



(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)



1-0030738

(51)⁸ G01N 29/06; G01N 29/44

(13) B

(21) 1-2017-04517

(22) 13/04/2016

(86) PCT/JP2016/061874 13/04/2016

(87) WO/2016/185836 24/11/2016

(30) 2015-100181 15/05/2015 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 26/02/2018 359A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

(72) OZEKI, Takafumi (JP); HIGASHI, Keiichi (JP); UWAI, Kiyoshi (JP);
NABESHIMA, Seiji (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ TINH SẠCH CỦA VẬT LIỆU THÉP VÀ THIẾT BỊ ĐÁNH GIÁ ĐỘ TINH SẠCH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép bao gồm: bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất gồm thiết lập độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất sẽ bị phát hiện trong vật liệu thép nhờ thử nghiệm siêu âm, độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất theo hướng chiều rộng sẽ vuông góc với hướng cán vật liệu thép; bước thử nghiệm siêu âm gồm quét hai chiều, bằng cách sử dụng mẫu dò siêu âm 10 mã tạo ra chùm tia siêu âm, bề mặt của vật liệu thép sao cho bề mặt quét song song với hướng cán trong khi truyền và nhận chùm tia siêu âm đến và từ vật liệu thép sử dụng kỹ thuật ngâm; bước chuyển đổi 2D thành 1D mà yêu cầu sự phân bố hai chiều của các mức tín hiệu siêu âm được phản xạ kết hợp với bề mặt được quét hai chiều và thực hiện chuyển đổi 2D thành 1D trên sự phân bố hai chiều; và bước đánh giá gồm tính toán và đánh giá chiều dài tổng theo hướng cán của vùng mà ở đó mức độ tín hiệu siêu âm phản xạ cần có qua quá trình chuyển đổi 2D thành 1D là cao hơn hoặc bằng mức độ tín hiệu tương ứng với độ dài d_3 .



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch và, cụ thể hơn là, đề cập đến phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch cho vật liệu thép có độ tinh sạch cao, được mong muốn là thể hiện các đặc về tính độ mỗi kim loại cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết rằng để đạt được các đặc về tính độ mỗi kim loại cao của đối tượng được sản xuất bằng cách gia công vật liệu thép, cần phải giảm các tạp chất không phải kim loại (sau đây được gọi là "tạp chất") mà có thể gây ra hư hại. Với lý do đó, kiểm tra các tạp chất bên trong vật liệu thép sẽ được sử dụng làm nguyên liệu thông thường là được thực hiện. Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 mô tả phương pháp đánh giá vật liệu thép bằng cách đánh giá các tạp chất sử dụng kỹ thuật thử nghiệm siêu âm. Phương pháp đánh giá tạp chất trong Tài liệu sáng chế 1 đánh giá số lượng các tạp chất trong đó cường độ sóng phản xạ là cao hơn hoặc bằng một trị số nhất định.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2006-64569

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, phương pháp đánh giá được đề xuất trong Tài liệu sáng chế 1 có hạn chế ở chỗ sự đánh giá các đặc về tính độ mỗi kim loại có thể không đủ chính xác. Cụ thể hơn là, phương pháp đánh giá được đề xuất trong Tài liệu sáng chế 1 giả thiết rằng số lượng các tạp chất được phát hiện càng lớn, xác suất tạp chất thực sự có mặt trên hoặc gần bề mặt của vật liệu thép càng cao (sau đây được gọi là, "trên bề mặt của vật liệu thép") và, theo đó, các đặc về tính độ mỗi kim loại càng thấp. Tuy nhiên, số lượng các tạp chất và xác suất tạp chất thực sự có mặt trên bề mặt của vật liệu thép nêu trên không luôn luôn tương quan với nhau; vì thế, phương pháp đánh giá này có thể thất bại khi đánh giá chính xác độ tinh sạch của vật liệu thép.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được chế tạo khi xem xét vấn đề trên và hướng đến việc đưa ra phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch có khả năng đánh giá chính xác độ tinh sạch của vật liệu thép.

Giải quyết vấn đề

Để giải quyết vấn đề nêu trên và đạt được mục tiêu này, phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo sáng chế là phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép để đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép được tạo ra bằng cách cán phôi thép lớn được đúc bằng thử nghiệm siêu âm và bao gồm: bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất gồm đặt mức độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất sẽ được phát hiện trong vật liệu thép bằng thử nghiệm siêu âm, độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất theo hướng chiều rộng sẽ vuông góc với hướng cán vật liệu thép; bước thử nghiệm siêu âm gồm quét hai chiều, bằng cách sử dụng bộ phận dò siêu âm mà tạo ra chùm tia siêu âm, bề mặt của vật liệu thép sao cho bề mặt quét song song với hướng cán trong khi truyền và nhận chùm tia siêu âm đến và từ vật liệu thép sử dụng kỹ thuật ngâm; bước chuyển đổi 2D thành 1D mà yêu cầu sự phân bố hai chiều của các mức tín hiệu siêu âm được phản xạ cùng với bề mặt quét hai chiều và thực hiện chuyển đổi 2D thành 1D trên sự phân bố hai chiều; và bước đánh giá gồm tính toán và đánh giá chiều dài tổng theo hướng cán của vùng mà ở đó mức độ tín hiệu siêu âm phản xạ cần có qua quá trình chuyển đổi 2D thành 1D là cao hơn hoặc bằng mức độ tín hiệu tương ứng với độ dài d_3 .

Hơn nữa, phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo sáng chế còn bao gồm, trước bước thử nghiệm siêu âm, bước lập cấu hình thiết lập dò siêu âm gồm đặt mức đường kính chùm tia d_2 để thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây khi biểu thức (1) dưới đây được thỏa mãn, hoặc đặt mức đường kính chùm tia d_2 để thỏa mãn biểu thức (3) dưới đây khi biểu thức (1) không được thỏa mãn, trong đó S_0 là diện tích tiết diện ngang của phôi thép lớn theo hướng vuông góc với hướng cán và S_1 là diện tích tiết diện ngang của vật liệu thép theo hướng vuông góc với hướng cán:

$$d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \quad (1)$$

$$\frac{4d_3}{\pi d_2} \geq 0,02 \quad (2)$$

$$\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{3/2} \geq 0,02 \quad (3).$$

Hơn nữa, trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo sáng chế, bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất đặt độ dài d_3 ở trị số nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$.

Để giải quyết vấn đề nêu trên và đạt được mục tiêu này, thiết bị đánh giá độ tinh sạch của sản phẩm thép theo sáng chế là thiết bị đánh giá độ tinh sạch của sản phẩm thép để đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép được tạo ra bằng cách cán phôi thép lớn được đúc bằng thử nghiệm siêu âm và khác biệt ở chỗ: quét hai chiều bề mặt của vật liệu thép sử dụng bộ phận dò siêu âm mà tạo ra chùm tia siêu âm theo cách tạo ra bề mặt quét song song với hướng cán vật liệu thép trong khi truyền và nhận chùm tia siêu âm đến và từ vật liệu thép sử dụng kỹ thuật ngâm; yêu cầu phân bố hai chiều của các mức tín hiệu siêu âm được phản xạ cùng với bề mặt quét hai chiều và thực hiện chuyển đổi 2D thành 1D trên sự phân bố hai chiều; và tính toán và đánh giá chiều dài tổng theo hướng cán của vùng mà ở đó mức độ tín hiệu siêu âm phản xạ thu được qua quá trình chuyển đổi 2D thành 1D là cao hơn hoặc bằng mức độ tín hiệu tương ứng với độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất được phát hiện trong vật liệu thép nhờ thử nghiệm siêu âm, độ dài tối thiểu d_3 theo hướng chiều rộng sẽ vuông góc với hướng cán vật liệu thép.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, độ tinh sạch được đánh giá nhờ sử dụng tổng các độ dài các tạp chất theo hướng giãn dài như là một tiêu chí. Do đó, sự tương quan thuận lợi với xác suất tạp chất thực sự có mặt trên hoặc gần bề mặt của vật liệu thép là đạt được, và độ tinh sạch của vật liệu thép có thể được đánh giá cách chính xác.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa cách phôi thép lớn được đúc được cán thành thanh thép tròn (vật liệu thép).

Fig.2 là sơ đồ minh họa bộ phận dò siêu âm tập trung điểm để sử dụng trong thử nghiệm siêu âm sử dụng kỹ thuật kiểm tra ngâm.

Fig. 3A là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa tạp chất và vùng tập trung chùm tia, sơ đồ này minh họa tình trạng mà ở đó độ dài của tạp chất lớn hơn đường kính chùm tia.

Fig. 3B là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa tạp chất và vùng tập trung chùm tia, sơ đồ này minh họa tình trạng mà ở đó độ dài của tạp chất nhỏ hơn hoặc bằng đường kính chùm tia.

Fig. 4A là sơ đồ minh họa tình trạng mà ở đó một tạp chất đơn có trong vật liệu thép.

Fig. 4B là sơ đồ minh họa tình trạng mà ở đó hai tạp chất có trong vật liệu thép.

Fig. 5 là sơ đồ khối minh họa phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 6 là sơ đồ khối minh họa bước thiết lập điều kiện đánh giá trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 7 là bảng trình bày kết quả so sánh, trong số bốn kiểu bộ phận dò siêu âm tập trung nút mà khác nhau về đường kính chùm tia, tín hiệu phản xạ (tín hiệu siêu âm phản xạ) và mức độ nhiễu trong các điều kiện tương tự với các điều kiện của thử nghiệm siêu âm thực.

Fig. 8 là hình vẽ minh họa dạng sơ đồ cường độ thử nghiệm của phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 9 là sơ đồ khối minh họa bước đánh giá mẫu trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 10 là sơ đồ minh họa một ví dụ về cách cắt mẫu cho phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 11 là sơ đồ minh họa một ví dụ về kỹ thuật thử đối với tình trạng mà ở đó bề mặt thử là bề mặt phẳng trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 12 là sơ đồ minh họa một ví dụ về kỹ thuật thử đối với tình trạng mà ở đó bề mặt thử là bề mặt cong trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế.

Fig. 13 là sơ đồ minh họa một ví dụ về bản đồ hai chiều của mức tín hiệu siêu âm phản xạ và các dữ liệu một chiều của nó trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế.

Fig. 14 là sơ đồ minh họa một ví dụ về sự đánh giá tổng các độ dài của các tạp chất được phát hiện trong phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế.

Fig. 15A là sơ đồ minh họa các tạp chất được chứa trong mẫu vật thứ nhất trong ví dụ về phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế.

Fig. 15B là sơ đồ minh họa các tạp chất được chứa trong mẫu vật thứ hai trong ví dụ về phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế.

Fig. 16A là biểu đồ, liên quan đến ví dụ về phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế, minh họa một ví dụ về bản đồ hai chiều thu được bằng cách quét hai chiều mẫu vật thứ nhất và dữ liệu một chiều của nó

Fig. 16B là biểu đồ liên quan đến ví dụ về phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế và minh họa một ví dụ về bản đồ hai chiều thu được bằng cách quét hai chiều mẫu vật thứ hai và dữ liệu một chiều của nó.

Fig.17 bảng liên quan đến ví dụ về phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án của sáng chế và trình bày kết quả đánh giá của phương pháp theo sáng chế và kết quả đánh giá của phương pháp theo kỹ thuật thông thường.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch theo một phương án của sáng chế được mô tả dưới đây với sự tham chiếu các hình vẽ. Phương án được mô tả dưới đây không có chủ ý là để giới hạn sáng chế. Các thành phần của phương án được mô tả dưới đây bao gồm các thành phần mà có thể thay thế dễ dàng bởi người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật hoặc các yếu tố về cơ bản là giống.

Phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án này là phương pháp để đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép được tạo ra bằng cách cán phôi thép lớn được đúc bằng cách thử nghiệm siêu âm sử dụng kỹ thuật kiểm tra ngâm (sau đây gọi là, "kỹ thuật ngâm"). Kỹ thuật cơ bản của sáng chế được mô tả trước, và sau đó sáng chế được mô tả cụ thể sau.

Trong các quy trình sản xuất sản phẩm thép điển hình, phôi thép lớn được đúc trước; sau đó, vật liệu thép được tạo ra bằng cách giãn dài phôi thép lớn này qua quy trình cán (xem, ví dụ, Tài liệu tham khảo 1). Các quy trình cán khác nhau có thể được áp dụng. Xử lý nhiệt hoặc xử lý bề mặt có thể được áp dụng giữa các quy trình cán.

