ phân cực: nguồn cấp điện dung định mức 350 A, DCEP

Vị trí hàn: hàn từ trên xuống

Khí bảo vệ: 100% theo thể tích CO₂

Tốc độ dòng bảo vệ: 25 L/phút

Nhiệt độ giữa các đường hàn: 135°C đến 165°C

Lượng nhiệt vào: xấp xỉ 1,8 kJ/mm

Đường kính dây: 1,2 mm

Độ giãn của dây: 25 mm

Độ bền kéo đứt và Hiệu suất va đập (Trị số va đập)

Tương ứng với Phương án thứ nhất

Độ bền kéo đứt và năng lượng hấp thụ ở -20°C (độ bền kéo đứt) được đo theo JIS Z 3313.

Độ bền kéo đứt bằng hoặc cao hơn 570 MPa được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 490 đến 569 MPa được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 489 MPa được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Trị số va đập bằng hoặc cao hơn 120 J được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 47 đến 119 J được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 46 J được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Tương ứng với Phương án thứ hai

Độ bền kéo đứt và năng lượng hấp thụ ở -40°C (độ bền kéo đứt) được đo theo JIS Z 3313.

Độ bền kéo đứt bằng hoặc cao hơn 570 MPa được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 490 đến 569 MPa được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 489 MPa được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Trị số va đập bằng hoặc cao hơn 80 J được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 47 đến 79 J được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 46 J được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Tương ứng với Phương án thứ ba

Độ bền kéo đứt và năng lượng hấp thụ ở -60°C (độ bền kéo đứt) được đo theo JIS Z 3313.

Độ bền kéo đứt bằng hoặc cao hơn 540 MPa được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 490 đến 539 MPa được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 489 MPa được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Trị số va đập bằng hoặc cao hơn 80 J được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 47 đến 79 J được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 46 J được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Tương ứng với Phương án thứ tư

Độ bền kéo đứt và năng lượng hấp thụ ở -40°C (độ bền kéo đứt) được đo theo JIS Z 3313.

Độ bền kéo đứt bằng hoặc cao hơn 800 MPa được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 780 đến 799 MPa được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 779 MPa được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Trị số va đập bằng hoặc cao hơn 80 J được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)", 47 đến 79 J được đánh giá là "tốt (vòng tròn)", và bằng hoặc thấp hơn 46 J được đánh giá là "kém (chữ thập)".

Đối với đánh giá tương ứng với phương án thứ nhất đến phương án thứ tư, các đặc tính cơ học được đánh giá là "mỹ mãn (vòng tròn kép)" đối với độ bền kéo đứt "mỹ mãn (vòng tròn kép)" và hiệu suất va đập "mỹ mãn (vòng tròn kép)"; "tốt (vòng tròn) đến mỹ mãn (vòng tròn kép)" đối với độ bền kéo đứt "tốt (vòng tròn)" và hiệu suất va đập "mỹ mãn (vòng tròn kép)" hoặc độ bền kéo đứt "mỹ mãn (vòng tròn kép)" và hiệu suất va đập "tốt (vòng tròn)"; "tốt (vòng tròn)" đối với độ bền kéo đứt "tốt (vòng tròn)" và hiệu suất va đập "tốt (vòng tròn)"; và "kém (chữ thập)" đối với độ bền kéo đứt hoặc hiệu suất va đập "kém (chữ thập)".

Các bảng 22 đến 38 trình bày các kết quả.

Bảng 22

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)- 20°C	Đánh giá đặc tính cơ học
1-1	Ví dụ thực hiện	○	⊙	565	95	○
1-2		○	⊙	600	105	○ - ⊙
1-3		○	⊙	580	105	○ - ⊙
1-4		○	⊙	640	115	○ - ⊙
1-5	Ví dụ so sánh	○	×	570	100	○ - ⊙
1-6		○	×	675	45	×

1-7		×	×	650	85	○ - ⊙
1-8		×	×	595	95	○ - ⊙

Bảng 23

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
1-9	Ví dụ thực hiện	○	⊙	600	70	○ - ⊙
1-10		○	⊙	610	60	○ - ⊙
1-11		○	⊙	610	85	⊙
1-12	Ví dụ so sánh	○	⊙	695	45	×
1-13		○	⊙	660	20	×
1-14		○	⊙	635	35	×

