



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0048220
(51)^{2022.01} **G01N 23/2251; G01N 23/2252; G01N 23/203** (13) **B**

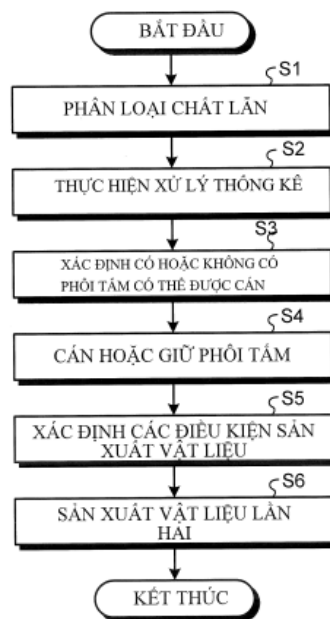
(21) 1-2023-01537 (22) 31/08/2021
(86) PCT/JP2021/031887 31/08/2021 (87) WO 2022/064973 31/03/2022
(30) 2020-159341 24/09/2020 JP
(45) 25/07/2025 448 (43) 26/06/2023 423A
(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan
(72) ISHIDA, Tomoharu (JP); HAYASHI, Toru (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ SẠCH CỦA PHÔI TẤM ĐƯỢC LÀM VẬT
LIỆU CỦA THÉP CÓ ĐỘ BỀN CHỊU MỎI CAO VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN
XUẤT THÉP CÓ ĐỘ BỀN CHỊU MỎI CAO

(21) 1-2023-01537

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo sáng chế bao gồm: bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng; và bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán. Sáng chế còn đề xuất phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao.

FIG.4



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao và phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Từ lâu, đã biết rằng kết tủa và chất lẫn (sau đây gọi chung là chất lẫn) có trong thép có các ảnh hưởng khác nhau đến đặc tính của sản phẩm thép. Vì lý do này, nhiều phương pháp đánh giá trạng thái có mặt của chất lẫn trong thép đã được đề xuất. Đặc biệt, đối với sản phẩm thép được yêu cầu có độ sạch cao để thu được độ bền chịu mỏi cao, như thép chịu lực, chất lẫn có kích cỡ hạt lớn, mà xuất hiện với tần số thấp, thường đóng vai trò là điểm bắt đầu của khuyết tật. Do đó, các phương pháp đánh giá khác nhau về độ sạch của thép đã được đề xuất. Tuy nhiên, vì thường được xem xét là kích cỡ chiếm ưu thế nhiều hơn so với loại chất lẫn là yếu tố để xác định tuổi thọ của sản phẩm thép, độ sạch này của thép đã được đánh giá từ các trị số đặc trưng dựa trên kích cỡ của chất lẫn. Cụ thể, đã sử dụng nhiều năm nay phương pháp quan sát chất lẫn bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học, xác định kích cỡ chất lẫn từ kết quả quan sát, và đánh giá độ sạch của thép bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị. Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 mô tả phương pháp dự đoán đường kính lớn nhất của chất lẫn trong thép từ kính hiển vi quang học và phương pháp thống kê giá trị cực trị. Trong khi đó, Tài liệu sáng chế 2 mô tả phương pháp chính xác hơn không chỉ để kiểm tra kích cỡ và thành phần của chất lẫn sử dụng kính hiển vi quét điện tử mà còn dự đoán tuổi thọ chịu mỏi của vật liệu thép từ đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của nồng độ Al, Ca, và Mg là 40% hoặc lớn hơn khi xem xét đến loại chất lẫn.

Danh sách đối chứng

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2006-317912 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2013-238454 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong những năm gần đây, thép có độ sạch cao có thể được sản xuất bởi nhiều cải tiến khác nhau trong quy trình sản xuất, và yêu cầu sản phẩm thép có giá trị gia tăng cao. Độ sạch của thép không thể được đánh giá một cách chính xác chỉ bằng phương pháp kính hiển vi quang học. Điều này cho thấy rằng ảnh hưởng đến tuổi thọ của sản phẩm thép thay đổi phụ thuộc vào loại chất lẫn, và kết quả là độ sạch của thép không thể được đánh giá đầy đủ chỉ bằng việc đánh giá kích cỡ của chất lẫn. Có nghĩa là, có khả năng cao là dạng hợp phần của chất lẫn và tỷ lệ thành phần giữa các nguyên tử cấu thành ảnh hưởng đến tuổi thọ của sản phẩm thép. Do đó, trong phương pháp như

được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1, đặc biệt, chất lẫn mà làm giảm tuổi thọ mỗi và chất lẫn mà không làm giảm tuổi thọ mỗi được đánh giá thống nhất, và do đó sự tương quan giữa tuổi thọ mỗi được dự đoán và tuổi thọ mỗi thực tế là kém.

Trong khi đó, trong phương pháp như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2, do các thống kê giá trị cực trị được thực hiện chỉ với chất lẫn mà có ảnh hưởng đến tuổi thọ mỗi, nên độ chính xác dự đoán của tuổi thọ mỗi được cải thiện so với trong phương pháp như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1. Tuy nhiên, trong phương pháp như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2, chất lẫn mà có thể ảnh hưởng đến tuổi thọ mỗi bị bỏ qua vì chất lẫn được đánh giá sử dụng thép ở giai đoạn thành phẩm làm mẫu, và kết quả là, sự tương quan giữa tuổi thọ mỗi được dự đoán và tuổi thọ mỗi thực tế vẫn chưa đạt yêu cầu. Cụ thể, hiện nay, ví dụ, tuổi thọ mỗi của 5×10^7 hoặc lớn hơn về tuổi thọ độ mỗi cán B10 được yêu cầu, và yêu cầu kỹ thuật đánh giá độ sạch của thép với độ chính xác cao hơn trước đó và kỹ thuật sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao.

Sáng chế đã được thực hiện để giải quyết các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao có khả năng đánh giá một cách chính xác hơn độ sạch của thép và dự đoán tuổi thọ mỗi với độ chính xác cao. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao có khả năng sản xuất thép có độ sạch cao hơn.

Giải quyết vấn đề

Phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo sáng chế bao gồm: bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng; và bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo sáng chế bao gồm: bước sản xuất vật liệu khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao; bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng; bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán; bước xác định khi xác định có hay không phôi tấm có thể được cán dựa trên việc đánh giá của độ sạch của phôi tấm thu được trong bước đánh giá; và bước cán khi cán phôi tấm được xác định là có khả năng được cán trong bước xác định này.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo sáng chế bao gồm: bước sản xuất vật liệu thứ nhất khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao; bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng; bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất

được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán; bước xác định điều kiện sản xuất vật liệu khi xác định có hay không cần thiết để thay đổi các điều kiện sản xuất ở lần tiếp theo khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao dựa trên việc đánh giá của độ sạch của phôi tấm thu được trong bước đánh giá; và bước sản xuất vật liệu thứ hai khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo các điều kiện sản xuất đã thay đổi khi được xác định trong bước xác định điều kiện sản xuất vật liệu mà các điều kiện sản xuất vật liệu cần được thay đổi ở lần tiếp theo khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Bước phân loại và phân tách có thể bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao, có khả năng đánh giá độ sạch của thép chính xác hơn và dự đoán tuổi thọ mỏi với độ chính xác cao. Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao, có khả năng sản xuất thép có độ sạch cao hơn.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig. 1 là sơ đồ giải thích thử nghiệm tuổi thọ mỏi khi cán.

Fig. 2 là hình vẽ minh họa ví dụ của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$.

Fig. 3 là hình vẽ minh họa ví dụ của chất lẫn $\text{Ca(O,S)-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$.