Tài liệu tham khảo 1: Công bố bằng sáng chế Nhật Bản đề mở số 2009-285698

Trong các quá trình sản xuất này, được ước tính rằng tạp chất bị giữ lại trong phôi thép lớn trong quá trình đúc. Tạp chất phỏng đoán là về cơ bản là có hình cầu như được minh họa trong phần bên trái của Fig. 1. Tạp chất bị giữ lại trong quá trình đúc như đã nêu trên đoán chừng là bị kéo giãn qua quá trình cán như được minh họa trong phần bên phải của Fig. 1. Trong trường hợp đó, hình dạng của tạp chất vật liệu thép được cán (ví dụ, thanh thép tròn) hoặc, cụ thể hơn là, độ dài (đường kính chính) L của tạp chất theo hướng cán (hướng giãn dài) và độ dài (đường kính phụ) d_1 của tạp chất theo hướng chiều rộng vuông góc với hướng cán, được biểu hiện bằng biểu thức (4) và biểu thức (5) sau, trong đó S_0 là diện tích tiết diện ngang, được lấy vuông góc với hướng cán, của phôi thép lớn khi được đúc, S_1 là diện tích tiết diện ngang, được lấy vuông góc với hướng cán, của thanh thép tròn đã được cán, và d_0 là đường kính của tạp chất khi được đúc. "Hướng cán" nêu trên có nghĩa là hướng, mà theo hướng này phôi thép lớn được cán, song song với hướng chiều dài của vật liệu thép.

[0018]

$$L = d_0 \cdot (S_0/S_1) \quad (4)$$

$$d_1 = d_0 \cdot (S_1/S_0)^{1/2} \quad (5)$$

Trong biểu thức (4) và biểu thức (5) nêu trên, được giả sử là độ dài L của tạp chất (sau đây được gọi là, "độ dài L của tạp chất") được kéo dài theo hướng cán mà tỷ lệ với tỷ số giảm S_0/S_1 , và được giả sử là độ dài d_1 của tạp chất (sau đây được gọi là, "độ rộng d_1 của tạp chất") theo hướng chiều rộng vuông góc với hướng cán là đường tròn trong thiết diện ngang được lấy vuông góc với hướng chiều rộng. Trong biểu thức (4) và biểu thức (5) nêu trên, được giả sử là thể tích của tạp chất vẫn giữ nguyên trước và sau khi cán.

Khi thử nghiệm siêu âm được thực hiện trên vật liệu thép được tạo ra qua cán như nêu trên, thử nghiệm siêu âm thường được thực hiện sử dụng kỹ thuật ngâm này mà sử dụng, ví dụ, mẫu dò tập trung như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1 nêu trên từ góc độ khả năng phát hiện tạp chất và hiệu quả thử nghiệm. Fig.2 minh họa bộ phận dò siêu âm tập trung điểm (sau đây được gọi là, "bộ phận dò siêu âm") 10 được sử dụng trong thử nghiệm và chùm tia siêu âm tập trung điểm (sau đây được gọi là, "chùm tia siêu âm") được tạo ra bằng bộ phận dò siêu âm 10.

Được giả thiết là tín hiệu siêu âm phản xạ (sau đây được gọi là, "tín hiệu phản

xạ") từ tập chất trong vùng tập trung chùm tia (vùng tiêu điểm, tập trung) được minh họa trong Fig.2 về cơ bản là tỷ lệ với tỷ số S_3/S_2 , trong đó S_2 là diện tích tiết diện ngang của chùm tia trong vùng tiêu điểm của chùm tia và S_3 là diện tích tiết diện ngang của tập chất được chứa trong chùm tia siêu âm. Fig. 3A và Fig. 3B là các hình mặt cắt ngang theo một giả định là tập chất có trong vùng tập trung chùm tia của chùm tia siêu âm, mỗi hình vẽ minh họa dạng sơ đồ, khi được nhìn từ phía trên, bề mặt cắt của vật liệu thép mà được cắt ở vùng mà ở đó tập chất này có mặt song song với hướng cán. Giả sử là chùm tia siêu âm được tạo ra ngẫu nhiên vuông góc với hướng cán vật liệu thép. Việc tạo ra chùm tia siêu âm ngẫu nhiên vuông góc với hướng cán theo cách này tăng diện tích tiết diện ngang của tập chất trong vùng tiêu điểm của chùm tia và do đó, có ưu điểm trong phát hiện các tập chất rất nhỏ.

Khi độ dài L của tập chất lớn hơn đường kính chùm tia d_2 ($L > d_2$) như được minh họa trong Fig. 3A, tập chất này kéo dài cách không mong muốn một phần ra khỏi chùm tia siêu âm ở mọi hướng của chùm tia siêu âm. Trong trường hợp đó, bởi vì tín hiệu phản xạ từ vật liệu thép chỉ phụ thuộc vào diện tích tiết diện ngang bên trong chùm tia siêu âm, vấn đề thất bại trong việc thu diện tích tiết diện ngang của toàn bộ tập chất phát sinh. "Đường kính chùm tia" nêu trên có nghĩa là đường kính của chùm tia siêu âm trong vùng tiêu điểm của chùm tia.

Mặt khác, khi chùm tia siêu âm, với độ dài L của tập chất nhỏ hơn hoặc bằng đường kính chùm tia d_2 ($L \leq d_2$) như được minh họa trong Fig. 3B, được sử dụng, toàn bộ tập chất có thể được chứa bên trong chùm tia siêu âm. Tuy nhiên, trong trường hợp đó, diện tích tiết diện ngang của chùm tia S_2 sẽ lớn. Điều này khiến tỷ số S_3/S_2 , trong đó S_2 là diện tích tiết diện ngang của chùm tia và S_3 là diện tích tiết diện ngang của tập chất, độ dài giảm và nhỏ của tín hiệu phản xạ được phản xạ từ vật liệu thép và, theo đó, gây ra vấn đề về giảm khả năng phát hiện tập chất.

Khi đường kính chùm tia d_2 là nhỏ như được minh họa trong Fig. 3A, mặc dù diện tích tiết diện ngang của toàn bộ tập chất không thể thu được, tập chất có thể được phát hiện ở điều kiện mà diện tích tiết diện ngang của tập chất bên trong chùm tia siêu âm lớn hơn hoặc bằng một trị số nhất định (tức là, diện tích tiết diện ngang của tập chất so với diện tích tiết diện ngang của vùng tiêu điểm của chùm tia lớn hơn hoặc bằng một trị số nhất định). Tuy nhiên, cũng trong trường hợp đó, sự đánh giá tập chất đối mặt với vấn đề sau.

Ví dụ, khi thanh thép tròn, là vật liệu thép, được cắt và gia công để sử dụng làm một bộ phận cơ khí hoặc tương tự, tạp chất có mặt trên hoặc gần bề mặt của bộ phận cơ khí này có thể bẻ gãy bộ phận cơ khí này và giảm các đặc tính về tuổi thọ sử dụng. Khi được giả sử là thanh thép tròn này được minh họa trong Fig. 4A và Fig. 4B được cắt để có bề mặt cắt ở vị trí được xác định ngẫu nhiên, xác suất mà tạp chất có mặt trên bề mặt này (hoặc, xác suất mà tạp chất bị lộ ra bởi việc cắt) là "(tổng các độ dài của các tạp chất được chứa trong thanh thép tròn)/(độ dài của thanh thép tròn)". Do đó, như được minh họa trong Fig. 4A, xác suất mà tạp chất có mặt trên bề mặt của thanh thép tròn (mà có độ dài là l) mà chứa chỉ một tạp chất đơn (mà có độ dài là L'_1) là " L'_1/l ". Như được minh họa trong Fig. 4B, xác suất mà tạp chất có mặt trên bề mặt của thanh thép tròn (mà có độ dài là l) mà chứa hai tạp chất (mà có độ dài là L'_2 và L'_3) là " $(L'_2 + L'_3)/l$ ". Như vậy, xác suất nêu trên tăng với tổng các chiều dài (sau đây được gọi là, "độ dài tổng") của các tạp chất, không tương ứng với số lượng các tạp chất.

Ngược lại, phương pháp đánh giá được đề xuất trong Tài liệu sáng chế 1 nêu trên chỉ đánh giá số lượng các tạp chất được phát hiện và giả sử rằng số lượng tạp chất càng lớn, xác suất tạp chất có mặt trên bề mặt của vật liệu thép càng cao và, theo đó, các đặc về tính độ mỗi kim loại càng thấp. Do đó, phương pháp đánh giá theo Tài liệu sáng chế 1 có nhược điểm ở chỗ kết quả của sự đánh giá tạp chất không tương quan thích đáng với sự đánh giá các đặc về tính độ mỗi kim loại. Khi xem xét các vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã sáng chế ra phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch có khả năng đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép chính xác hơn. Sáng chế dưới đây sẽ được mô tả cụ thể.

Thiết bị để thực hiện phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo một phương án của sáng chế về cơ bản là giống với thiết bị được minh họa trong Fig.2 nêu trên. Cụ thể là, thiết bị đánh giá độ tinh sạch 1 bao gồm bộ phận dò siêu âm 10 và bộ phận điều khiển 20. Lưu ý rằng Fig.2 chỉ minh họa các cấu trúc có liên quan đến sáng chế, và sự minh họa về các cấu trúc khác được bỏ qua.

Bộ phận dò siêu âm 10 tạo ra chùm tia siêu âm và tiến hành thử nghiệm siêu âm sử dụng kỹ thuật ngâm. Bộ phận điều khiển 20 điều khiển bộ phận dò siêu âm 10 và xử lý các tín hiệu phản xạ thu được bằng bộ phận dò siêu âm 10. Cụ thể là, bộ phận điều khiển 20 là máy tính điển hình mà gồm có, ví dụ, CPU, thiết bị ổ đĩa, thiết bị ghi nhớ, thiết bị đầu vào, thiết bị đầu ra, và thiết bị liên lạc được tạo ra để hoạt động như

phương tiện để thực hiện các bước được mô tả dưới đây của phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án này.

Như được minh họa trong Fig.5, phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án này thực hiện bước thiết lập điều kiện đánh giá (bước S_1) và bước đánh giá mẫu (bước S_2). Ở bước thiết lập điều kiện đánh giá, bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất (bước S_{11}), bước lập cấu hình thiết lập dò siêu âm (bước S_{12}), bước thiết lập trị số ngưỡng phát hiện (bước S_{13}), và bước thiết lập cường độ thử nghiệm (bước S_{14}) được thực hiện theo thứ tự này như được minh họa trong Fig. 6.

Đầu tiên, ở bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất, kích cỡ phát hiện tạp chất được thiết lập. Kích cỡ phát hiện tạp chất là kích cỡ nhỏ nhất (tối thiểu) của các tạp chất được phát hiện trong vật liệu thép bởi thử nghiệm siêu âm. Cụ thể hơn là, kích cỡ phát hiện tạp chất có nghĩa là chiều dài tối thiểu của tạp chất nhỏ nhất được phát hiện theo hướng chiều rộng vuông góc với hướng cán. Sau đây, kích cỡ phát hiện tạp chất này được ký hiệu là d_3 .

Ở bước này, khi giả thiết rằng tạp chất trong vật liệu thép được giãn dài nhờ được cán như được minh họa trong Fig.1, kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 được thiết lập theo hướng chiều rộng d_1 của tạp chất đã được giãn dài. Ở bước thử nghiệm siêu âm (xem Fig.9), mà được tiến hành sau đó, (các) tạp chất mà thỏa mãn $d_1 > d_3$ được phát hiện. Trị số của kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 tốt hơn nếu nhỏ hết mức có thể; điều này là bởi vì trị số d_3 càng nhỏ, kích cỡ phát hiện được của tạp chất càng nhỏ. Ví dụ, Tài liệu tham khảo 2 được đưa ra dưới đây chỉ ra rằng khuyết tật nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ có thể là điểm khởi đầu của vết nứt do mỏi. Do đó, kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 tốt hơn nếu được thiết lập ở trị số nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$ ở bước này.

Tài liệu tham khảo 2: Takeshi FUJIMATSU et al. "Crack Initiation Behavior from Internal Defect in High Carbon-chromium Bearing Steel under Rolling Contact Fatigue" trong Tetsu-to-Hagané, The Iron and Steel Institute of Japan, 2008, Tập 94, Số 1, trang 13-20.

Tiếp theo, bước cấu hình thiết lập dò siêu âm, sự thiết lập bộ phận dò siêu âm 10 được sử dụng trong thử nghiệm siêu âm được cấu hình. Ở bước này, các điều kiện để thử nghiệm siêu âm sử dụng chùm tia siêu âm được xác định với sự giãn dài, mà được gây ra nhờ việc cán, tạp chất bị giữ lại trong khi quá trình đúc diễn ra. Các biểu thức để xác định các điều kiện thử nghiệm siêu âm sau đây được mô tả.