Bảng 24

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-60°C	Đánh giá đặc tính cơ học
1-15	Ví dụ thực hiện	○	⊙	580	110	⊙
1-16		○	⊙	640	70	○ - ⊙
1-17		○	⊙	600	100	⊙
1-18	Ví dụ so sánh	○	⊙	670	35	×
1-19		○	⊙	560	32	×
1-20		○	⊙	680	30	×

Bảng 25

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Vết nứt do lạnh	Đặc tính cơ học		
		Hiệu suất hàn	Hình dạng đường hàn		Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
1-21	Ví dụ thực hiện	○	⊙	○	830	90	⊙
1-22		○	⊙	○	890	65	○ - ⊙
1-23		○	⊙	○	780	100	○ - ⊙
1-24	Ví dụ so sánh	○	⊙	×	920	25	×
1-25		○	⊙	○	810	40	×
1-26		○	⊙	○	900	45	×

Bảng 26

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-20°C	Đánh giá đặc tính cơ học
7-1	Ví dụ thực hiện	○	○	550	95	○
7-2		○	⊙	590	105	○ - ⊙
7-3		○	⊙	570	105	○ - ⊙
7-4		○	○	610	100	○ - ⊙
7-5	Ví dụ so sánh	○	×	600	45	×
7-6		○	×	487	75	×
7-7		×	×	645	105	○ - ⊙
7-8		×	×	485	90	×

Bảng 27

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
7-9	Ví dụ thực hiện	○	⊙	605	85	⊙
7-10		○	○	560	60	○
7-11		○	⊙	645	50	○ - ⊙
7-12	Ví dụ so sánh	○	⊙	700	25	×
7-13		○	⊙	705	10	×
7-14		○	⊙	640	35	×

Bảng 28

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-60°C	Đánh giá đặc tính cơ học
7-15	Ví dụ thực hiện	○	⊙	620	65	○ - ⊙
7-16		○	⊙	570	110	⊙
7-17		○	⊙	600	95	⊙
7-18	Ví dụ so sánh	○	⊙	560	33	×
7-19		○	⊙	550	40	×
7-20		○	⊙	660	35	×

Bảng 29

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Vết nứt do lạnh	Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn		Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
7-21	Ví dụ thực hiện	○	⊙	○	860	65	○ - ⊙
7-22		○	⊙	○	785	80	○ - ⊙

7-23		○	⊙	○	803	70	○ - ⊙
7-24	Ví dụ so sánh	○	⊙	○	850	42	×
7-25		○	⊙	×	870	40	×
7-26		○	⊙	×	930	24	×

Bảng 30

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-20°C	Đánh giá đặc tính cơ học
9-1	Ví dụ thực hiện	○	○	550	95	○
9-2		○	⊙	610	100	○ - ⊙
9-3		○	⊙	635	115	○ - ⊙
9-4		○	○	625	85	○ - ⊙
9-5	Ví dụ so sánh	×	×	595	110	○ - ⊙
9-6		○	×	590	105	○ - ⊙
9-7		×	×	640	100	○ - ⊙
9-8		×	×	600	105	○ - ⊙

Bảng 31

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
9-9	Ví dụ thực hiện	○	⊙	610	95	⊙
9-10		○	○	580	80	⊙
9-11		○	⊙	650	60	○ - ⊙
9-12	Ví dụ so sánh	○	⊙	695	20	×
9-13		○	○	700	20	×
9-14		○	○	660	37	×

Bảng 32

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-60°C	Đánh giá đặc tính cơ học
9-15	Ví dụ thực hiện	○	⊙	640	76	○ - ⊙
9-16		○	⊙	540	95	⊙
9-17		○	⊙	575	110	⊙
9-18	Ví dụ so sánh	○	⊙	600	37	×
9-19		○	⊙	660	30	×
9-20		○	⊙	650	35	×