Fig. 4 là sơ đồ minh họa quy trình của phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo kết quả của các nghiên cứu chuyên sâu, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng có thể đánh giá chính xác hơn a độ sạch của thép là sản phẩm và dự đoán tuổi thọ mỏi với độ chính xác cao khi chất lẫn chứa trong phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao được đánh giá khi xem xét cả thành phần và kích cỡ của chất lẫn. Cụ thể, theo sáng chế, chất lẫn trong thép được phân loại và phân tách dựa trên thông tin về các thành phần của chất lẫn thu được bằng cách thu thập mảnh thử nghiệm từ phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao và phân tích các hạt chất lẫn chứa trong mảnh thử nghiệm thu thập được bằng kính hiển vi điện tử. Sau đó, độ sạch của phôi tấm được đánh giá bằng cách tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị cho mỗi loại của chất lẫn được phân loại và phân tách. Có nghĩa là, các tác giả của sáng chế đã phát hiện ra rằng khi độ sạch của thép được đánh giá cho phôi tấm dùng làm vật liệu của thép để là sản phẩm như được mô tả trên, tuổi thọ mỏi của thép để là sản phẩm sau khi được đưa vào cán hoặc tương tự có thể được dự đoán với độ chính xác cao hơn. Việc này đã đạt được bằng cách xem xét là ảnh hưởng về tuổi thọ mỏi của sản phẩm thép thay đổi phụ thuộc vào loại chất lẫn trong thép, giảm việc bỏ qua chất lẫn trong thép mà có ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ mỏi, và cải thiện độ chính xác khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán bởi phương pháp thống kê giá trị cực trị.

Hơn nữa, dựa trên việc đánh giá độ sạch mà sử dụng phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo sáng chế, xác định được có hay không phôi tấm có thể được cán, và chỉ phôi tấm được xác định là có khả năng được cán thì được cán để sản xuất thành sản phẩm. Kết quả là, do phôi tấm có độ sạch thấp không được tạo thành sản phẩm, có thể sản xuất thép có độ bền chịu mỏi ưu việt. Ngoài ra, bằng cách sử dụng phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo sáng chế, thông tin thu được có thể được phản hồi tới quy trình sản xuất, và do đó thép có độ sạch cao hơn có thể được sản xuất. Cụ thể, xác định việc cần thiết thay đổi các điều kiện sản xuất ở lần sản xuất tiếp theo dựa trên việc đánh giá độ sạch của phôi tấm được mô tả trên. Sau đó, bằng cách thực hiện bước sản xuất tiếp theo theo các điều kiện sản xuất đã xác định, phôi tấm có độ sạch cao có thể thu được, và do đó, thép có độ bền chịu mỏi ưu việt có thể được sản xuất.

Một phương pháp đo tuổi thọ mỏi của thép là thử nghiệm tuổi thọ mỏi khi cán. Như được minh họa trên Fig. 1, thử nghiệm này là thử nghiệm mà trong đó bi thép B được cán liên tục theo quỹ đạo tròn R trong khi đang nén vào thép S với tải trọng không đổi. Khi một phần của thép S mà có trong quỹ đạo tròn R bị bong ra do ảnh hưởng của chất lẫn, thép S được xác định là hết tuổi thọ. Để kiểm tra chất lẫn nào kiểm soát tuổi thọ của thép, các tác giả sáng chế đã làm gián đoạn thử nghiệm tuổi thọ mỏi khi cán ở giai đoạn giữa, và kiểm tra chi tiết trạng thái của chất lẫn có trong vùng được xem xét là giai đoạn đầu khi phá vỡ độ mỏi của thép S theo quỹ đạo tròn R trước khi bong ra. Kết quả là, đã xác nhận được rằng tỷ lệ của sự có mặt của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ và TiN được minh họa trên Fig. 2, mà được mở rộng và phá vỡ theo hướng cán ở

thời gian sản xuất sản phẩm, ngay dưới sự bong ra là cao. Hơn nữa, đã xác nhận được rằng số lượng lớn vết nứt do mỏi được tạo ra từ các khoảng trống giữa chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ hoặc chất lẫn hợp phần của $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và TiN được mô tả sau. Chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và chất lẫn hợp phần của $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và TiN thì cứng, các khoảng trống có thể được tạo ra xung quanh các chất lẫn này do sự khác nhau về khả năng biến dạng của thép, và được cho rằng là các vết nứt ban đầu được tạo ra dễ dàng. Ngoài ra, khi các phần đã bong ra được đánh bóng thêm theo hướng chiều dày của mảnh thử nghiệm và quan sát được chất lẫn có ở dưới phần đã bong ra, quan sát được chất lẫn $\text{Ca(O,S)-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ dạng hạt như được minh họa trên Fig. 3 và chất lẫn TiN .

Được xem xét là các chất lẫn này được tạo ra như sau. Trước tiên, nguồn gốc của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ được cho là chất lẫn trong thép nóng chảy trong gàu rót (xi + sản phẩm được khử axit) + sản phẩm được khử axit thứ cấp trong thùng trung gian (sản phẩm tái oxi hóa: $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$) từ thành phần của nó. Ngoài ra, kích cỡ của chất lẫn ở giai đoạn phôi tấm lớn được xem xét là khoảng vài chục μm dựa trên tỷ lệ cán thu được bằng cách so sánh phôi tấm với sản phẩm sau khi cán. Ngoài ra, khi kiểm tra sự liên quan giữa chiều dài được mở rộng và thành phần của chất lẫn, thì chiều dài được mở rộng có xu hướng là được làm ngắn lại khi chất lẫn có nồng độ MgO thấp. Do đó, ở giai đoạn tạo thép, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ được tạo ra bởi quá trình tái oxi hóa (sản phẩm khử oxi thứ cấp) được kết tụ vào chất lẫn xỉ bazơ (chất lẫn chứa CaO), và sản phẩm thu được được mở rộng trong quá trình cán. Ở thời điểm này, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ được phân tán theo hướng cán trong khi được tách khỏi chất lẫn chứa CaO . Vì lý do này, được cho rằng chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)}$ bazơ mà được mở rộng không đúng cách sẽ trở thành chất lẫn mà được mở rộng và phá vỡ theo hướng cán. Được xem xét là chất lẫn TiN thu được bởi quá trình kết tinh khi tích số nồng độ của Ti và N vượt quá giới hạn hòa tan chất rắn bởi sự phân tách và tập trung của Ti và N trong thép nóng chảy trong quá trình hóa rắn. TiN có thể được kết tinh duy nhất, nhưng khi chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ có trong phần phân tách đóng rắn, TiN có thể được kết tinh sử dụng chất lẫn này làm nhân, và khi đó, cũng có thể tạo ra chất lẫn dạng phức của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ chất lẫn và chất lẫn TiN .

Nếu được xem xét là chất lẫn mà có thể đóng vai trò là điểm bắt đầu bong ra trong thử nghiệm độ mỏi được tạo ra như được mô tả trên, chất lẫn mà gây ra vấn đề đã có ở giai đoạn của phôi tấm, và nên được tìm thấy bằng cách quan sát phôi tấm. Ngoài ra, được xem xét là đường kính chất lẫn tương đối lớn do chất lẫn không được mở rộng hoặc phá vỡ bởi quá trình cán ở giai đoạn của phôi tấm. Khi mẫu sản phẩm sau khi cán được quan sát thực tế, do chất lẫn được mở rộng và phá vỡ bởi quá trình cán, một phần của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ hoặc chất lẫn hợp phần của $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và TiN có thể được làm tràn ra ở giai đoạn khi đánh bóng mảnh thử nghiệm, và chất lẫn thực tế không thể được đo chính xác trong một số trường hợp (như trong ví dụ được minh họa trên sơ đồ dưới của Fig. 2, có các vị trí mà chất lẫn được nhỏ giọt). Trong khi đó, khi chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và chất lẫn dạng phức là $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và TiN được quan sát trong mẫu phôi tấm, các chất lẫn này thường được kết hợp vào CaO . Việc này là do $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ và CaO có tính thấm ướt tốt, và do đó ít có khả năng tràn ra ở giai đoạn đánh bóng (không có vị

trí mà chất lẫn được nhỏ giọt không giống như ví dụ được minh họa trên Fig. 3). Do đó, khi chất lẫn được quan sát và được phân tích ở giai đoạn của phôi tấm, chất lẫn mà gây ra vấn đề có thể được tìm thấy một cách dễ dàng hơn và có xác suất cao, và độ sạch có thể được đánh giá một cách chính xác. Kết quả là, sự liên quan giữa độ sạch của thép và tuổi thọ mỏi của sản phẩm cũng được cải thiện, và do đó tuổi thọ mỏi có thể được dự đoán với độ chính xác cao hơn.

[Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao]

Sau đây, phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả có viện dẫn đến Fig. 4.

Fig. 4 là sơ đồ minh họa quy trình của phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế. Theo phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế, độ sạch của mảnh thử nghiệm được thu thập từ phôi tấm mà là vật liệu của thép thành phẩm mà độ bền chịu mỏi cần được dự đoán được đánh giá. Ví dụ, khi phôi tấm lớn thu được bằng cách thực hiện đúc liên tục với máy đúc liên tục thổi đúc và cắt sản phẩm đúc ở chiều dài không đổi, thường tốt hơn là thu thập mảnh thử nghiệm từ phôi lớn trong khuôn đúc phần tĩnh ở tốc độ đúc không đổi loại trừ ngay sau khi bắt đầu và ngay trước khi kết thúc quá trình đúc liên tục. Việc này là do phôi tấm lớn ngay sau khi bắt đầu hoặc ngay trước khi kết thúc quá trình đúc liên tục có thể chứa chất lẫn được tạo ra không đều, do đó không được áp dụng đối với sản phẩm trong một số trường hợp, và có thể không thích hợp làm dữ liệu để dự đoán tuổi thọ mỏi của thép thành phẩm.

Lưu ý là việc này không áp dụng đối với trường hợp khi xem xét có hoặc không các phần này có thể được áp dụng đối với sản phẩm. Ngoài ra, từ phôi tấm lớn trong phần tĩnh, mảnh thử nghiệm có thể thu được bằng cách cắt phần đầu dẫn hoặc phần đuôi của phôi tấm lớn theo hướng đúc của chúng với độ dày theo hướng vuông góc với hướng đúc của phôi tấm lớn (chiều dài theo hướng đúc). Lý do mà tại sao mảnh thử nghiệm thu thập được từ phần đầu dẫn hoặc phần đuôi của phôi tấm lớn theo hướng đúc của nó đó là, trong trường hợp của phôi tấm lớn trong phần tĩnh, sự phân bố của chất lẫn theo hướng đúc không lớn đến mức ảnh hưởng đến việc dự đoán tuổi thọ mỏi của thép thành phẩm. Tất nhiên, khi mảnh thử nghiệm thu thập được từ phần đầu dẫn hoặc phần đuôi của phôi tấm lớn theo hướng đúc của nó, cũng có ưu điểm là mảnh thử nghiệm được thu thập dễ dàng và chiều dài của phôi tấm lớn cần được cán có thể được tăng lên.

Phôi tấm lớn được cắt theo hướng vuông góc với hướng đúc của nó, và sau đó còn được cắt để thu được mảnh thử nghiệm để được đưa vào kiểm tra chất lẫn. Mảnh thử nghiệm được đưa vào kiểm tra chất lẫn tốt hơn là được thu thập để bao gồm vị trí bên dưới bề mặt phía trên của phôi tấm lớn (phía trước của khuôn ở thời điểm đúc) với chiều dài bằng 1/4 chiều dày của phôi tấm (chiều sâu của khuôn ở thời điểm đúc) (được gọi là 1/4 vị trí chiều dày) với phần mặt cắt ngang (phần mặt cắt ngang C) là bề mặt quan sát. Việc này là do chất lẫn có thể tích lũy ở vị trí bên trên trong máy đúc liên tục, đặc biệt là máy đúc liên tục dạng tròn, và do đó chất lẫn mà gây ra vấn đề có thể được tìm thấy dễ dàng hơn và với xác suất cao. Ngoài ra, mảnh thử nghiệm tốt hơn là được thu thập để bao gồm vị trí ở phía phần trung tâm theo hướng chiều rộng với chiều dài

bằng 1/4 chiều rộng của phôi tấm (chiều rộng của khuôn ở thời điểm đúc) từ bề mặt bên của phôi tấm lớn. Khi phần gần với phần đầu theo hướng chiều rộng được thu thập, chất lẫn mà gây ra vấn đề không bao gồm một số trường hợp hoặc chất lẫn ở dạng khác có thể bao gồm với lượng lớn do ảnh hưởng từ khuôn. Phần trung tâm theo hướng chiều rộng có ít ảnh hưởng hơn là phần đầu theo hướng chiều rộng, nhưng khi sự phân tách trung tâm là đáng kể, thì ảnh hưởng của phần trung tâm có thể ảnh hưởng đến dạng của chất lẫn.

Mảnh thử nghiệm tốt hơn là được thu thập từ ít nhất một mảnh (tấm) của phôi tấm có tốc độ đúc ổn định trong quá trình đúc của một lần nạp (một gàu thép nóng chảy). Kích cỡ của mảnh thử nghiệm được thu thập càng lớn, thì bề mặt quan sát càng rộng và thông tin về chất lẫn có thể thu được càng nhiều. Do đó, tổng vùng đo tốt hơn là ít nhất khoảng 3.000 mm² hoặc lớn hơn. Ví dụ, ba mươi mẫu quan sát mỗi mẫu có kích cỡ là 10 mm × 10 mm được thu thập vị trí nêu trên, được nhúng vào vật liệu nhúng, và được đánh bóng gương để thu được các mẫu làm vật liệu thử nghiệm. Kết quả là, đánh giá diện tích của 3.000 mm² theo tổng số. Các mẫu này được thiết lập trong kính hiển vi quét điện tử và được quan sát và phân tích. Trong khi đó, khi thiết bị có khả năng đánh giá một cách tự động chất lẫn ở vị trí bất kỳ được sử dụng, vùng đo là 3.000 mm² có thể được đảm bảo với một mẫu. Ví dụ, đánh giá giống nhau cũng có thể được thực hiện bằng cách tạo ra mẫu có kích cỡ khoảng 60 mm × 60 mm và thay đổi liên tục vị trí bằng cách thiết lập phạm vi đo trên mỗi lần đo là 10 mm × 10 mm để thực hiện quan sát và phân tích ở ba mươi vị trí khác nhau. Lưu ý là, khi xem xét đến tác động mà chất lẫn không có mặt đồng đều trong phôi tấm, tốt hơn là để tạo ra và đo các mẫu mà mỗi mẫu có kích cỡ khoảng từ 10 đến 30 mm theo hướng chiều dày và khoảng 100 mm theo hướng chiều rộng sao cho tổng vùng đo có diện tích là 3.000 mm² hoặc lớn hơn gần vùng tập trung chất lẫn (ví dụ, 1/4 vị trí chiều dày) theo chiều dày của phôi tấm.