Trước hết, đường kính chùm tia d_2 của bộ phận dò siêu âm 10 có thể được biểu hiện bằng biểu thức (6) dưới đây, trong đó D là đường kính dò của bộ phận dò siêu âm 10, F là khoảng cách tiêu điểm trong nước, C là vận tốc của sóng siêu âm trong nước, và f là tần số siêu âm.

$$d_2 = \frac{C \cdot F}{f \cdot D} \quad (6)$$

Đường kính chùm tia d_2 của chùm tia siêu âm về cơ bản là không thay đổi ngay cả khi chùm tia siêu âm đi vào vật liệu thép. Trong điều kiện như vậy, diện tích tiết diện ngang của chùm tia S_2 trong vùng tiêu điểm của chùm tia có thể được biểu hiện nhờ biểu thức (7) sau.

$$S_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2 \quad (7)$$

Đối với tạp chất, độ dài L của tạp chất có thể được biểu hiện nhờ biểu thức (8) sau, biểu thức này phát xuất từ biểu thức (4) và biểu thức (5) nêu trên, sử dụng chiều rộng của tạp chất d_1 và tỷ số giảm S_0/S_1 .

$$L = d_1 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} \quad (8)$$

Khi tạp chất ở trung tâm của tiết diện ngang của chùm tia siêu âm (xem Fig.3A và Fig.3B), S_3 , diện tích tiết diện ngang của tạp chất được chứa trong chùm tia siêu âm, có thể được biểu hiện nhờ biểu thức (9) và biểu thức (10) dưới đây. Trong biểu thức (9) và biểu thức (10) dưới đây, tiết diện ngang của tạp chất trong chùm tia siêu âm được ước đoán bởi hình chữ nhật khi $L > d_2$ có, nhưng tiết diện ngang của tạp chất trong chùm tia siêu âm được ước đoán bởi hình elip khi $L \leq d_2$ có giá trị.

$$\text{Khi } L > d_2 \text{ Có giá trị, } S_3 = d_1 \cdot d_2 \quad (9)$$

$$\text{Khi } L \leq d_2 \text{ Có giá trị, } S_3 = \frac{\pi}{4} d_1 \cdot L \quad (10)$$

Tiếp theo, S_3/S_2 , là tỷ số giữa S_2 , diện tích tiết diện ngang của chùm tia của chùm tia siêu âm, và S_3 , diện tích tiết diện ngang của tạp chất được chứa trong chùm tia siêu âm, sau đây được bàn luận. Tín hiệu phản xạ A_1 thu được từ tạp chất trong thử nghiệm siêu âm có thể được biểu hiện nhờ biểu thức (11) dưới đây sử dụng A_0 , là tín hiệu phản xạ thu được khi toàn bộ chùm tia siêu âm tạo ra các sóng siêu âm được phản xạ. Trong biểu thức (11) dưới đây, được giả sử là hệ số phản xạ trên mỗi đơn vị diện tích của tín hiệu phản xạ A_1 và hệ số phản xạ trên mỗi đơn vị diện tích của tín hiệu phản xạ A_0 bằng nhau.

$$A_1 = A_0 \cdot (S_3/S_2) \quad (11)$$

Thử nghiệm siêu âm có thể thực hiện được ở điều kiện mà tín hiệu phản xạ A_1 tương ứng với tạp chất lớn hơn hoặc bằng kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 được thiết lập ở bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất nêu trên là có thể phát hiện được. Do đó, trị số của tín hiệu phản xạ A_1 mong muốn là được thiết lập ở trị số thỏa mãn biểu thức (12) dưới đây, trong đó A_n là mức độ nhiễu trong thử nghiệm siêu âm và α là biên độ phát hiện (tỷ số S/N).

$$A_1 \geq \alpha \cdot A_n \quad (12)$$

Do đó, các điều kiện được thỏa mãn nhờ đường kính chùm tia d_2 của chùm tia siêu âm để phát hiện tạp chất mà thỏa mãn $d_1 \geq d_3$ được biểu hiện bằng biểu thức (13) và biểu thức (14) dưới đây, mà phát xuất từ biểu thức (8) đến biểu thức (12) nêu trên.

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \text{ có giá trị, } A_0 \cdot \left(\frac{4d_3}{\pi d_2} \right) \geq \alpha \cdot A_n \quad (13)$$

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} \leq d_2 \text{ có giá trị, } A_0 \cdot \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1} \right)^{3/2} \geq \alpha \cdot A_n \quad (14)$$

Mức độ nhiễu A_n trong biểu thức (13) và biểu thức (14) sau đây được bàn luận. Các tác giả sáng chế đã so sánh, trong số bốn loại bộ phận dò siêu âm 10 mà khác nhau về đường kính chùm tia d_2 của chùm tia siêu âm, tín hiệu phản xạ A_0 và mức độ nhiễu A_n như được minh họa trong Fig.7 trong các điều kiện tương tự với các điều kiện của thử nghiệm siêu âm thực. Các trị số của "số nghịch đảo của tỷ số S/N" được trình bày trên Fig.7 biểu thị rằng $A_n \approx 0,01 \cdot A_0$ mong muốn là được thỏa mãn không phân biệt đường kính chùm tia d_2 . Khi xem xét điều này, biểu thức (15) và biểu thức (16) dưới đây được biến đổi từ biểu thức (13) và biểu thức (14) nêu trên.

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \text{ có giá trị, } \frac{4d_3}{\pi d_2} \geq \alpha \cdot 0,01 \quad (15)$$

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} \leq d_2 \text{ có giá trị, } \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1} \right)^{3/2} \geq \alpha \cdot 0,01 \quad (16)$$

Biên độ phát hiện α được yêu cầu để thỏa mãn ít nhất là $\alpha \geq 2$. Trong trường hợp đó, biểu thức (17) và biểu thức (18) nêu trên được biến đổi từ biểu thức (15) và biểu thức (16) sau.

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \text{ có giá trị, } \frac{4d_3}{\pi d_2} \geq 0,02 \quad (17)$$

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} \leq d_2 \text{ có giá trị, } \left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{3/2} \geq 0,02 \quad (18)$$

Biên độ phát hiện α tốt hơn nữa nếu thỏa mãn $\alpha \geq 5$. Trong trường hợp đó, biểu thức (17) và biểu thức (18) nêu trên được thay thế bằng biểu thức (19) và biểu thức (20) sau.

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \text{ có giá trị, } \frac{4d_3}{\pi d_2} \geq 0,05 \quad (19)$$

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} \leq d_2 \text{ có giá trị, } \left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{3/2} \geq 0,05 \quad (20)$$

Theo bước nêu trên, ở bước này, đường kính chùm tia d_2 của chùm tia siêu âm của bộ phận dò siêu âm 10 được sử dụng trong bước thử nghiệm siêu âm, mà được mô tả dưới đây, được thiết lập để thỏa mãn biểu thức (17) hoặc biểu thức (18) nêu trên (tốt hơn là, biểu thức (19) hoặc biểu thức (20)). Theo cách khác, khi biểu thức (1) dưới đây được thỏa mãn, đường kính chùm tia d_2 được thiết lập để thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây, nhưng nếu biểu thức (1) không được thỏa mãn, đường kính chùm tia d_2 được thiết lập để thỏa mãn biểu thức (3) dưới đây.

$$d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \quad (1)$$

$$\frac{4d_3}{\pi d_2} \geq 0,02 \quad (2)$$

$$\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{3/2} \geq 0,02 \quad (3)$$

Tiếp theo, ở bước thiết lập trị số ngưỡng phát hiện, trị số ngưỡng phát hiện A_{th} đối với các tạp chất được thiết lập. Ở bước này, để khiến tín hiệu phản xạ A_1 của tạp chất tương ứng với kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 có thể phát hiện được, trị số ngưỡng phát hiện A_{th} được thiết lập để thỏa mãn biểu thức (21) và biểu thức (22) dưới đây dựa trên biểu thức (8) đến biểu thức (11) nêu trên.

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \text{ có giá trị, } A_{th} = A_0 \cdot \left(\frac{4d_3}{\pi d_2}\right) \quad (21)$$

$$\text{Khi } d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} \leq d_2 \text{ có giá trị, } A_{th} = A_0 \cdot \left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{3/2} \quad (22)$$

Tiếp theo, ở bước thiết lập cường độ thử nghiệm, cường độ thử nghiệm p được

thiết lập. Cường độ thử nghiệm p mong muốn là được thiết lập dựa trên đường kính chùm tia d_2 của chùm tia siêu âm sao cho việc không phát hiện khuyết tật sẽ không xảy ra. Cường độ thử nghiệm p được thiết lập để thỏa mãn biểu thức (23) dưới đây khi các điểm đo như vậy là các điểm đo, ví dụ, được minh họa trong Fig.8 được tính đến.

$$\sqrt{2} \cdot p \leq d_2 \quad (23)$$

Như nêu trên, phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo phương án này thực hiện bước thiết lập điều kiện đánh giá (bước S_1 của Fig.5, bước S_{11} đến S_{14} của Fig.6) và, sau đó, thực hiện bước đánh giá mẫu (bước S_2 của Fig.5). Ở bước đánh giá mẫu, như được minh họa trong Fig.9, bước chuẩn bị mẫu (bước S_{21}), bước thử nghiệm siêu âm (bước S_{22}), bước chuyển đổi 2D sang 1D (bước S_{23}), và bước đánh giá (bước S_{24}) được thực hiện theo thứ tự này.

Đầu tiên, ở bước chuẩn bị mẫu, mẫu thử nghiệm siêu âm được chuẩn bị. Cụ thể là, ở bước này, ví dụ, cắt mẫu ra khỏi vật liệu thép (thanh thép tròn), làm nhẵn bề mặt, và xử lý nhiệt để việc làm mịn hạt được thực hiện. Mẫu được cắt ra khỏi vật liệu thép theo cách để tạo ra bề mặt thử nghiệm song song với hướng cán như được minh họa trong Fig. 10. Mẫu này tốt hơn nếu được cắt ra để tạo ra bề mặt phẳng như được minh họa trong Fig.10 cho thử nghiệm hai chiều ngâm hiệu quả được thực hiện sau đó.

Tiếp theo, ở bước thử nghiệm siêu âm, thử nghiệm siêu âm được thực hiện. Ở bước này, kỹ thuật ngâm được sử dụng sao cho thử nghiệm sử dụng bộ phận dò siêu âm tập trung nút 10 được thực hiện chính xác và hiệu quả. Ở bước này, trong khi truyền và nhận chùm tia siêu âm ở các khoảng của cường độ thử nghiệm p đã được thiết lập ở bước thiết lập cường độ thử nghiệm sử dụng bộ phận dò siêu âm tập trung nút 10 mà có các cài đặt được cấu hình ở bước cấu hình thiết lập dò siêu âm, bản đồ hai chiều (sự phân bố hai chiều) của mức độ tín hiệu phản xạ (độ mạnh của tín hiệu phản xạ) được tạo ra bằng cách phát hiện tín hiệu phản xạ A_1 ở mỗi vị trí.

Bản đồ hai chiều nêu trên được tạo ra sao cho hướng cán vật liệu thép được biểu thị trên bản đồ này. Như một kỹ thuật đặc biệt cho thử nghiệm siêu âm được thực hiện ở bước này, tốt hơn là sử dụng kỹ thuật thử nghiệm quét-C như kỹ thuật thử nghiệm được mô tả trong Tài liệu tham khảo 3 như được minh họa trong Fig.11 khi bề mặt thử nghiệm là bề mặt phẳng.

Tài liệu tham khảo 3: Công bố bằng sáng chế Nhật Bản để mở số 2008-261889

Khi bề mặt thử nghiệm là bề mặt cong, tốt hơn là thực hiện quét hai chiều bằng

cách kết hợp quay trục và di chuyển theo hướng song song với hướng trục, ví dụ, như được minh họa trên Fig.12.

Như nêu trên, ở bước này, bề mặt của vật liệu thép được quét hai chiều theo phương thức để tạo ra bề mặt quét song song với hướng cán trong khi, bằng việc sử dụng bộ phận dò siêu âm 10 mà tạo ra chùm tia siêu âm, việc truyền và nhận chùm tia siêu âm từ và đến vật liệu thép, làm mẫu, sử dụng kỹ thuật ngấm.

Tiếp theo, ở bước chuyển đổi 2D sang 1D, chuyển đổi 2D sang 1D theo hướng cán được thực hiện trên bản đồ hai chiều của mức độ tín hiệu phản xạ. Ở bước này, bản đồ hai chiều của mức độ tín hiệu phản xạ kết hợp với bề mặt mà được quét hai chiều ở bước thử nghiệm siêu âm nêu trên là thu được, và sự chuyển đổi 2D sang 1D được thực hiện trên bản đồ hai chiều này. Ở bước này, cụ thể là, như được minh họa trong Fig.13, sự chuyển đổi thành dữ liệu một chiều được thực hiện bằng việc tiến hành tập hợp, như trừ đi trị số lớn nhất, theo hướng vuông góc với hướng cán vật liệu thép, mà làm mẫu, bên trong (các) vùng được chỉ định trong bản đồ hai chiều này.