Bảng 33

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Vết nứt do lạnh	Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn		Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
9-21	Ví dụ thực hiện	○	⊙	○	850	95	⊙
9-22		○	⊙	○	790	70	○
9-23		○	⊙	○	860	80	⊙
9-24	Ví dụ so sánh	○	○	×	900	38	×
9-25		○	⊙	○	650	80	×
9-26		○	⊙	○	850	40	×

Bảng 34

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-20°C	Đánh giá đặc tính cơ học
10-1	Ví dụ thực hiện	○	⊙	545	85	○
10-2		○	⊙	610	110	○ - ⊙
10-3		○	⊙	635	105	○ - ⊙
10-4		○	○	650	115	○ - ⊙
10-5	Ví dụ so sánh	○	×	625	115	○ - ⊙
10-6		○	○	610	45	×
10-7		×	×	635	80	○ - ⊙
10-8		×	×	620	100	○ - ⊙

Bảng 35

Tương ứng với phương án thứ hai (nhiệt độ thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
10-9	Ví dụ thực hiện	○	○	630	90	⊙
10-10		○	⊙	540	75	○
10-11		○	○	600	65	○ - ⊙
10-12	Ví dụ so sánh	○	⊙	550	45	×
10-13		○	⊙	695	25	×
10-14		○	⊙	665	25	×

Bảng 36

Tương ứng với phương án thứ ba (nhiệt độ rất thấp)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-60°C	Đánh giá đặc tính cơ học
10-15	Ví dụ thực hiện	○	⊙	590	105	⊙
10-16		○	⊙	555	100	⊙
10-17		○	⊙	540	88	⊙
10-18	Ví dụ so sánh	○	⊙	660	40	×
10-19		○	⊙	630	45	×
10-20		○	⊙	650	41	×

Bảng 37

Tương ứng với phương án thứ tư (HT)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Vết nứt do lạnh	Đặc tính cơ học		
		Hơi, thổi độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn		Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)-40°C	Đánh giá đặc tính cơ học
10-21	Ví dụ thực hiện	○	○	○	800	95	⊙
10-22		○	⊙	○	780	100	○ - ⊙
10-23		○	⊙	○	840	95	⊙
10-24	Ví dụ so sánh	○	⊙	○	670	100	×
10-25		○	⊙	×	920	35	×
10-26		○	⊙	○	860	40	×

Bảng 38

Tương ứng với phương án thứ nhất (FCW thép ít cacbon) (Tương ứng với Ví dụ so sánh 14 của nguyên liệu thô của titan oxit)

Mẫu số		Hiệu suất hàn		Đặc tính cơ học		
		Hơi, thời độ ổn định hồ quang	Hình dạng đường hàn	Độ bền kéo đứt (MPa)	Trị số va đập (J)	Đánh giá đặc tính cơ học
14-1	Ví dụ so sánh	○	×	580	90	○ - ⊙

Các bảng 22 đến 38 cho thấy rằng các mẫu số 1-1 đến 1-4, các mẫu số 1-9 đến 1-11, các mẫu số 1-15 đến 1-17, các mẫu số 1-21 đến 1-23, các mẫu số 7-1 đến 7-4, các mẫu số 7-9 đến 7-11, các mẫu số 7-15 đến 7-17, các mẫu số 7-21 đến 7-23, các mẫu số 9-1 đến 9-4, các mẫu số 9-9 đến 9-11, các mẫu số 9-15 đến 9-17, các mẫu số 9-21 đến 9-23, các mẫu số 10-1 đến 10-4, các mẫu số 10-9 đến 10-11, các mẫu số 10-15 đến 10-17, và các mẫu số 10-21 đến 10-23, nằm trong phạm vi của sáng chế, có các kết quả đạt yêu cầu trong mỗi đánh giá.

Mẫu số 1-5, có sự thiếu hụt trong nguyên liệu thô titan oxit, có hình dạng đường hàn kém. Số 1-6, chứa một lượng lớn nguyên liệu thô titan oxit, có đường hàn giống như vậy và hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng Mn cao dẫn đến độ bền cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 1-7, có hàm lượng C cao, có lực hồ quang lớn và hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng "Met.Al + Mg" cao mang lại sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Số 1-8, có hàm lượng Met.Si thấp, có hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng F cao dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo khói, và hàm lượng "Na + K" cao dẫn đến sự suy giảm độ kháng hút ẩm. Số 1-12, có hàm lượng B rất cao, có độ bền cao và độ bền thấp. Số 1-13, có các hàm lượng B và Ni thấp, có ít tác dụng của B và Ni và độ bền kéo đứt thấp. Số 1-14, có hàm lượng Nb cao, có độ bền kéo đứt thấp.