Như được minh họa trên Fig. 4, trong phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế, trước tiên, chất lẫn trong thép được phân loại và phân tách dựa trên dạng hợp phần, thông tin thành phần, và tương tự cho mảnh thử nghiệm đã thu thập như được mô tả trên (bước S1). Quy trình theo bước S1 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng, ví dụ, kính hiển vi quét điện tử (SEM-scanning electron microscope). SEM là một trong các thiết bị được sử dụng thông thường nhất cho quan sát/phân tích của kết cấu thép và kết tủa/chất lẫn, và thông tin như kích cỡ, hình dạng, và thành phần của chất lẫn trong thép có thể thu được ở thời gian từ hình ảnh điện tử (hình ảnh điện tử phản chiếu, hình ảnh điện tử thứ cấp, hoặc tương tự) thu được bằng cách bức xạ thép với chùm điện tử và thông tin về tia X đặc trưng.

Trong SEM trước đây, có nhược điểm là mất thời gian phân tích dài để thu được độ chính xác thống kê từ việc cần tìm kiếm thủ công và phân tích mỗi hạt. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, việc cải thiện thiết bị đã được tiến triển, và máy phân tích tự động có khả năng phân tích tự động chất lẫn được đưa ra thị trường. Ví dụ, trong phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế, trường thị giác được chiếu xạ bằng chùm điện tử trong bước được xác định trước, thực hiện bước quét, và ghi nhận độ sáng của hình ảnh điện tử được phản chiếu ở mỗi điểm quét. Khi độ sáng

được ghi nhận bằng hoặc lớn hơn ngưỡng mà chỉ ra là có chất lẫn, thì bắt đầu việc đo kích cỡ của chất lẫn, sau đó, chất lẫn được tiếp tục đưa vào phân tích nguyên tố từ thông tin về tia X đặc trưng, và thực hiện việc phân loại và phân tách chất lẫn với giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng.

Bằng cách sử dụng máy phân tích tự động, có thể thực hiện phân tích tự động qua đêm theo cách không có người, và có thể thu thập thông tin về số lượng hạt đủ để thu được độ chính xác thống kê trong thời gian tương đối ngắn. Ngoài ra, dễ dàng để phân loại và phân tách chất lẫn trong thép theo kích cỡ và thành phần nguyên tố dựa trên thông tin thu được. Trong nhiều thiết bị, chất lẫn trong thép có thể được phân loại và phân tách tự động bởi ngưỡng được thiết lập trước hoặc tương tự, và do đó, nếu phương pháp xử lý được xác định theo loại của thép, thì hầu hết các thao tác có thể được thực hiện mà không cần thao tác thủ công, và do đó không tạo ra sự khác nhau giữa các cá nhân.

Lưu ý là, trong quá trình xử lý của bước S1, tốt hơn là để phân loại và phân tách chất lẫn như sau. Có nghĩa là, chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn tốt hơn là được phân loại và phân tách. Như được mô tả trên, được xem xét là chất lẫn mà đóng vai trò là điểm bắt đầu khi bong ra trong thử nghiệm mỏi được tạo ra bằng việc kết tụ của $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ được tạo ra bằng cách tái oxi hóa thành chất lẫn xỉ bazơ (chất lẫn chứa CaO) ở giai đoạn tạo thép hoặc bằng sự kết tinh TiN từ sản phẩm được kết tụ và do đó tạo ra chất lẫn hợp phần, và chất lẫn chứa Al, Ca, Mg, và Ti là các nguyên tố thành phần. Lý do cho điều này là như sau. Có nghĩa là, cụ thể, do việc kiểm tra sự tương quan giữa kích cỡ của chất lẫn trong thép đối với mỗi thành phần và đặc tính tuổi thọ dựa trên sự quan sát của phôi tấm và mảnh thử nghiệm sau khi thực hiện thử nghiệm mỏi bởi các tác giả sáng chế, khi tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng nằm trong khoảng từ 40 đến 75% theo trọng lượng là nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe, các đặc tính tuổi thọ của sản phẩm có xu hướng thấp.

Ngoài ra, trong quy trình của bước S1, tốt hơn là phân loại và phân tách chất lẫn như sau. Có nghĩa là, tốt hơn nữa là phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe. Việc này là do phạm vi thành phần này là thành phần của chất lẫn mà trong đó lượng lớn của $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ mịn chứa trong CaO được minh họa trên Fig. 3. Khi chất lẫn được minh họa trên Fig. 3 được cán, chất lẫn mở rộng như được minh họa trên Fig. 2. CaO tương đối mềm và do đó mở rộng bằng cách cán. Tuy nhiên, các hạt $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ thì cứng, nên mỗi hạt trong số các hạt di chuyển bằng cách cán, và do đó tạo ra khoảng trống giữa các hạt $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ như được minh họa trên Fig. 2. Khoảng trống này có thể đóng vai trò là điểm bắt đầu của vết nứt mỏi, và làm giảm đáng kể tuổi thọ mỏi.

Thành phần của chất lẫn như vậy mà ảnh hưởng bất lợi đáng kể tới độ bền chịu mỗi trong phạm vi là 3% theo khối lượng $\leq \text{MgO} \leq 25\%$ theo khối lượng, từ 35% theo khối lượng $\leq \text{Ca(O,S)} \leq 70\%$ theo khối lượng, và 20% theo khối lượng $\leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 55\%$ theo khối lượng. Khi thành phần nằm ngoài phạm vi này, ảnh hưởng bất lợi về độ bền chịu mỗi được giảm bớt đến mức giống như chất lẫn thông thường. Lưu ý là 3% theo khối lượng $\leq \text{MgO} \leq 25\%$ theo khối lượng tương ứng với 3% theo khối lượng $\leq \text{Mg} \leq 25\%$ theo khối lượng tính theo Mg, từ 35% theo khối lượng $\leq \text{Ca(O,S)} \leq 70\%$ theo khối lượng tương ứng với 40% theo khối lượng $\leq \text{Ca} \leq 75\%$ theo khối lượng tính theo Ca, và 20% theo khối lượng $\leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 55\%$ theo khối lượng tương ứng với 15% theo khối lượng $\leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 50\%$ theo khối lượng tính theo Al. TiN có thể được kết tinh bằng cách sử dụng chất lẫn có thành phần nêu trên là nhân để tạo ra chất lẫn hợp phần, và do đó Ti có thể chứa với lượng từ 0 đến 10% theo khối lượng.

Lưu ý là chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti có thể được phân loại và phân tách ngoài chất lẫn nằm trong khoảng thành phần nêu trên. Chỉ chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti có thể được phân loại và phân tách. Như được mô tả trên, TiN có thể được kết tinh bằng cách sử dụng $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ làm nhân để tạo ra chất lẫn hợp phần, nhưng chỉ một phần của TiN trong chất lẫn hợp phần có thể được lộ ra trên bề mặt quan sát (ví dụ, khi mảnh thử nghiệm được đánh bóng thêm, một phần của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ xuất hiện). Khi TiN nguyên chất được đo một cách lý tưởng, thì nồng độ Ti là 77% theo khối lượng. Do đó, chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti có thể được xác định là TiN khi xem xét đến độ chính xác của phép đo.

Trong quy trình của bước S1, chất lẫn có thể được phân loại và phân tách như sau. Có nghĩa là, vẫn tốt hơn nữa là phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti, và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe. Ở đây, đã được mô tả là khi chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ và chất lẫn hợp phần của chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(O,S)-MnS}$ và chất lẫn TiN được phân loại và phân tách, sự tương quan giữa độ sạch của thép và tuổi thọ mỗi của sản phẩm cũng được cải thiện. Lưu ý là chất gần với chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ bazơ đơn (chế phẩm spinen) cũng được quan sát thực tế. Khi có nhóm chất lẫn $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ bazơ trong phôi tấm, thì mỗi hạt trong số các hạt chất lẫn di chuyển bằng cách cán, và tạo ra khoảng trống giữa các hạt chất lẫn. Khoảng trống này có thể đóng vai trò là điểm bắt đầu của vết nứt mỗi, và làm giảm đáng kể tuổi thọ mỗi.