Sau cùng, ở bước đánh giá, độ dài tổng của (các) tạp chất được phát hiện trong mẫu được đánh giá. Ở bước này, độ dài tổng theo hướng cán của (các) vùng trong đó mức tín hiệu phản xạ thu được bằng việc chuyển đổi 2D sang 1D ở bước chuyển đổi 2D sang 1D nêu trên là cao hơn hoặc bằng mức tín hiệu (trị số ngưỡng phát hiện A_{th}), mà tương ứng với kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 , được tính và được đánh giá. Cụ thể là, ở bước này, như được minh họa trong Fig.14, độ dài tổng của (các) tạp chất được tính toán bằng cách đếm số lượng điểm mà ở đó mức tín hiệu phản xạ thu được qua việc chuyển đổi 2D sang 1D là cao hơn hoặc bằng trị số ngưỡng phát hiện A_{th} mà được thiết lập đối với các tạp chất ở bước thiết lập trị số ngưỡng phát hiện nêu trên và nhân số lượng các điểm với cường độ dữ liệu theo hướng cán. Ở bước này, được đánh giá rằng độ dài tổng của các tạp chất càng lớn, xác suất mà tạp chất có trên bề mặt của vật liệu thép càng cao.

Ở bước chuyển đổi 2D sang 1D và bước đánh giá được minh họa trong Fig.13 và Fig.14 nêu trên, việc chuyển đổi 2D sang 1D và việc đánh giá độ dài tổng được tiến hành trên (các) vùng, ở đó mức tín hiệu phản xạ đặc biệt cao, được thiết kế trong (được trích xuất từ) bản đồ hai chiều của mức độ tín hiệu phản xạ thu được từ toàn bộ vật liệu thép. Ngoài ra, một cách tiếp cận khác mà bỏ qua sự chỉ định vùng như vậy và thực hiện chuyển đổi 2D sang 1D và đánh giá toàn bộ độ dài tổng trên một khoảng

rộng có thể được sử dụng. Cách tiếp cận trước có ưu điểm là trị số độ dài tổng của các vùng tương ứng có thể thu được; cách tiếp cận sau có ưu điểm là thời gian và rắc rối về chỉ định (các) vùng có thể được giảm xuống.

Theo phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch 1 theo sáng chế nêu trên, độ tinh sạch được đánh giá nhờ sử dụng độ dài tổng theo hướng giãn dài của các tạp chất như là một tiêu chí đánh giá. Do đó, sự tương quan thuận lợi với xác suất tạp chất thực sự có mặt trên hoặc gần bề mặt của vật liệu thép sẽ thu được, và độ tinh sạch của vật liệu thép có thể được đánh giá cách chính xác.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được mô tả cụ thể hơn quá phần ví dụ thực hiện sáng chế. Trong phần ví dụ thực hiện sáng chế, độ tinh sạch của thanh thép tròn được cân bằng tỷ số giảm $S_0/S_1=10$ được đánh giá sử dụng phương pháp theo sáng chế và phương pháp theo kỹ thuật thông thường (Tài liệu sáng chế 1), và các kết quả của sự đánh giá được so sánh.

Phương pháp theo sáng chế được thực hiện với kích cỡ phát hiện tạp chất d_3 được đặt là $10\mu\text{m}$ và sử dụng bộ phận dò siêu âm có trên No. 2 của Fig.7 nêu trên có đường kính chùm tia d_2 là $0,20\text{mm}$. Ngoài ra, biên độ phát hiện α được đặt là 5; cường độ thử nghiệm p được đặt là $0,1\text{mm}$. Do đó, các điều kiện của biểu thức (19) nêu trên của bước cài đặt cấu hình dò siêu âm được thỏa mãn như dưới đây.

$$d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} = 0,32\text{mm} > d_2 = 0,20\text{mm}$$

$$\frac{4d_3}{\pi d_2} = 0,064 \geq \alpha \cdot 0,01 = 0,05$$

Ở bước thử nghiệm siêu âm trong ví dụ, thí nghiệm số của thử nghiệm một diện tích $20\text{mm} \times 10\text{mm}$ được thực hiện trên hai loại mẫu vật trong đó các tạp chất được phân bố như được minh họa trong Fig. 15A và Fig. 15B. Giả sử là các tạp chất được tạo hình bởi việc cán thành các hình được biểu thị bằng biểu thức (4) và biểu thức (5) nêu trên.

Fig. 16A và Fig. 16B minh họa các kết quả đánh giá các độ dài tổng của các tạp chất thu được nhờ việc thực hiện bước thử nghiệm siêu âm nêu trên và sau đó thực hiện bước chuyển đổi 2D sang 1D và bước đánh giá. Trong bản đồ hai chiều về các mức tín hiệu phản xạ, tín hiệu phản xạ thể hiện mức được biểu thị bằng biểu thức (11)

nêu trên. Ngoài ra, mức độ nhiễu A_n được thiết lập như sau: $A_n \approx 0,01 A_0$; trị số ngưỡng phát hiện A_{th} được thiết lập như sau.

$$A_{th} = A_0 \cdot \left(\frac{4d_3}{\pi d_2} \right) = 0,064 \cdot A_0$$

Fig.17 minh họa kết quả đánh giá bằng phương pháp theo sáng chế và kết quả đánh giá bằng phương pháp theo kỹ thuật thông thường. Mẫu vật thứ nhất và mẫu vật thứ hai là, như được minh họa trong Fig. 4A và Fig. 4B nêu trên, mẫu vật thứ nhất có xác suất mà tạp chất có trên bề mặt của vật liệu thép cao hơn mẫu vật thứ hai. Phương pháp theo sáng chế đánh giá rằng mẫu vật thứ nhất mà có độ dài tổng của các tạp chất lớn hơn có xác suất mà tạp chất có trên bề mặt của vật liệu thép cao hơn mẫu vật thứ hai và, theo đó, có tương quan thuận lợi với xác suất thực tế. Ngược lại, phương pháp theo kỹ thuật thông thường đánh giá rằng mẫu vật thứ hai mà có số lượng tạp chất lớn hơn có xác suất mà tạp chất có trên bề mặt của vật liệu thép cao hơn mẫu vật thứ nhất và, theo đó, không tương quan với xác suất thực tế.

Phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép và thiết bị đánh giá độ tinh sạch theo sáng chế được mô tả cụ thể nêu trên qua phương án này để thực hiện sáng chế và ví dụ thực hiện sáng chế. Tuy nhiên, sẽ được hiểu rằng phạm vi của sáng chế không bị giới hạn với phần mô tả và được hiểu theo nghĩa rộng dựa vào phần mô tả được nêu trong yêu cầu bảo hộ. Như một vấn đề tất nhiên, các sửa đổi, thay đổi khác, và tương tự được tạo ra dựa vào phần mô tả này sẽ nằm trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế cho phép đánh giá chính xác độ tinh sạch của vật liệu thép và do đó, có thể áp dụng được với một loạt các lĩnh vực tập trung vào quy trình sản xuất vật liệu thép có độ tinh sạch cao.

Danh sách các số chỉ dẫn tham khảo

- 1 thiết bị đánh giá độ tinh sạch
- 10 bộ phận dò siêu âm tập trung nút
- 20 bộ điều khiển

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép nhờ thử nghiệm siêu âm để đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép được tạo ra bằng cách cán phôi thép lớn được đúc, phương pháp này bao gồm:

bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất bao gồm việc thiết lập độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất sẽ bị phát hiện trong vật liệu thép bằng thử nghiệm siêu âm, độ dài tối thiểu d_3 sẽ theo hướng chiều rộng vuông góc với hướng cán vật liệu thép;

bước thử nghiệm siêu âm bao gồm việc quét hai chiều bề mặt của vật liệu thép, bằng cách sử dụng bộ phận dò siêu âm mà tạo ra chùm tia siêu âm, sao cho bề mặt quét song song với hướng cán trong khi truyền và nhận chùm tia siêu âm từ và đến vật liệu thép, làm mẫu bằng cách sử dụng kỹ thuật ngâm;

bước chuyển đổi 2D sang 1D bao gồm việc thu sự phân bố hai chiều của mức tín hiệu siêu âm phản xạ kết hợp với bề mặt quét hai chiều và thực hiện chuyển đổi 2D sang 1D trên sự phân bố hai chiều; và

bước đánh giá bao gồm việc tính toán và đánh giá độ dài tổng theo hướng cán của vùng mà ở đó mức tín hiệu siêu âm phản xạ thu được qua việc chuyển đổi 2D sang 1D là cao hơn hoặc bằng mức độ tín hiệu tương ứng với độ dài d_3 , và đánh giá rằng xác suất mà tạp chất có mặt trên bề mặt của vật liệu thép trở nên càng cao khi tổng chiều dài theo hướng cán trở nên càng lớn.

2. Phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước, trước bước thử nghiệm siêu âm,

lập cấu hình đặt mức dò siêu âm bao gồm đặt mức đường kính chùm tia d_2 để thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây khi biểu thức (1) dưới đây được thỏa mãn, hoặc đặt mức đường kính chùm tia d_2 để thỏa mãn biểu thức (3) dưới đây khi biểu thức (1) không được thỏa mãn, trong đó S_0 là diện tích tiết diện ngang của phôi thép lớn theo hướng vuông góc với hướng cán và S_1 là diện tích tiết diện ngang của vật liệu thép theo hướng vuông góc với hướng cán:

$$d_3 \cdot (S_0/S_1)^{3/2} > d_2 \quad (1)$$

$$\frac{4d_3}{\pi d_2} \geq 0,02 \quad (2)$$

$$\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_0}{S_1}\right)^{3/2} \geq 0,02 \quad (3).$$

3. Phương pháp đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó:

bước thiết lập kích cỡ phát hiện tạp chất thiết lập độ dài d_3 ở trị số nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$.

4. Thiết bị đánh giá độ tinh sạch của sản phẩm thép nhờ thử nghiệm siêu âm để đánh giá độ tinh sạch của vật liệu thép được tạo ra bằng cách cán phôi thép lớn được đúc, bao gồm:

bộ phận dò siêu âm mà tạo ra chùm tia siêu âm và thực hiện bước quét hai chiều của bề mặt của vật liệu thép theo cách tạo ra bề mặt quét song song với hướng cán vật liệu thép trong khi truyền và nhận chùm tia siêu âm từ và đến vật liệu thép này bằng cách sử dụng kỹ thuật ngâm; và

bộ phận điều khiển mà

thu sự phân bố hai chiều của mức tín hiệu siêu âm phản xạ kết hợp với bề mặt quét hai chiều,

thực hiện việc chuyển đổi 2D sang 1D trên sự phân bố hai chiều, và

tính toán độ dài tổng theo hướng cán của vùng mà ở đó mức tín hiệu siêu âm phản xạ thu được qua việc chuyển đổi 2D sang 1D là cao hơn hoặc bằng mức tín hiệu tương ứng với độ dài tối thiểu d_3 của tạp chất sẽ bị phát hiện trong vật liệu thép nhờ thử nghiệm siêu âm, độ dài tối thiểu d_3 sẽ theo hướng chiều rộng vuông góc với hướng cán vật liệu thép, và đánh giá rằng xác suất mà tạp chất có mặt trên bề mặt của vật liệu thép trở nên càng cao khi tổng chiều dài theo hướng cán trở nên càng lớn.