Số 1-18, có hàm lượng Ti cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 1-19, có hàm lượng Ni thấp, có ít ảnh hưởng của Ni và độ bền kéo đứt thấp. Số 1-20, có hàm lượng Nb cao, có độ bền kéo đứt thấp. Số 1-24, có hàm lượng Mo cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 1-24 cũng có vết nứt do lạnh. Số 1-25, có hàm lượng Ni thấp, có ít ảnh hưởng của Ni và độ bền kéo đứt thấp. Số 1-26, có hàm lượng Nb cao, có độ bền kéo đứt thấp.

Số 7-5, có sự thiếu hụt trong nguyên liệu thô titan oxit, có hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng "Met.Al + Mg" thấp dẫn đến độ bền thấp. Số 7-6, chứa một lượng lớn nguyên liệu thô titan oxit, có đường hàn giống như vậy và hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng Mn thấp dẫn đến độ bền thấp. Số 7-7, có hàm lượng C cao, có lực hồ quang lớn và hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng "Met.Al + Mg" cao dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Số 7-8, có hàm lượng C thấp, có độ bền thấp. Ngoài ra, sự thiếu hụt tổng hàm lượng Si và hàm lượng Met.Si dẫn đến hình dạng đường hàn kém. Hàm lượng Na + K thấp dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Số 7-12, có hàm lượng Ni cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-13, có hàm lượng Cr cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-14, có hàm lượng V cao, có độ bền kéo đứt thấp.

Số 7-18, có hàm lượng B thấp, có ít ảnh hưởng của B và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-19, có hàm lượng Ni thấp, có ít ảnh hưởng của Ni và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-20, có hàm lượng Cr cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-24, có hàm lượng V cao, có độ bền kéo đứt thấp. Số 7-25, có hàm lượng Ni cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-26, có hàm lượng Mo cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 7-26 cũng có vết nứt do lạnh.

Số 9-5, có sự thiếu hụt trong nguyên liệu thô titan oxit, có hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, tỷ lệ chất trợ dung thấp hơn 10% theo khối lượng dẫn đến độ ổn định hồ quang kém và sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Số 9-6, chứa một lượng lớn nguyên liệu thô titan oxit, có đường hàn giống như vậy và hình dạng đường hàn kém. Số 9-7, có hàm lượng C cao, có hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng F cao

dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo khối, và hàm lượng "Na + K" cao dẫn đến sự suy giảm của độ kháng hút ẩm. Số 9-8, có sự thiếu hụt tổng hàm lượng Si, có độ sệt thấp và hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng "Met.Al + Mg" cao dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Số 9-12, có hàm lượng Ni cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 9-13, có các hàm lượng B và Cr cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 9-14, có hàm lượng V cao, có độ bền kéo đứt thấp.

Số 9-18, có hàm lượng Ti thấp, có ít ảnh hưởng của Ti và độ bền kéo đứt thấp. Số 9-19, có hàm lượng B cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 9-20, có hàm lượng Ni cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 9-24, có hàm lượng Ni cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 9-24 cũng có vết nứt do lạnh. Số 9-25, có hàm lượng Mo thấp, có ít ảnh hưởng của Mo và độ bền thấp. Số 9-26, có hàm lượng Ni thấp, có ít ảnh hưởng của Ni và độ bền kéo đứt thấp.

Số 10-5, có sự thiếu hụt trong nguyên liệu thô titan oxit, có hình dạng đường hàn kém. Số 10-6, có tổng hàm lượng Si cao, có độ bền kéo đứt thấp. Số 10-6 cũng có vết nứt do nóng. Số 10-7, có hàm lượng C cao, có hình dạng đường hàn kém.