Trong phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỗi cao theo phương án của sáng chế, tiếp theo, thực hiện quy trình thống kê trên chất lẫn trong thép được phân loại và phân tách như được mô tả trên (bước S2). Mặc dù quy trình thống kê thích hợp thay đổi phụ thuộc vào vật liệu thép, nhưng độ chính xác của việc đánh giá độ sạch được cải thiện bằng cách thực hiện quy trình thống kê thích hợp phụ thuộc vào các đặc tính vật liệu. Đối với thép mà yêu cầu độ bền chịu mỗi cao như mục đích của sáng chế, như thép chịu lực, ảnh hưởng của chất lẫn lớn trong thép có ảnh hưởng đáng kể đến tuổi thọ mỗi,

và ảnh hưởng của chất lẫn nhỏ trong thép có ảnh hưởng nhỏ đến tuổi thọ mỗi ngay cả khi số lượng chất lẫn nhỏ trong thép là lớn. Để dự đoán các đặc tính như vậy, các phương thức để đánh giá độ sạch của thép bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị là hữu hiệu. Lưu ý là, để cải thiện hơn nữa độ chính xác thống kê, cũng quan trọng là thực hiện thao tác trước khi thực hiện phân tích, như cách chọn mẫu hoặc mở rộng vùng cần kiểm tra. Theo sáng chế, bằng cách sử dụng phôi tấm làm mẫu, có thể tìm thấy chất lẫn mà gây ra vấn đề một cách dễ dàng hơn và có xác suất cao, và do đó độ chính xác thống kê được cải thiện.

Lưu ý là các thống kê trị số cực trị chỉ cần được thực hiện bằng phương pháp đã cố định. Đối với dữ liệu ở thời gian này, ví dụ, trong trường hợp được mô tả trên của ba mươi mẫu, một chất lẫn có kích cỡ lớn nhất được chọn từ mỗi mẫu trong số các mẫu này, và các thống kê trị số cực trị có thể được thực hiện với tổng số ba mươi chất lẫn. Ví dụ, khi tám mẫu mà mỗi mẫu có kích cỡ là $20\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ được tạo ra, một mẫu được chia thành bốn phần, và một chất lẫn có kích cỡ lớn nhất được chọn từ mỗi phần này. Khi khoảng thành phần của chất lẫn được giới hạn, chất lẫn có kích cỡ lớn nhất trong số các chất lẫn mà nằm trong khoảng thành phần chỉ cần được chọn từ mỗi phần trong số các phần này. Do tổng số thu được ba mươi hai mảnh của dữ liệu chất lẫn, nên các mảnh của dữ liệu chất lẫn chỉ cần được sử dụng là dữ liệu dùng cho các thống kê trị số cực trị. Phương pháp xác định kích cỡ của chất lẫn chỉ cần được xác định thích hợp. Tuy nhiên, ví dụ, đường kính hình tròn tương đương được xác định từ diện tích của chất lẫn, và có thể sử dụng đường kính hình tròn tương đương để thể hiện kích cỡ của chất lẫn.

Tất nhiên, khi đường kính lớn nhất được dự đoán của toàn bộ loại chất lẫn bao gồm các loại chất lẫn ngoài khoảng nêu trên bằng hoặc lớn hơn, ví dụ, $25\text{ }\mu\text{m}$, tuổi thọ mỗi cao không thể đạt được một cách ổn định. Tuy nhiên, ngay cả trong trường hợp thép có độ sạch cao có đường kính lớn nhất được dự đoán nhỏ hơn $25\text{ }\mu\text{m}$, khi có chất lẫn mà giảm cực độ tuổi thọ mỗi, do đó ảnh hưởng là đáng kể. Do đó, được xem xét là có thể thực hiện dự đoán chính xác hơn bằng cách thực hiện các thống kê trị số cực trị chỉ đối với chất lẫn này. Do đó, phương pháp theo sáng chế hữu hiệu hơn đối với vật liệu thép mà trong đó các đường kính lớn nhất được dự đoán của toàn bộ loại chất lẫn nhỏ hơn $25\text{ }\mu\text{m}$.

Trong phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỗi cao theo phương án của sáng chế, tiếp theo, xác định được có hay không phôi tấm có thể được cán dựa trên việc đánh giá của độ sạch của phôi tấm thu được trong quy trình của bước S1 và bước S2 (bước S3), và phôi tấm được xác định là có khả năng được cán trong quy trình của bước S3 được cán (bước S4). Ví dụ, khi đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được dự đoán là $20\text{ }\mu\text{m}$ trong việc đánh giá độ sạch của phôi tấm thu được trong quy trình của bước S1 và bước S2, sản phẩm được tạo ra từ phôi tấm được dự tính thể hiện tuổi thọ mỗi cao, và do đó được đưa vào cán làm bước tiếp theo. Trong khi đó, khi đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được dự đoán là $50\text{ }\mu\text{m}$ trong việc đánh giá độ sạch của phôi tấm thu được trong quy trình của bước S1 và bước S2, lo ngại rằng tuổi thọ mỗi của sản phẩm được làm từ phôi tấm ngắn đáng kể, và do đó, ví dụ, phôi tấm này

được làm vụn ra ở giai đoạn của phôi tấm và được làm nóng chảy lại. Bằng cách làm nóng chảy lại phôi tấm như kim loại vụn ở giai đoạn của phôi tấm, có thể giảm được sự tiêu hao năng lượng và chi phí vật liệu cần để cán so với trường hợp mà cán phôi tấm và sau đó làm vụn. Lưu ý là phôi tấm có thể được cán bằng cách thay đổi nơi đến đối với sản phẩm mà không yêu cầu độ sạch cao mà không được làm vụn.

Trong khi đó, chất lẫn mà đóng vai trò là điểm bắt đầu khi bong ra trong thử nghiệm mỗi được xem xét để được tạo ra ở giai đoạn tạo thép như được mô tả trên. Để sản xuất thép có độ sạch cao hơn, cần phản hồi một cách thích hợp thông tin như kết quả phân tích của chất lẫn thu được với các điều kiện tạo thép và để cải thiện các điều kiện tạo thép này thành các điều kiện tạo thép thích hợp hơn. Do đó, trong phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo phương án của sáng chế, dựa trên việc đánh giá của độ sạch của phôi tấm thu được trong quy trình của bước S1 và bước S2 được mô tả trên, được xác định là có hay không cần thiết để thay đổi điều kiện sản xuất ở lần sản xuất tiếp theo của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao (bước S5). Sau đó, khi được xác định trong quy trình của bước S5 mà các điều kiện sản xuất vật liệu cần được thay đổi, ở lần sản xuất tiếp theo của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao, phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao được sản xuất theo các điều kiện sản xuất đã thay đổi. Trong khi đó, khi được xác định trong quy trình của bước S5 mà các điều kiện sản xuất vật liệu không cần thay đổi, phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao được sản xuất theo các điều kiện sản xuất giống nhau như ở lần sản xuất trước đó (bước S6). Ví dụ, khi đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn có nồng độ cao của Mg là lớn trong việc đánh giá độ sạch của phôi tấm thu được trong các bước S1 và S2, Mg chứa trong lượng lớn trong vật liệu chịu lửa được sử dụng ở giai đoạn tạo thép, vật liệu được bổ sung để làm giảm thiệt hại cho vật liệu chịu lửa, và tương tự, và do đó, phương pháp thay đổi loại và lượng của các vật liệu này được xem xét. Mặt khác, khi đường kính lớn nhất được dự đoán là lớn bất kể loại chất lẫn, việc tối ưu thời gian xử lý để làm tăng hiệu quả làm nổi của chất lẫn được tạo huyền phù trong thép nóng chảy, việc xem lại kết cấu của cửa thùng trung gian, và tương tự được xem xét.