FIG.1

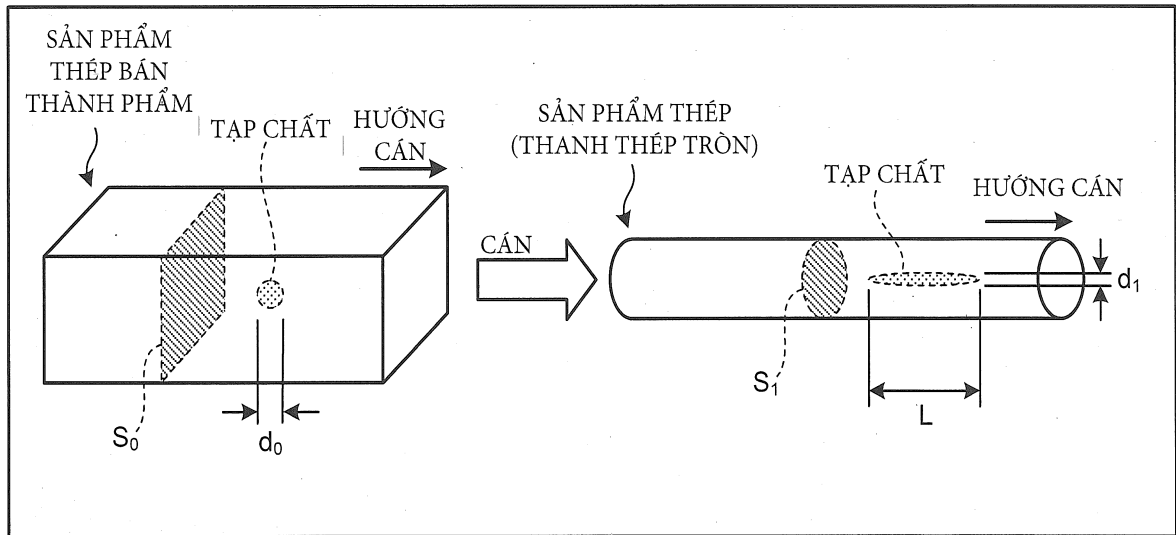


FIG.2

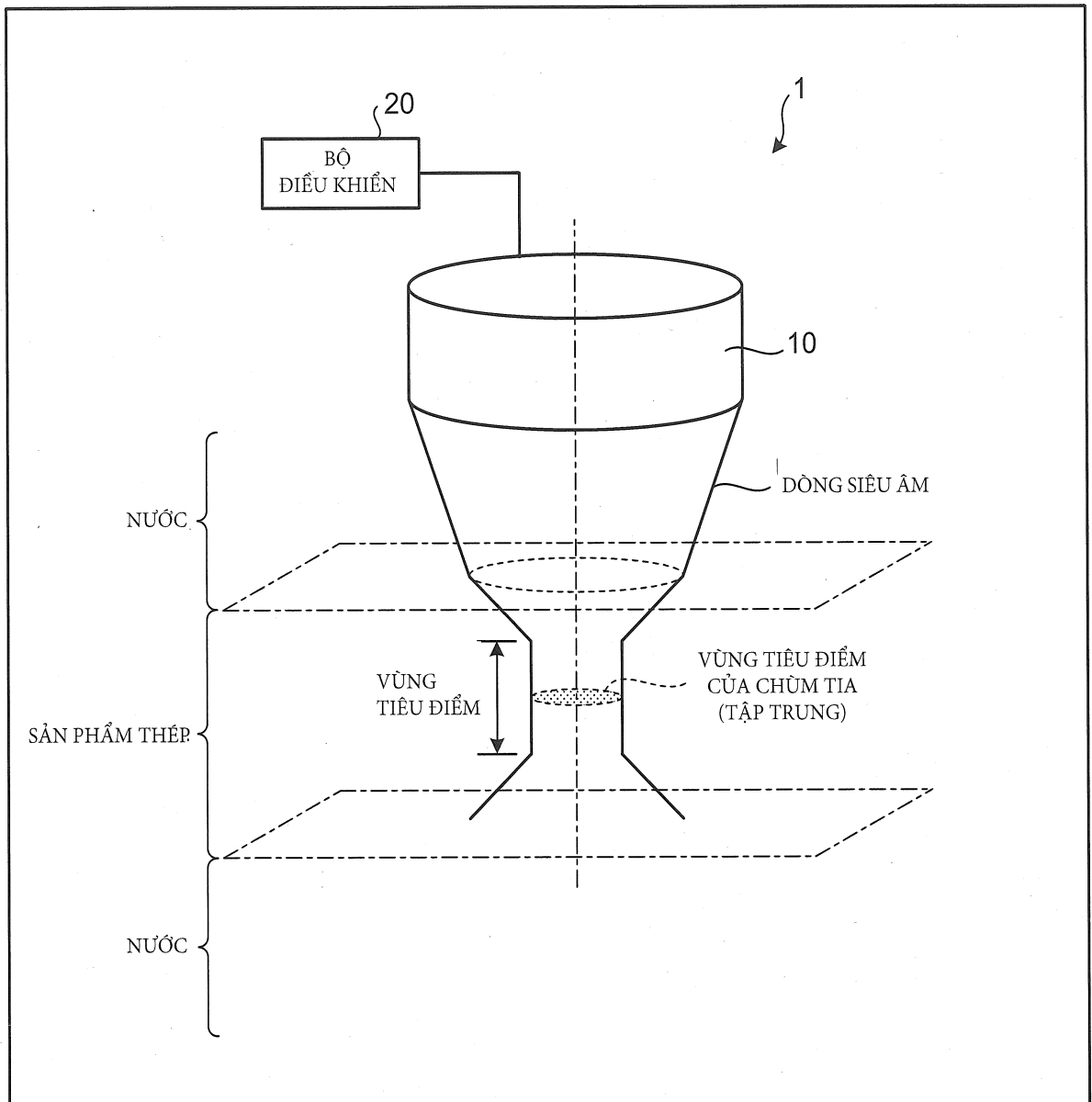


FIG.3A

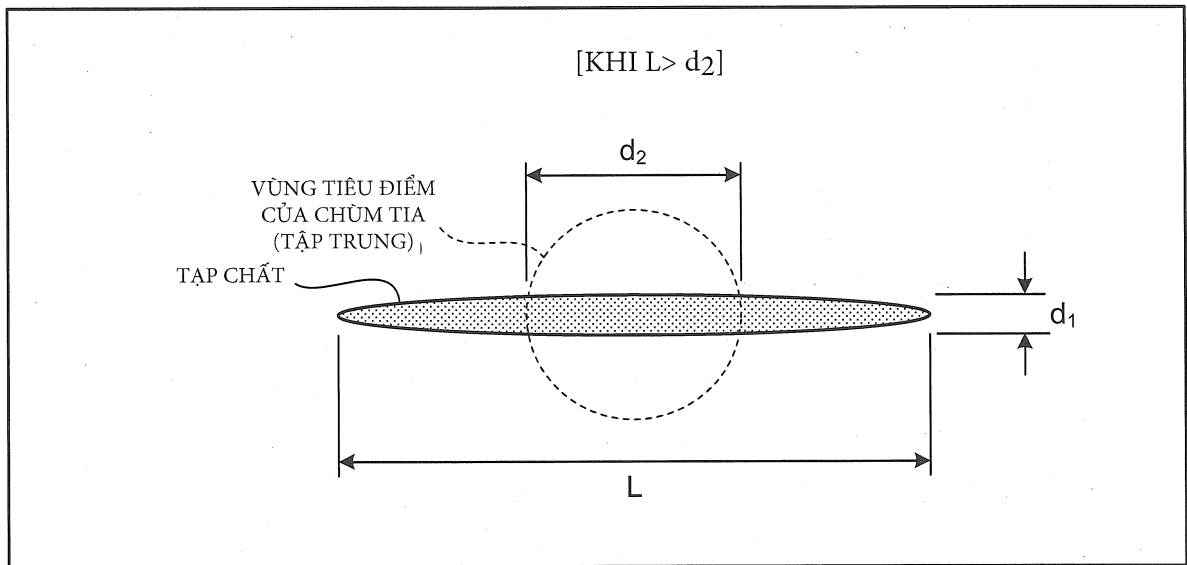


FIG.3B

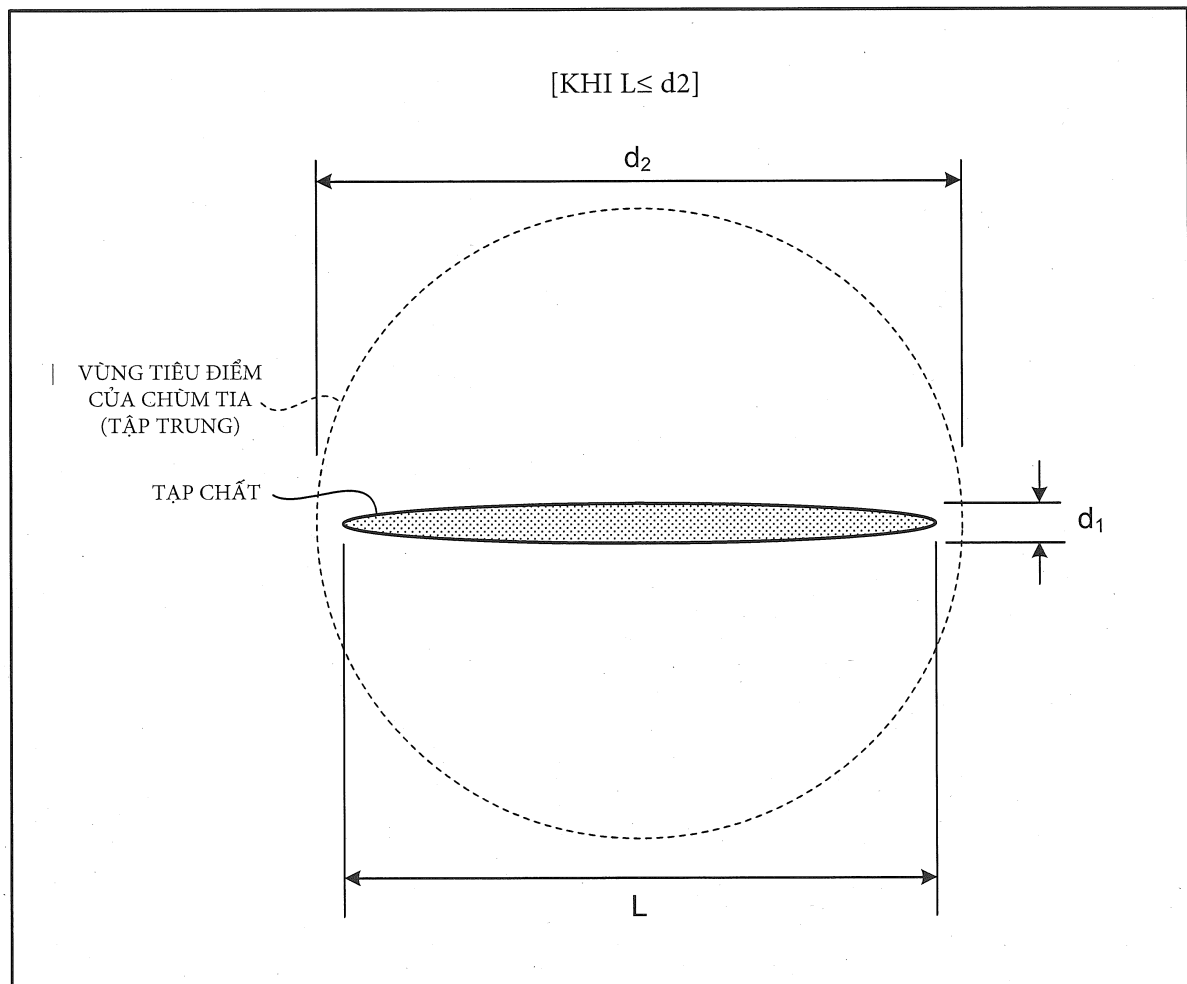


FIG.4A

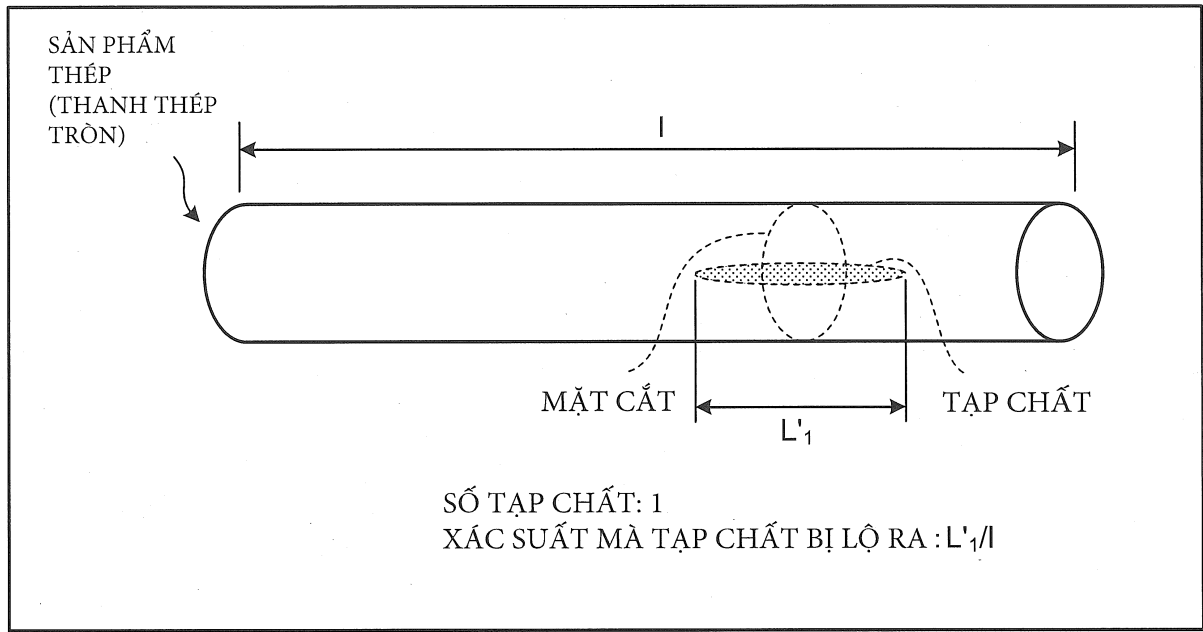


FIG.4B

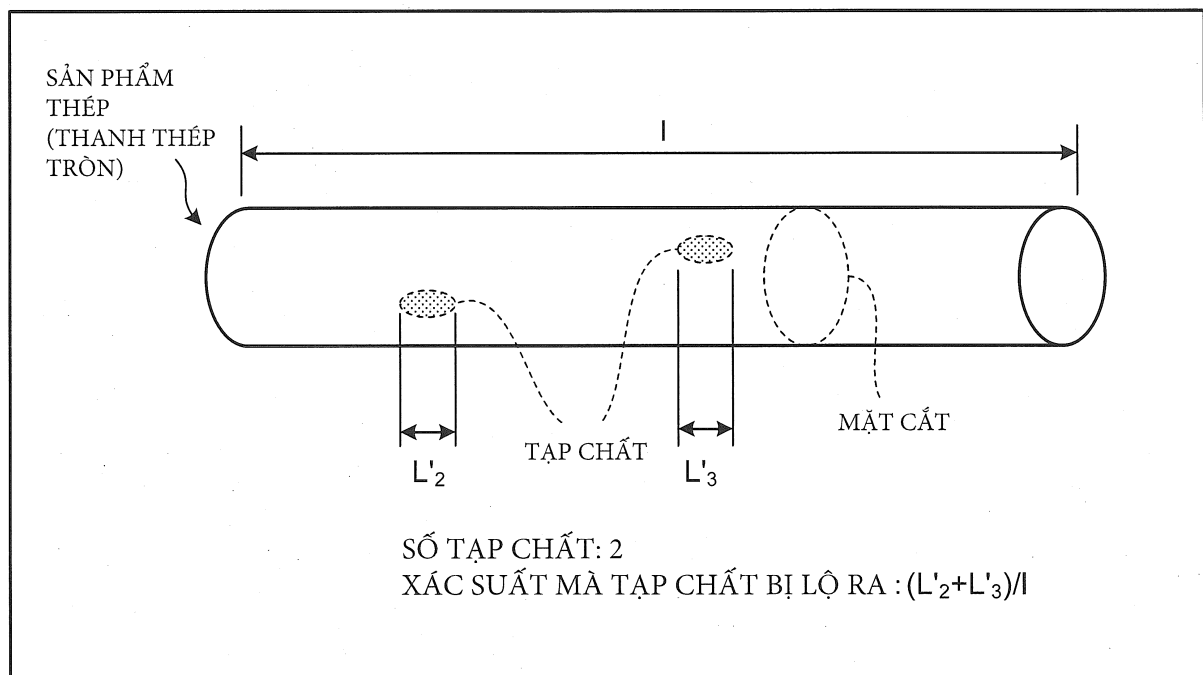


FIG.5

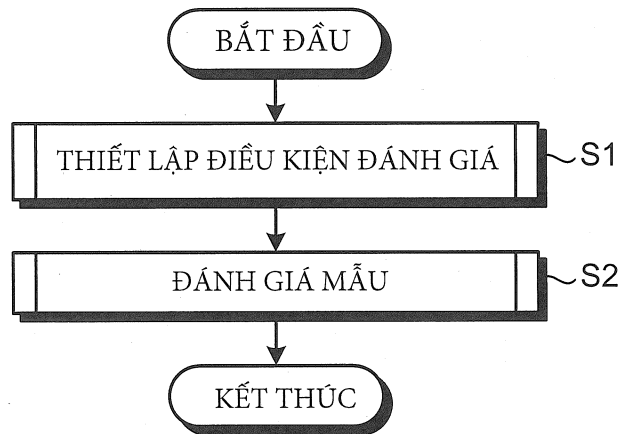


FIG.6