Ngoài ra, hàm lượng "Met.Al + Mg" cao dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo tia lửa. Số 10-8, có sự thiếu hụt trong hàm lượng Met.Si, có hình dạng đường hàn kém. Ngoài ra, hàm lượng F cao dẫn đến sự gia tăng trong tốc độ tạo khối, và hàm lượng "Na + K" cao dẫn đến sự suy giảm của độ kháng hút ẩm. Số 10-12, có các hàm lượng B và Ni thấp, có ít ảnh hưởng của B và Ni và độ bền kéo đứt thấp. Số 10-13, có hàm lượng Ni cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 10-14, có hàm lượng Nb cao, có độ bền kéo đứt thấp.

Số 10-18, có hàm lượng B cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 10-19, có hàm lượng Ti cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 10-20, có hàm lượng V cao, có độ bền kéo đứt thấp. Số 10-24, có hàm lượng Mo thấp, có ít ảnh hưởng của Mo và độ bền thấp. Số 10-25, có hàm lượng Mo cao, có độ bền rất cao và độ bền kéo đứt thấp. Số 10-25 cũng có vết nứt do lạnh. Số 10-26, có hàm lượng V cao,

có độ bền kéo đứt thấp. Số 14-1, có "Si + Al" trên các bề mặt của các hạt nguyên liệu thô titan oxit trên giới hạn trên, có hình dạng đường hàn kém.

Mặc dù sáng chế được mô tả chi tiết theo các phương án và các ví dụ, bản chất của sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án và các ví dụ này. Phạm vi các quyền của sáng chế nên được giải thích một cách rộng rãi dựa trên các yêu cầu bảo hộ đi kèm. Nội dung của sáng chế có thể được cải biến hoặc thay đổi dựa trên phần mô tả.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ, bao gồm:

trên cơ sở tổng khối lượng của dây,

nguyên liệu thô titan oxit dạng hạt với lượng nằm trong khoảng 5,0% đến 9,0% theo khối lượng;

C với lượng nằm trong khoảng 0,02% đến 0,11% theo khối lượng;

tổng đương lượng Si của Si kim loại và đương lượng Si của Si oxit với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 1,2% theo khối lượng;

đương lượng Si của Si kim loại với lượng bằng hoặc cao hơn 0,2% theo khối lượng;

Mn với lượng nằm trong khoảng 1,0% đến 3,0% theo khối lượng;

tổng đương lượng Al của Al kim loại và Mg với lượng nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng;

tổng đương lượng Na của hợp chất Na và đương lượng K của hợp chất K với lượng nằm trong khoảng 0,05% đến 1,50% theo khối lượng; và

đương lượng F của hợp chất F với lượng nằm trong khoảng 0,02% đến 0,85% theo khối lượng,

trong đó chất trợ dung chiếm 10% đến 25% theo khối lượng của tổng khối lượng của dây,

nguyên liệu thô titan oxit chứa, trên cơ sở tổng khối lượng của nguyên liệu thô titan oxit,

TiO₂ với lượng nằm trong khoảng 58,0% đến 99,0% theo khối lượng,

Si với lượng bằng hoặc thấp hơn 2,5% theo khối lượng,

Al với lượng bằng hoặc thấp hơn 3,0% theo khối lượng,

Mn với lượng bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng,

Fe với lượng bằng hoặc thấp hơn 35,0% theo khối lượng,

Mg với lượng bằng hoặc thấp hơn 5,0% theo khối lượng, và

Ca với lượng bằng hoặc thấp hơn 2,0% theo khối lượng, và

trong đó oxit chứa ít nhất một trong số các nguyên tố Al và Si, và Ti, Fe, và Mn có mặt trên bề mặt của hạt nguyên liệu thô titan oxit, và phần trăm của Al và Si trong oxit thỏa mãn $1 \leq \text{Al} + \text{Si} \leq 10$ và phần trăm của Ti, Fe, và Mn trong oxit thỏa mãn $1 < \text{Ti}/\text{Fe} + \text{Mn} \leq 100$.

2. Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo điểm 1, trong đó dây hàn này còn bao gồm:

trên cơ sở tổng khối lượng của dây,

B với lượng nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0130% theo khối lượng;

Ni với lượng nằm trong khoảng 0,1% đến 1,0% theo khối lượng;

Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng;

Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng; và

V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

3. Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo điểm 1, trong đó dây hàn này còn bao gồm:

trên cơ sở tổng khối lượng của dây,

đương lượng Ti của Ti kim loại với lượng nằm trong khoảng 0,05% đến 0,40% theo khối lượng;

B với lượng nằm trong khoảng 0,0003% đến 0,0150% theo khối lượng;

Ni với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng;

Cr với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,20% theo khối lượng;

Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng; và

V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

4. Dây hàn lõi thuốc dùng cho quy trình hàn hồ quang khí bảo vệ theo điểm 1, trong đó dây hàn này còn bao gồm:

trên cơ sở tổng khối lượng của dây,

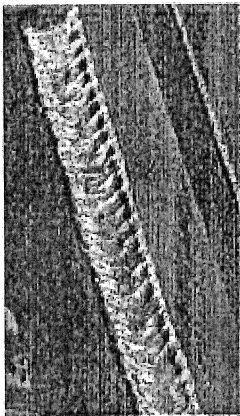
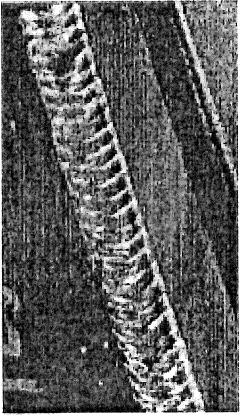
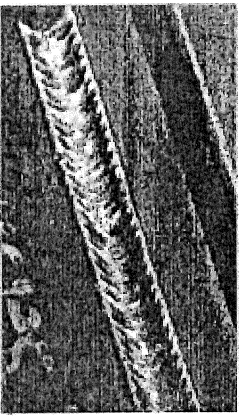
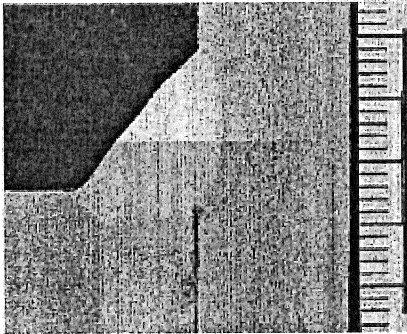
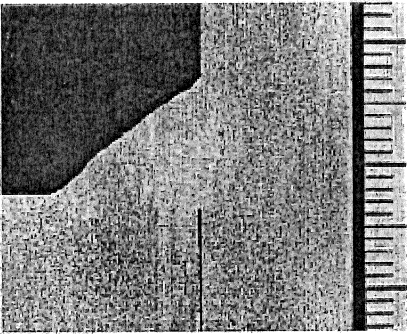
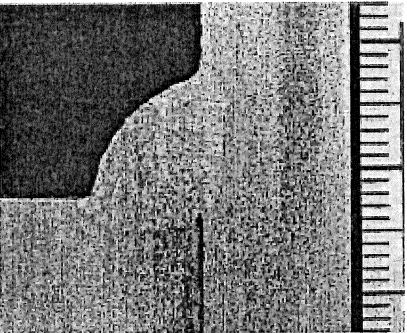
Ni với lượng nằm trong khoảng 0,3% đến 3,0% theo khối lượng;

Mo với lượng nằm trong khoảng 0,01% đến 0,50% theo khối lượng;

Nb với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng; và

V với lượng bằng hoặc thấp hơn 0,05% theo khối lượng.

FIG. 1

Đánh giá	⊙	○	×
BỀ NGOÀI BƯỜNG HÀN			
MẶT CẮT NGANG CỦA BƯỜNG HÀN			
Chất lượng hàn	GIAO DIỆN GIỮA ĐƯỜNG HÀN VÀ KIM LOẠI HÀN LÀ THẲNG	GIAO DIỆN GIỮA ĐƯỜNG HÀN VÀ KIM LOẠI HÀN GẦN NHƯ THẲNG	GIAO DIỆN GIỮA ĐƯỜNG HÀN VÀ KIM LOẠI HÀN KHÔNG THẲNG MÀ CONG