Lưu ý rằng, như thép có độ bền chịu mỏi cao, thép chịu lực được xác định là SUJ2 trong JIS (Japanese Industrial Standard-Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản) G4805 có thể được lấy làm ví dụ. Như phạm vi thành phần của chúng, nồng độ cacbon là 0,95% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 1,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ silic là 0,15% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,35% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ mangan là 0,50% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ photpho là 0,025% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ lưu huỳnh là 0,025% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ crom là 1,30% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 1,60% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ molibden là 0,08% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ niken là 0,25% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và nồng độ đồng là 0,25% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Các ví dụ về thép chịu lực được xác định theo các tiêu chuẩn khác bao gồm thép chịu lực được xác định là 100Cr6 theo tiêu chuẩn ISO (International Organization for Standardization - Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế) 683-17, thép chịu lực được xác định là

GCr15 theo GB (China National Standard - tiêu chuẩn Trung Quốc), thép chịu lực được xác định là 52100 theo tiêu chuẩn ASTM (American Society for Testing và Materials - Hiệp hội thử nghiệm và vật liệu Hoa Kỳ) A295, và thép chịu lực được xác định là 100Cr6 theo tiêu chuẩn DIN (German Standard Association - Hiệp hội tiêu chuẩn Đức). Như phạm vi thành phần của thép chịu lực được xác định là 100Cr6 theo tiêu chuẩn ISO (International Organization for Standardization) 683-17, nồng độ cacbon là 0,95% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 1,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ silic là 0,15% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,35% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ mangan là 0,25% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,45% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ photpho là 0,030% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ lưu huỳnh là 0,025% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và nồng độ crom là 1,35% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 1,65% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu thép crom molibden (vật liệu SCM) được xác định trong JIS G 4053 cũng được yêu cầu phải có độ bền chịu mỗi phụ thuộc vào ứng dụng. Như các thành phần của vật liệu thép crom molibden được xác định là SCM420 là ví dụ của vật liệu SCM, nồng độ cacbon là 0,18% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,23% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ silic là 0,15% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,35% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ mangan là 0,60% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,90% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ photpho là 0,030% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ lưu huỳnh là 0,030% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ niken là 0,25% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ crom là 0,90% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 1,20% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và nồng độ molibden là 0,15% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,25% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Các ví dụ về vật liệu thép crom molibden được xác định trong các tiêu chuẩn khác bao gồm thép material được xác định là 25CrMo4 theo tiêu chuẩn ISO (International Organization for Standardization), tiêu chuẩn EN (European Committee for Standardization), tiêu chuẩn DIN (German Standard Association), hoặc tương tự, vật liệu thép được xác định là 30CrMn theo GB (Chinese National Standard), và vật liệu thép được xác định là 4130 theo tiêu chuẩn ASTM (American Society for Testing và Materials) A29.

Ngoài ra, vật liệu thép cacbon dùng cho kết cấu máy (SC material) được xác định theo JIS G 4051 cũng được yêu cầu có độ bền chịu mỗi phụ thuộc vào ứng dụng. Như thành phần của vật liệu thép crom molibden được xác định là S53C là ví dụ của vật liệu SC, nồng độ cacbon là 0,50% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,56% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ silic là 0,15% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,35% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ mangan là 0,60% theo khối lượng hoặc lớn hơn và 0,90% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, nồng độ photpho là 0,030% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và nồng độ lưu huỳnh là 0,035% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Theo ví dụ sáng chế, sử dụng phôi tấm lớn có kích cỡ mặt cắt ngang là 300 mm × 400 mm và chiều dài là khoảng 5 m, mà thu được bằng cách đúc liên tục thép nóng chảy được làm nóng chảy bởi lò luyện thép, khử khí RH, và thiết bị tinh luyện và làm nóng trong gàu với máy đúc liên tục thanh lớn tròn. Thành phần của thép nóng chảy

được đúc là các nguyên tố nằm trong khoảng C: từ 0,95 đến 1,05% theo khối lượng, Si: từ 0,15 đến 0,25% theo khối lượng, Mn: từ 0,35 đến 0,45% theo khối lượng, P: từ 0,005 đến 0,025% theo khối lượng, S: từ 0,03 đến 0,05% theo khối lượng, Al: từ 0,015 đến 0,020% theo khối lượng, Cr: từ 1,5 đến 1,6% theo khối lượng, Mo: từ 0,1 đến 0,6% theo khối lượng, N: từ 0,003 đến 0,005% theo khối lượng, và O: từ 0,0005 đến 0,0010% theo khối lượng. Trong số các phôi tấm lớn, từ phôi tấm lớn ở vị trí được đúc với tốc độ đúc ổn định, phôi tấm có chiều dày là 100 mm được cắt ra theo hướng đúc từ vị trí là 300 mm từ đầu dẫn, và thu được mẫu có chiều dày là 35 mm theo hướng chiều dày phôi tấm và chiều rộng là 110 mm theo hướng rộng phôi tấm từ vị trí là 1/4 chiều dày và 1/4 chiều rộng. Từ mẫu này, thu thập được ba mươi mẫu quan sát bằng SEM (tương ứng với 30 mm theo hướng chiều dày phôi tấm và 100 mm theo hướng chiều rộng phôi tấm) mỗi mẫu có kích cỡ là 10 mm × 10 mm với mặt phẳng vuông góc với hướng đúc là mặt phẳng quan sát.

Phôi tấm lớn mà từ đó các mẫu đã thu thập được được tạo thành phôi cán bằng cách cán mảnh thép, và phôi cán này còn được đưa vào cán thanh thép để tạo ra thanh thép thành phẩm có đường kính là 60 mmφ. Thanh thép thành phẩm được cắt vuông góc với hướng cán (hướng chiều dọc), thu thập được mảnh thử nghiệm dùng cho thử nghiệm tuổi thọ mỗi kiểu dầy có đường kính là 60 mmφ và chiều dày là 5 mm, và thu thập được bốn mươi mẫu quan sát bằng SEM (hai mươi mẫu/bề mặt × hai bề mặt) mỗi mẫu có kích cỡ là 10 mm × 10 mm với bề mặt vuông góc với hướng cán làm bề mặt quan sát từ vị trí liền kề với mảnh thử nghiệm dùng cho thử nghiệm tuổi thọ mỗi theo hướng cán. Việc quan sát bằng SEM được thực hiện trên mỗi mẫu trong số các mẫu quan sát bằng SEM thu thập được từ các phôi tấm lớn và các mẫu quan sát bằng SEM thu thập được từ thanh thép thành phẩm. Trong quan sát bằng SEM, chùm điện tử được bức xạ ở độ phóng đại là 250 lần và điện áp gia tốc là 20 kV, và kích cỡ của chất lẫn được xác định từ hình ảnh điện tử phản chiếu thu được dựa trên độ tương phản. Sau đó, chất lẫn được đo là các hạt 1 μm hoặc lớn hơn bởi sự quan sát SEM được phân loại và phân tách dựa trên các kết quả phân tích nguyên tố (phân tích EDX) bởi tia X đặc trưng, và đường kính lớn nhất được dự đoán được tính toán sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị đối với chất lẫn nằm trong phạm vi thành phần đích. Thử nghiệm tuổi thọ mỗi kiểu dầy được thực hiện dưới các điều kiện là ba bi thép, tải là 400 kgf, ứng suất Hertz là 5230 MPa, số vòng quay trục là 1200 rpm, và số tải ứng suất là 1800 cpm, và tuổi thọ mỗi do cán của mỗi phôi tấm được đánh giá.