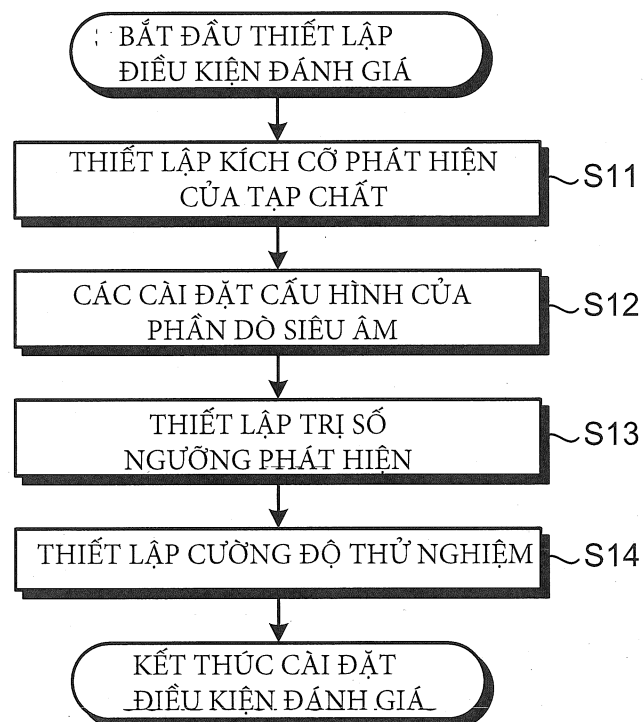


FIG.7

STT	TẦN SỐ SIÊU ÂM f [MHz]	ĐƯỜNG KÍNH PHẦN DÒ D [mm]	KHOẢNG CÁCH TIÊU ĐIỂM TRONG NƯỚC F [mm]	ĐƯỜNG KÍNH CHÙM TIA d_2 [mm] *	NGỊCH ĐẢO CỦA TỶ SỐ S/N A_n/A_0
1	20	6,4	38	0,44	$9,6 \times 10^{-3}$
2	50	6	40	0,20	$6,1 \times 10^{-3}$
3	50	6	15	0,074	$1,1 \times 10^{-2}$
4	50	6	12	0,059	$6,1 \times 10^{-3}$

*ĐƯỢC TÍNH TOÁN GIẢ SỬ RẰNG c , VẬN TỐC CỦA SÓNG SIÊU ÂM TRONG NƯỚC, LÀ 1480m/s

FIG.8

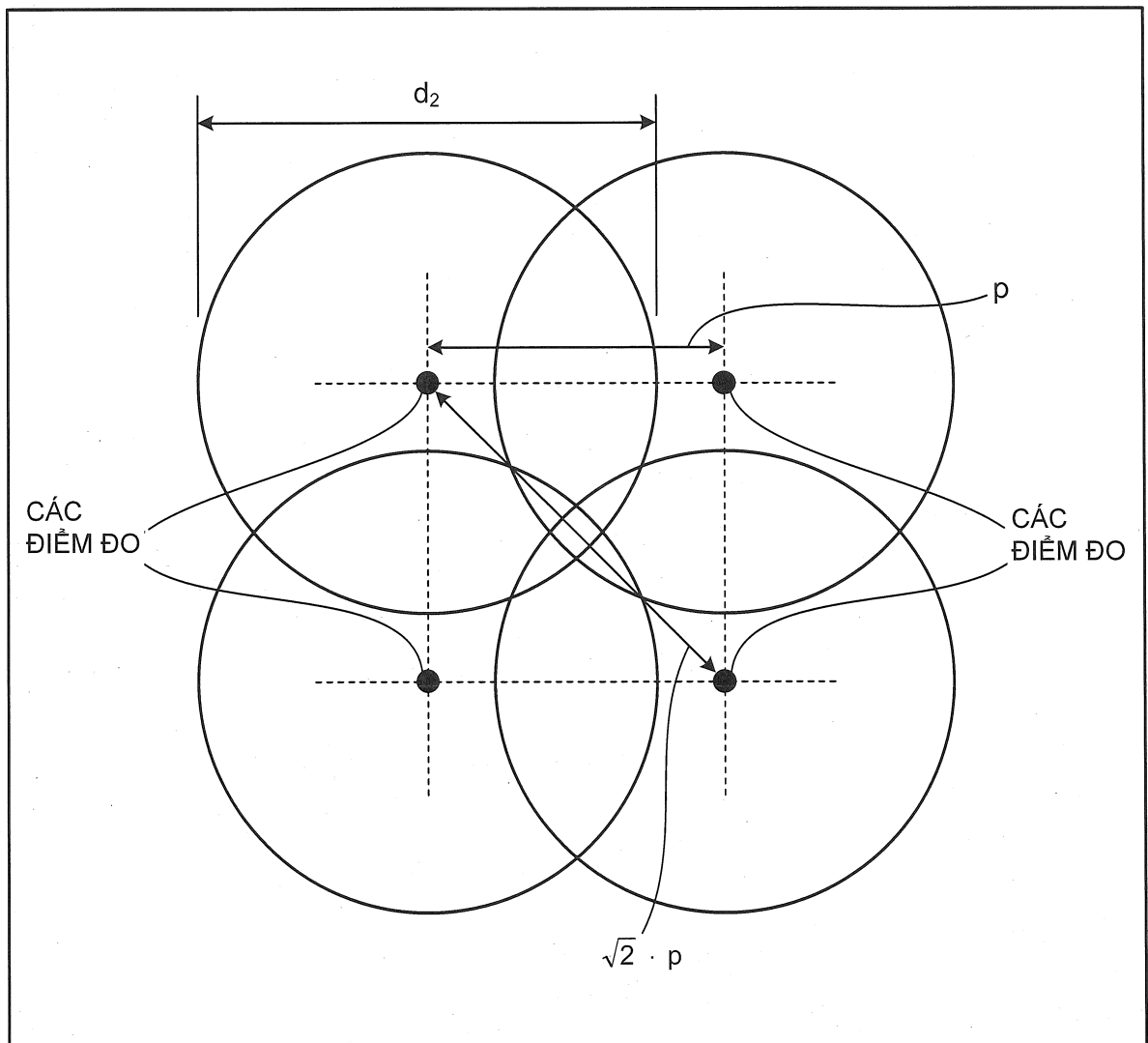


FIG.9

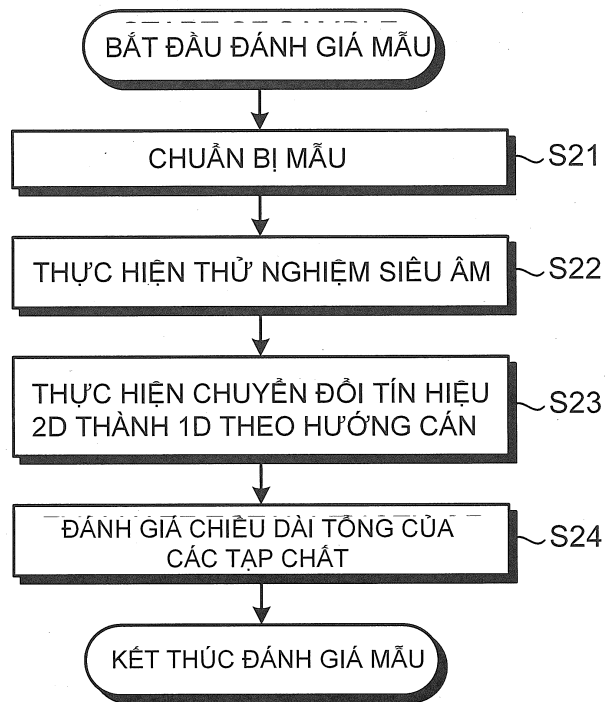


FIG.10

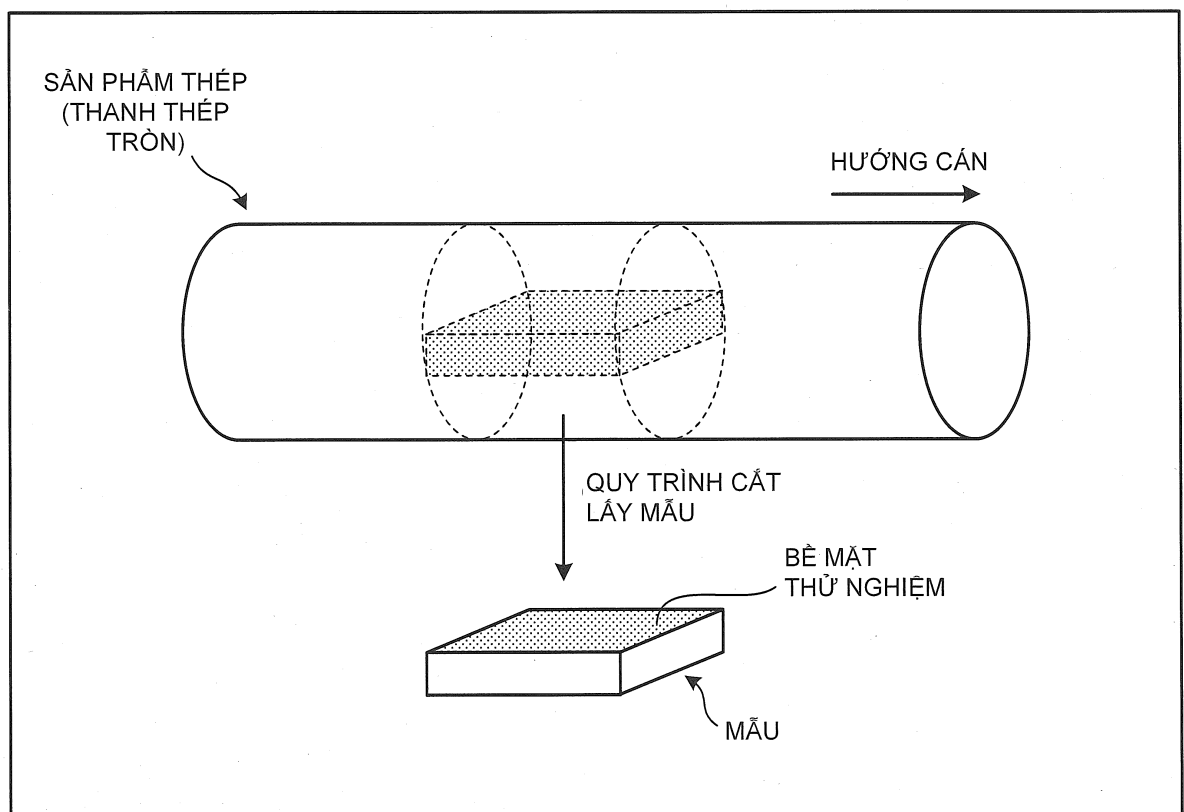


FIG.11

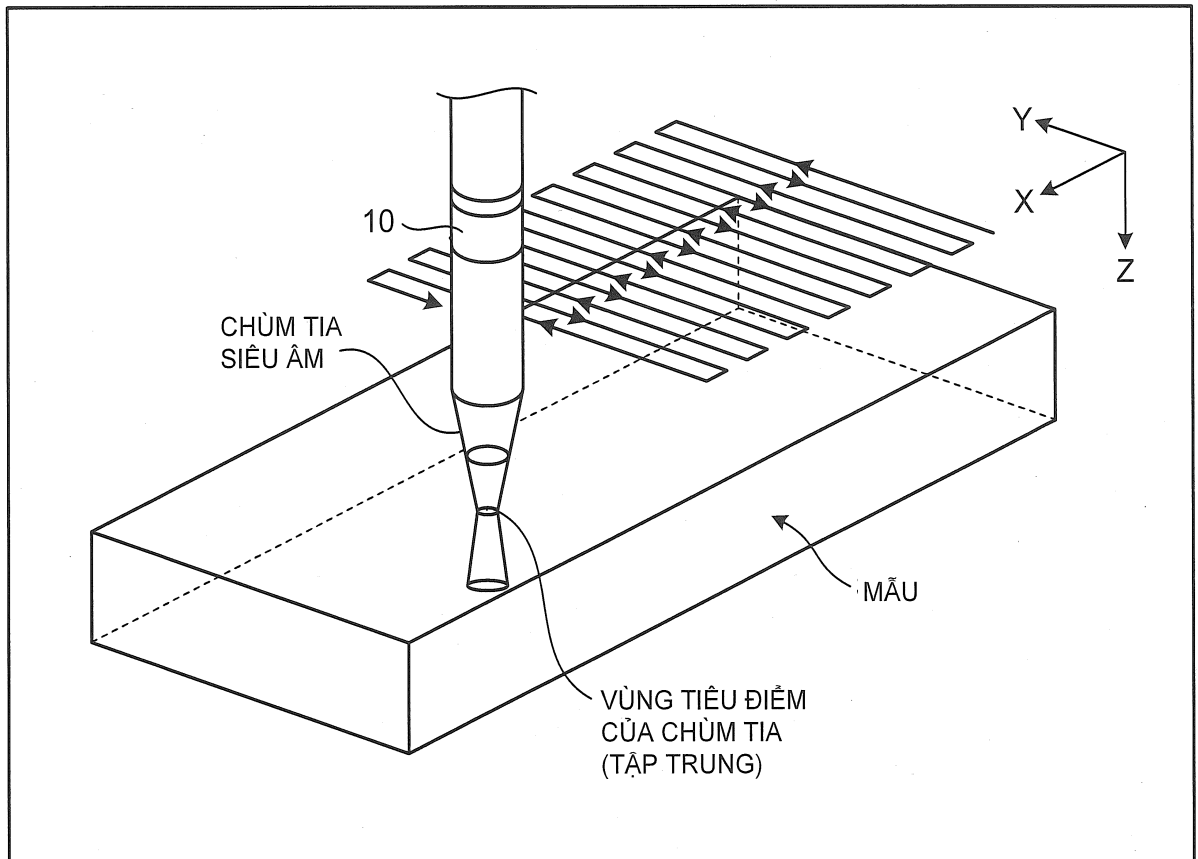


FIG.12

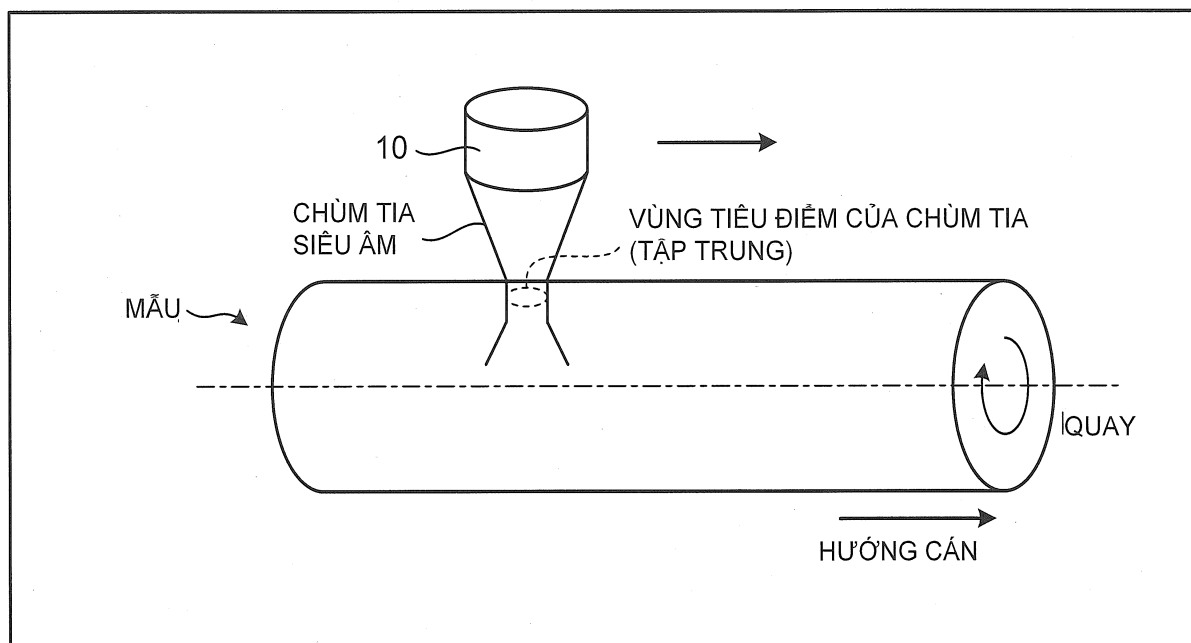


FIG.13

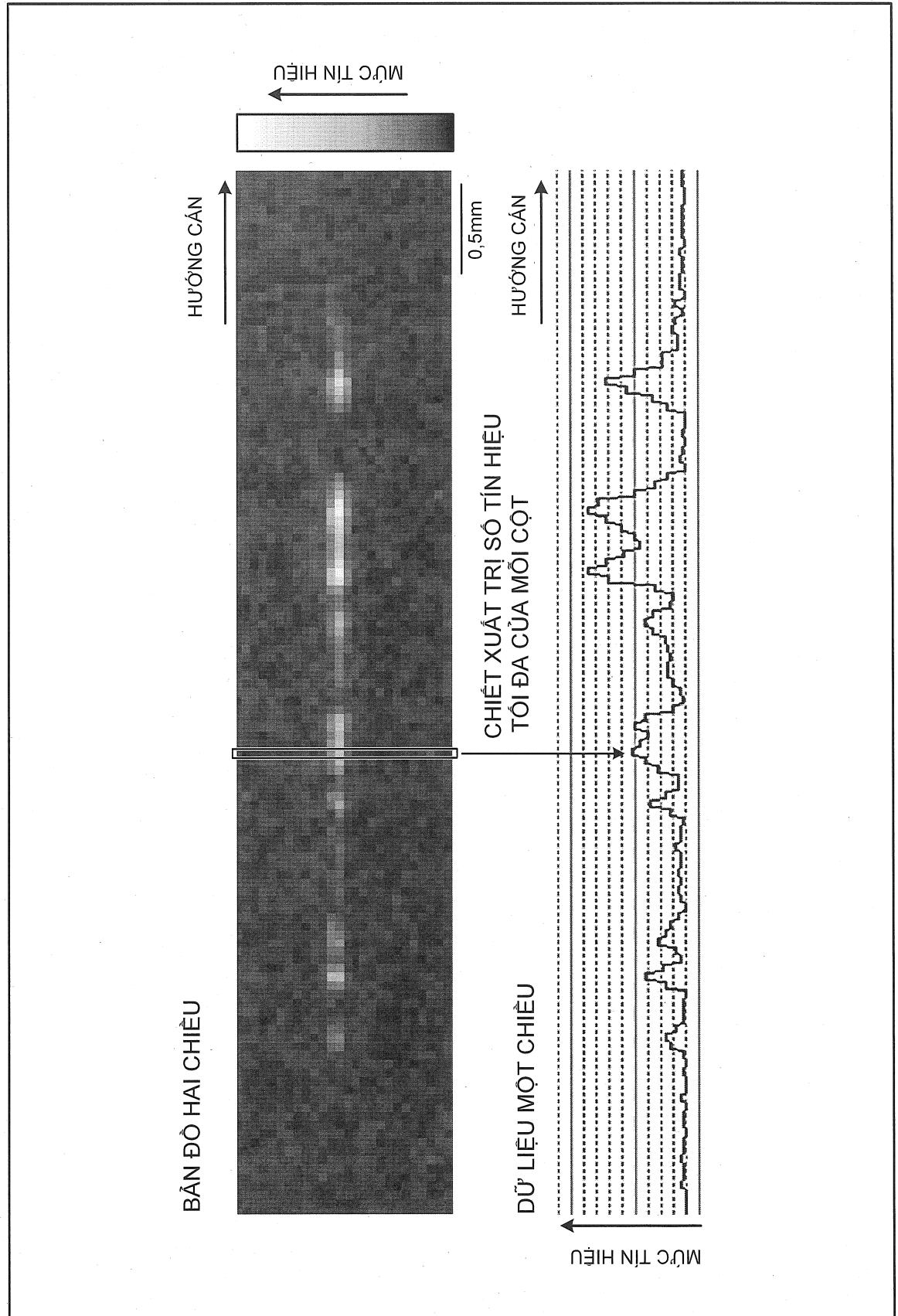


FIG.14

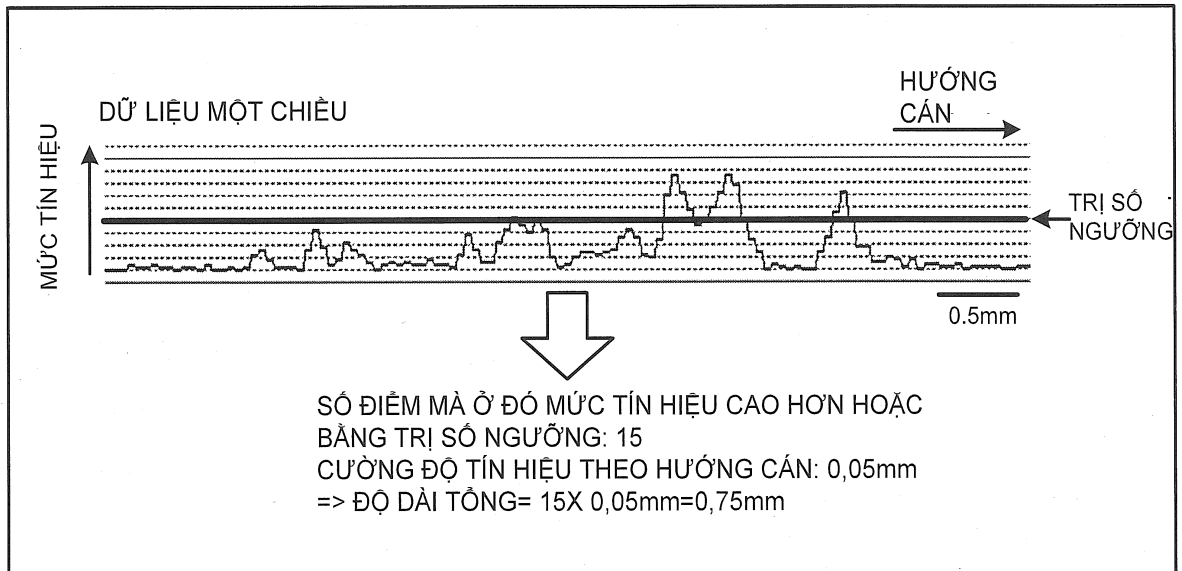