Trong các ví dụ theo sáng chế, hệ số tương quan giữa đường kính lớn nhất được dự đoán được tính toán từ dữ liệu của mẫu quan sát bằng SEM thu thập được từ phôi tấm lớn và tuổi thọ mỗi do cán bởi thử nghiệm tuổi thọ mỗi kiểu dầy được xác định. Trong số này, Ví dụ sáng chế 1 là trường hợp mà chất lẫn 1 chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% là Ti được phân loại và phân tách là các nồng độ nguyên tử được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe, Ví dụ sáng chế 2 là trường hợp mà chất lẫn 1 chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% là Ti và chất lẫn 2 chứa 70% hoặc lớn hơn

là Ti (chất lẫn 1 + 2) được phân loại và phân tách là các nồng độ nguyên tử được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe, Ví dụ sáng chế 3 là trường hợp mà chất lẫn 3 chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% là Ti và chất lẫn 2 chứa 70% hoặc lớn hơn là Ti (chất lẫn 2 + 3) được phân loại và phân tách là các nồng độ nguyên tử được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe, Ví dụ sáng chế 4 là trường hợp mà chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 60% theo khối lượng hoặc lớn hơn được phân loại và phân tách, Ví dụ sáng chế 5 là trường hợp mà chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn được phân loại và phân tách, và Ví dụ sáng chế 6 là trường hợp mà chất lẫn được phân loại và phân tách sử dụng tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti là ngưỡng (do đó, tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 30% theo khối lượng hoặc lớn hơn).

Trong khi đó, trong các Ví dụ so sánh, hệ số tương quan giữa the đường kính lớn nhất được dự đoán được tính toán từ dữ liệu của mẫu quan sát bằng SEM thu thập được từ thanh thép thành phẩm và tuổi thọ mỗi do cán bằng thử nghiệm tuổi thọ mỗi kiểu đẩy được xác định. Trong số này, Ví dụ so sánh 1 là trường hợp mà chất lẫn 1 chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% là Ti và chất lẫn 2 chứa 70% hoặc lớn hơn là Ti (chất lẫn 1 + 2) được phân loại và phân tách là các nồng độ nguyên tử được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe, Ví dụ so sánh 2 là trường hợp mà chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 60% theo khối lượng hoặc lớn hơn được phân loại và phân tách, Ví dụ so sánh 3 là trường hợp mà chất lẫn 3 chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% là Ti và chất lẫn 2 chứa 70% hoặc lớn hơn là Ti (chất lẫn 2 + 3) được phân loại và phân tách là các nồng độ nguyên tử được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe, Ví dụ so sánh 4 là trường hợp mà chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn được phân loại và phân tách, và Ví dụ so sánh 5 là trường hợp mà chất lẫn được phân loại và phân tách sử dụng tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti là ngưỡng (do đó, tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 30% theo khối lượng hoặc lớn hơn).

Các kết quả đánh giá được thể hiện trên Bảng 1 dưới đây. Như được thể hiện trên Bảng 1, các hệ số tương quan giữa đường kính lớn nhất được dự đoán và tuổi thọ mỗi do cán trong các Ví dụ sáng chế cao hơn là trong các Ví dụ so sánh. Do đó, đã xác định được là các Ví dụ sáng chế có thể cải thiện độ chính xác dự đoán của tuổi thọ mỗi do cán khi so với các Ví dụ so sánh. Ngoài ra, đã xác định được là các Ví dụ sáng chế thể hiện sự tương quan cao với độ bền chịu mỏi và có thể dự đoán chính xác độ bền chịu mỏi ngay cả khi ở thép siêu sạch mà trong đó đường kính lớn nhất được dự đoán của toàn bộ chất lẫn nhỏ hơn 25 μm .

Bảng 1

		Hệ số tương quan	Lưu ý
Phôi tấm	Chất lần 1	0,74	Ví dụ sáng chế 1
	Chất lần 1 + 2	0,74	Ví dụ sáng chế 2
	Chất lần 2 + 3	0,71	Ví dụ sáng chế 3
	Mg + Al + Ca + Ti > 60%	0,66	Ví dụ sáng chế 4
	Mg + Al + Ca + Ti > 40%	0,54	Ví dụ sáng chế 5
	Mg + Al + Ca + Ti > 30%	0,50	Ví dụ sáng chế 6
Thanh thép thành phẩm	Chất lần 1 + 2	0,46	Ví dụ so sánh 1
	Chất lần 2 + 3	0,45	Ví dụ so sánh 2
	Mg + Al + Ca + Ti > 60%	0,31	Ví dụ so sánh 3
	Mg + Al + Ca + Ti > 40%	0,44	Ví dụ so sánh 4
	Mg + Al + Ca + Ti > 30%	0,23	Ví dụ so sánh 5

Mặc dù phương án mà sáng chế của các nhà sáng chế hiện tại được áp dụng đã được mô tả ở trên, nhưng sáng chế này không bị giới hạn bởi phần mô tả và các hình vẽ tạo thành một phần của sáng chế theo phương án này. Ngoài ra, sáng chế bao gồm tất cả các phương án khác, Ví dụ, công nghệ vận hành, và tương tự được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hoặc tương tự dựa trên phương án nêu trên.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế đề xuất phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao, có khả năng đánh giá độ sạch của thép chính xác hơn và dự đoán tuổi thọ mỏi với độ chính xác cao. Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao, có khả năng sản xuất thép có độ sạch cao hơn.

Danh sách ký hiệu viện dẫn

- B Bi thép
- R Quỹ đạo tròn
- S Thép

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao, phương pháp này bao gồm:
 - bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng; và
 - bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán,
 - trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn.
2. Phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 1, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm a bước phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.
3. Phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 1, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.
4. Phương pháp đánh giá độ sạch của phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 1, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.
5. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao, phương pháp này bao gồm:
 - bước sản xuất vật liệu khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao;
 - bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng;
 - bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán;

bước xác định khi xác định có hay không phôi tấm có thể được cân dựa trên việc đánh giá của độ sạch của phôi tấm thu được trong bước đánh giá; và

bước cân khi cân phôi tấm được xác định là có khả năng được cân trong bước xác định này,

trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ là Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

6. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 5, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

7. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 5, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

8. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 5, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

9. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao, phương pháp này bao gồm: bước sản xuất vật liệu thứ nhất khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao;

bước phân loại và phân tách khi xác định, chất lẫn có trong mảnh thử nghiệm, từ thông tin về hình ảnh điện tử thu được bằng cách bức xạ mảnh thử nghiệm thu thập được từ phôi tấm với chùm điện tử và tia X đặc trưng, và phân loại và phân tách chất lẫn dựa trên giá trị bao gồm tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được tính toán từ thông tin về tia X đặc trưng;

bước đánh giá khi tính toán đường kính lớn nhất được dự đoán của chất lẫn được phân loại và phân tách trong bước phân loại và phân tách bằng cách sử dụng phương pháp thống kê giá trị cực trị, và đánh giá độ sạch của phôi tấm dựa trên đường kính lớn nhất đã dự đoán được tính toán;

bước xác định điều kiện sản xuất vật liệu khi xác định có hay không cần thiết để thay đổi các điều kiện sản xuất ở lần tiếp theo khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao dựa trên việc đánh giá của độ sạch của phôi tấm thu được trong bước đánh giá; và

bước sản xuất vật liệu thứ hai khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao theo các điều kiện sản xuất đã thay đổi khi được xác định trong bước xác định điều kiện sản xuất vật liệu mà các điều kiện sản xuất vật liệu cần được

thay đổi ở lần tiếp theo khi sản xuất phôi tấm mà là vật liệu của thép có độ bền chịu mỏi cao.

10. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 9, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn mà trong đó tổng giá trị của các nồng độ của Al, Ca, Mg, và Ti được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe là 40% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

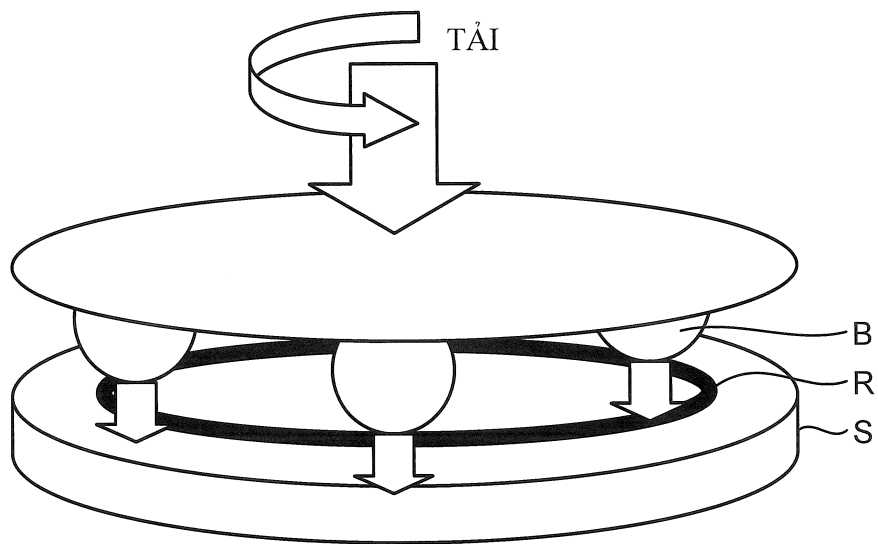
11. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 9 hoặc 10, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

12. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 9 hoặc 10, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 15 đến 50% theo khối lượng là Al, từ 40 đến 75% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 25% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

13. Phương pháp sản xuất thép có độ bền chịu mỏi cao theo điểm 9 hoặc 10, trong đó bước phân loại và phân tách bao gồm bước phân loại và phân tách ít nhất một trong số chất lẫn chứa từ 20 đến 70% theo khối lượng là Al, từ 0 đến 70% theo khối lượng là Ca, từ 3 đến 30% theo khối lượng là Mg, và từ 0 đến 10% theo khối lượng là Ti và chất lẫn chứa 70% theo khối lượng hoặc lớn hơn là Ti là các nồng độ được chuẩn hóa loại trừ nồng độ của Fe.

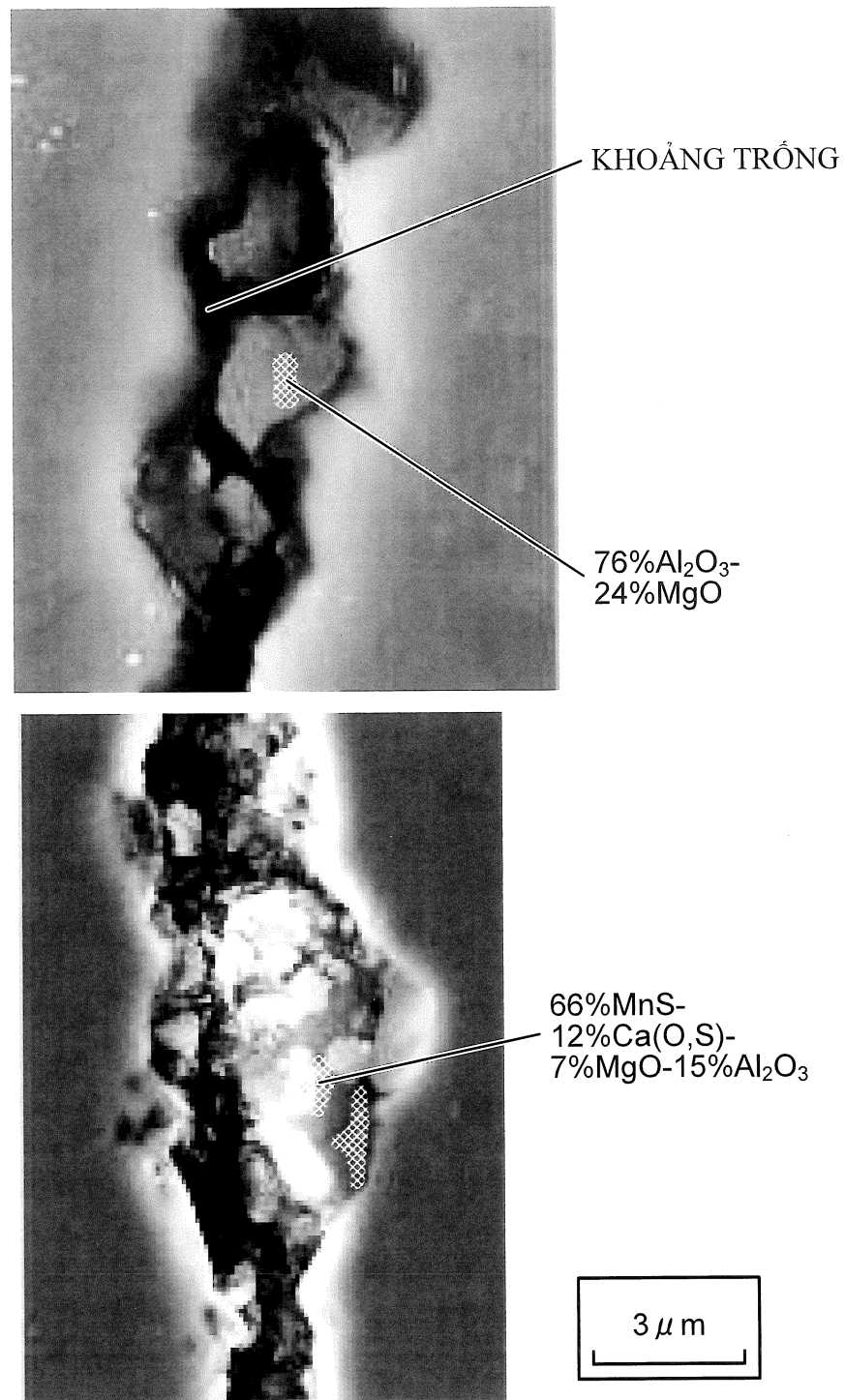
1/3

FIG.1



2/3

FIG.2



3/3

FIG.3

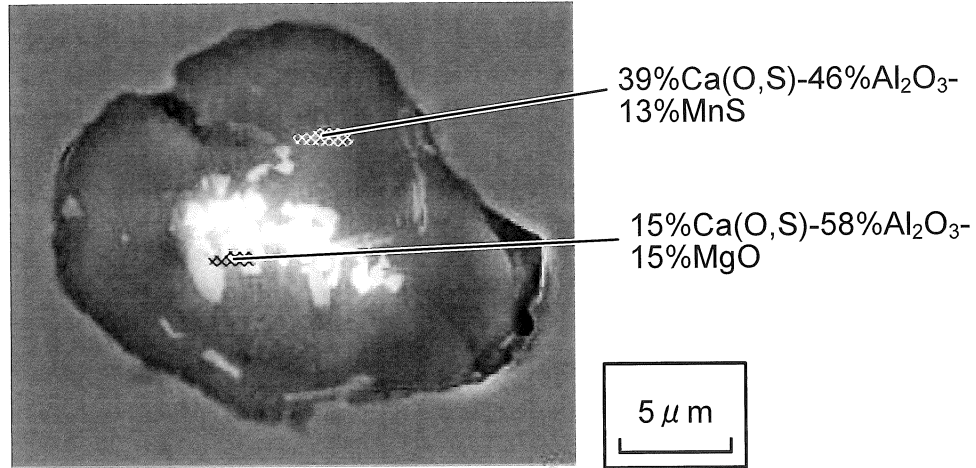


FIG.4