FIG.15A

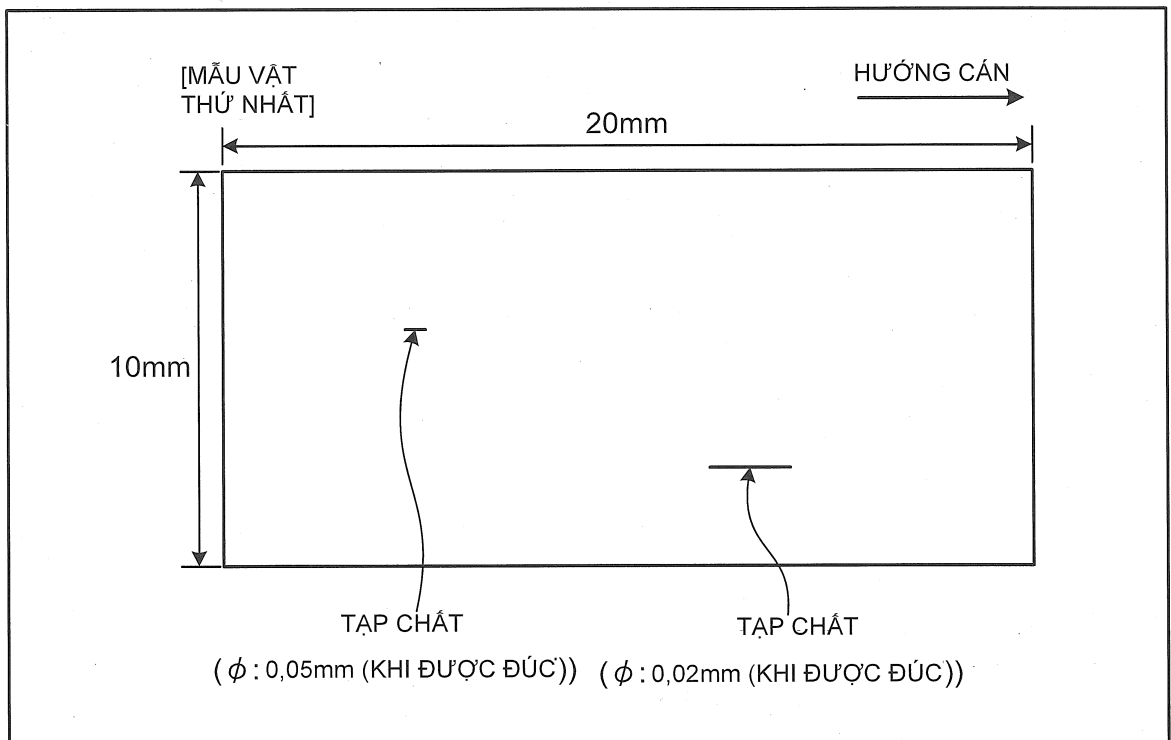


FIG.15B

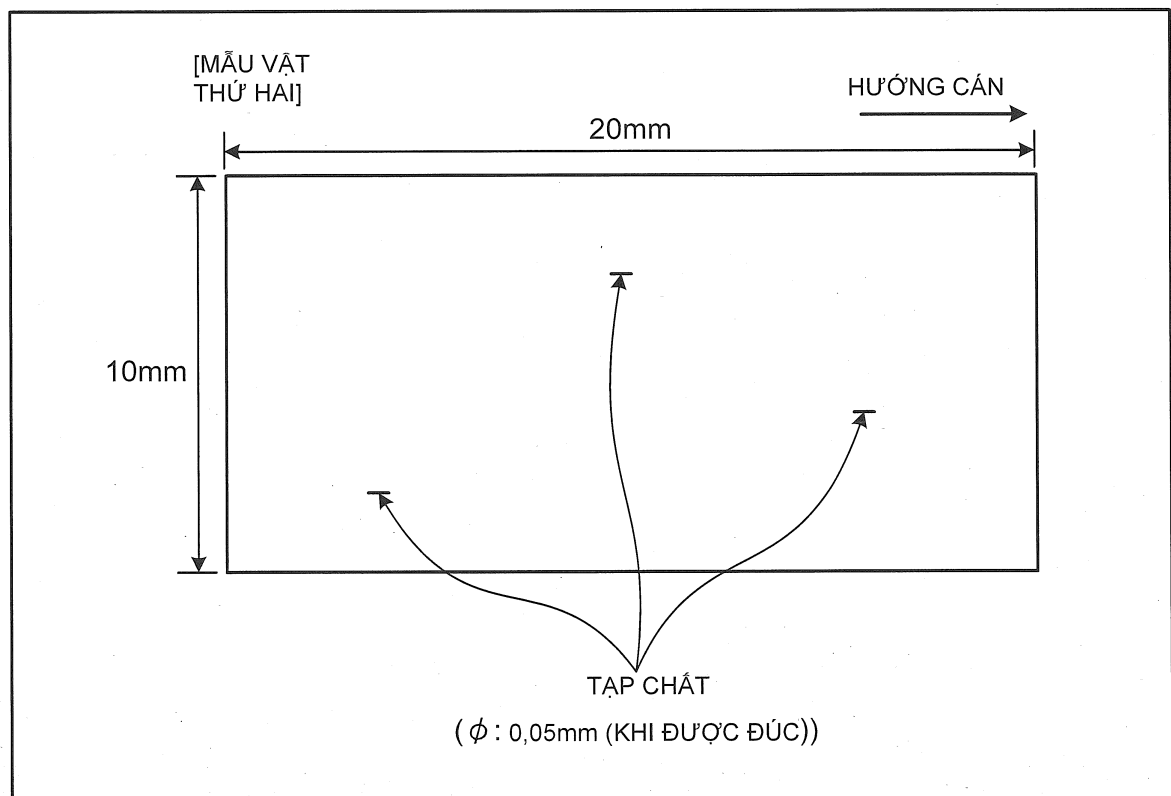


FIG.16A

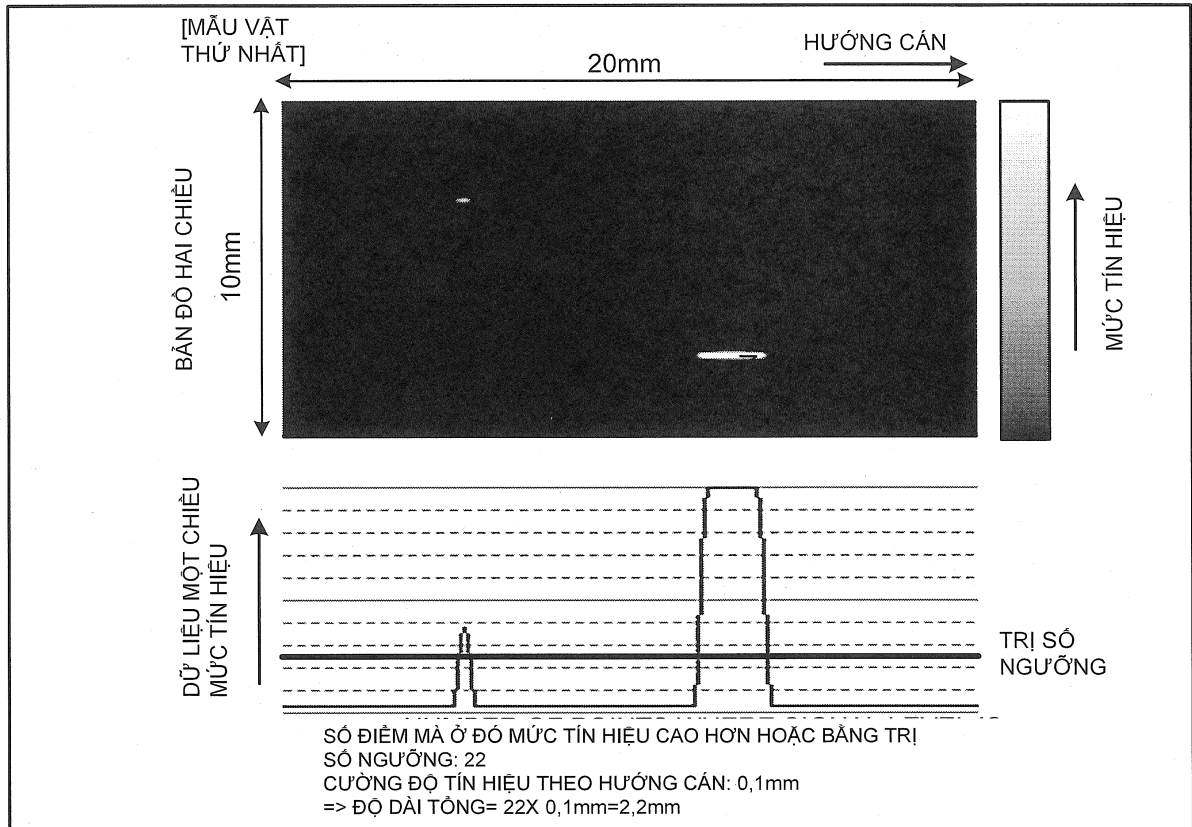


FIG.16B

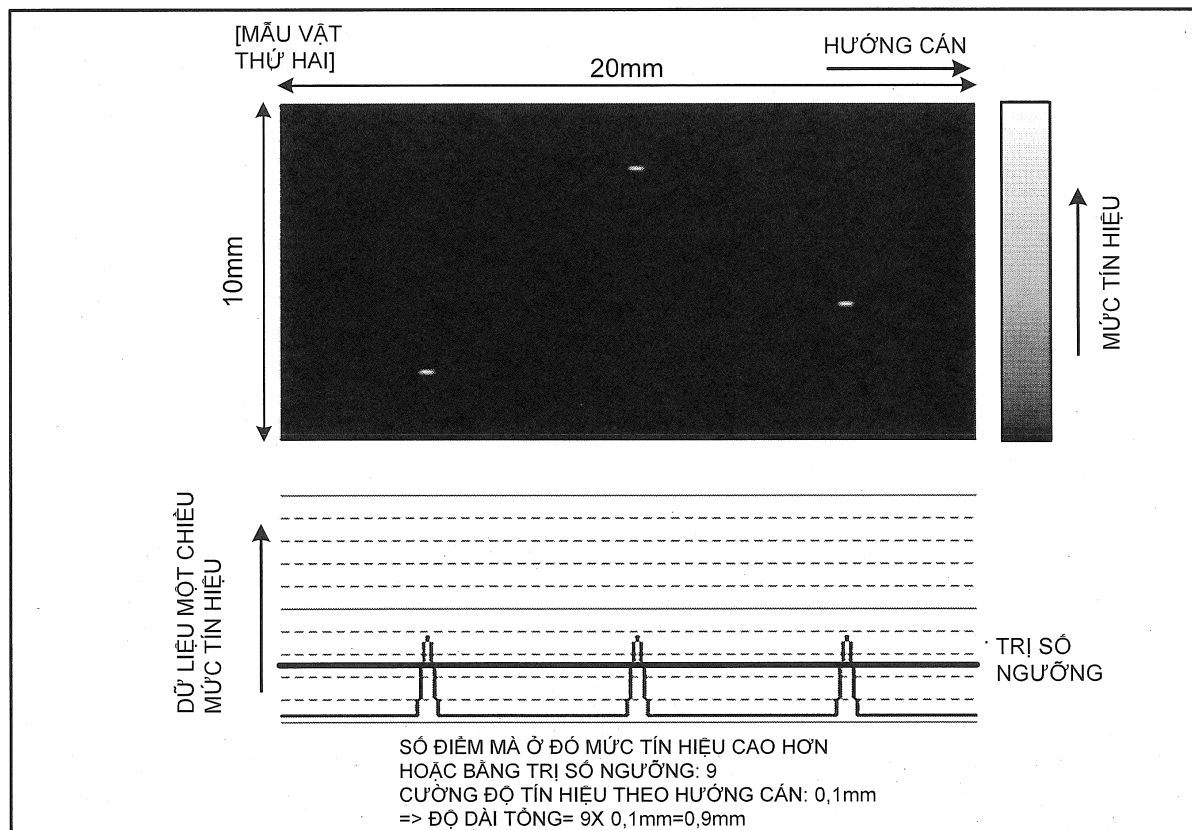


FIG.17

STT	KỸ THUẬT THÔNG THƯỜNG: SỐ TẠP CHẤT	KỸ THUẬT THEO SÁNG CHẾ: CHIỀU DÀI TỔNG CỦA CÁC TẠP CHẤT	XÁC SUẤT MÀ CÁC TẠP CHẤT BỊ LỘ RA KHỎI BỀ MẶT CẮT
MẪU VẬT THỨ NHẤT	2 mảnh	2,2mm	11%
MẪU VẬT THỨ HAI	3 mảnh	0,9mm	7,5%