



(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)



1-0050499

(51)^{2020.01} G01N 29/50

(13) B

(21) 1-2021-08297

(22) 13/06/2019

(86) PCT/JP2019/023486 13/06/2019

(87) WO2020/250379 17/12/2020

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/05/2022 410A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) TERADA, Kazuki (JP); MATSUI, Yutaka (JP); OHTANI, Yoshinori (JP);
MATSUMOTO, Minoru (JP).

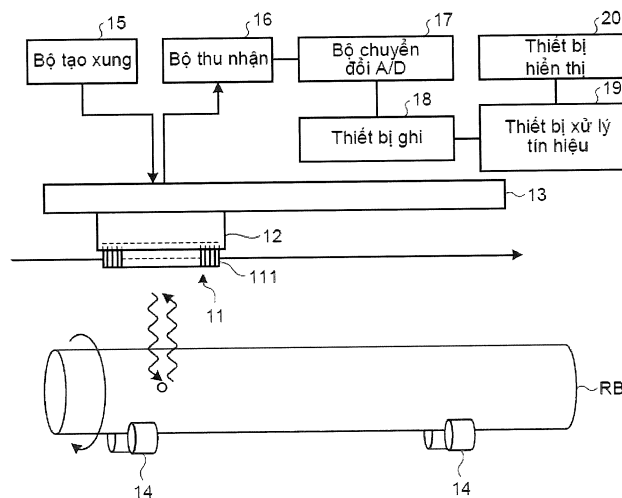
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN KHUYẾT TẬT BẰNG SIÊU ÂM, THIẾT BỊ PHÁT HIỆN KHUYẾT TẬT BẰNG SIÊU ÂM, DÂY CHUYỀN TRANG THIẾT BỊ SẢN XUẤT VẬT LIỆU THÉP, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU THÉP, VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG VẬT LIỆU THÉP

(21) 1-2021-08297

(57) Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế bao gồm bước thu nhận để thu nhận nhiều tín hiệu khuyết tật thông qua một hoặc nhiều hơn các phần tử rung được bố trí trong đầu dò siêu âm, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò siêu âm; bước xác định để tính toán tỷ số giữa áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung mà áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận, trong mỗi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và phần tử rung, và bước xác định nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí phần tử rung của vật liệu kiểm tra dựa trên tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán; và bước kiểm tra để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận thu được thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận, bằng cách dùng nhóm dạng sóng kết hợp được xác định tại bước xác định, và thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật. Sáng chế cũng đề cập đến thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép, phương pháp sản xuất vật liệu thép, và phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép.

FIG.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép, phương pháp sản xuất vật liệu thép, và phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khuyết tật bên trong của thanh dạng tròn có thể trở thành điểm bắt đầu của vết nứt khi bộ phận máy được tạo từ thanh dạng tròn được sản xuất, làm giảm độ bền và tuổi thọ của bộ phận máy sau khi được sản xuất. Do đó, thông thường, sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được thực hiện trên thanh dạng tròn, và khuyết tật bên trong của thanh dạng tròn đã được đánh giá. Trong thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm thông thường đối với thanh dạng tròn, sự phát hiện khuyết tật được thực hiện trên toàn bộ bề mặt của thanh dạng tròn, bằng cách di chuyển tương đối đầu dò mảng chéo và vuông góc đơn dọc theo hướng chu vi và hướng trục của thanh dạng tròn, hoặc di chuyển cặp thanh dạng tròn theo hướng trục bằng cách sắp xếp nhiều đầu dò mảng theo hướng chu vi.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp để cải thiện khả năng phát hiện và khả năng giải quyết khuyết tật dùng đầu dò siêu âm đường kính nhỏ bằng cách thu nhận tín hiệu khuyết tật trong khi quét đầu dò siêu âm và thực hiện quá trình xử lý tổng hợp khe trên nhiều tín hiệu khuyết tật đã thu nhận, trong khi thiết lập thời gian trễ theo vị trí của các tín hiệu khuyết tật đã thu nhận.

Mặt khác, khi đầu dò mảng được dùng, có thể cải thiện khả năng phát hiện khuyết tật bằng các điều khiển sự định thời mà nhiều phần tử rung được kích thích, và thay đổi độ sâu và hướng mà chùm siêu âm được tập trung. Tuy nhiên, để thực hiện sự phát hiện khuyết tật bằng cách thiết lập nhiều vị trí tập trung, các phần tử rung phải được kích thích nhiều lần, và tốn thời gian để phát hiện khuyết tật trên toàn bộ tiết diện. Từ các vấn đề đó, Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp tập trung chùm siêu âm theo hướng chu vi và phát hiện khuyết tật với tốc độ cao, bằng cách kích thích đồng thời các phần tử rung, và bằng cách bổ sung thời gian trễ vào các tín hiệu được thu nhận bởi các phần

tử rung và kết hợp các tín hiệu đã thu nhận trên máy tính.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2005-233874

Tài liệu sáng chế 2: Đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2013-156277

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong phương pháp được bộc lộ ở Tài liệu sáng chế 1, mặc dù khả năng phát hiện cao có thể đạt được đồng đều theo hướng di chuyển bởi hiệu ứng của tổng hợp khe, khi đầu dò không tập trung được dùng, khả năng phát hiện bị giảm theo hướng hướng về các đầu dò được sắp xếp. Khi đầu dò tập trung được dùng, chùm được tập trung trên trục trung tâm của đầu dò, và khả năng phát hiện bị giảm giữa các đầu dò. Chẳng hạn, có phương pháp sắp xếp các đầu dò theo cách dích dắc. Tuy nhiên, nếu phương pháp ngâm trong nước cục bộ được dùng, nhiều vùng hơn phải được ghép, và các bong bóng dễ dàng bị trộn hơn.

Hơn nữa, trong phương pháp được bộc lộ ở Tài liệu sáng chế 2, điểm trung tâm được quét theo hướng chu vi trên máy tính. Do đó, khi phần tử rung mà tập trung chùm theo hướng trục được dùng để thu được khả năng phát hiện cao và đồng đều theo hướng trục của thanh dạng tròn, sự phát hiện khuyết tật phải được tiến hành với quãng nhỏ chính xác. Do đó, nó cần thời gian để phát hiện khuyết tật trên toàn bộ tiết diện.

Sáng chế được tạo ra với quan điểm về các vấn đề trên, và mục tiêu của sáng chế là cung cấp phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm và thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm mà có thể thi hành sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm với khả năng phát hiện cao và khả năng giải quyết với tốc độ cao, với mọi vùng trong vật liệu kiểm tra. Hơn nữa, mục tiêu khác của sáng chế là cung cấp dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép và phương pháp sản xuất vật liệu thép mà có thể sản xuất vật liệu thép với sản lượng tốt. Hơn nữa, mục tiêu khác của sáng chế là cung cấp phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép mà có thể cung cấp vật liệu thép chất lượng cao.

Giải quyết vấn đề

Để giải quyết vấn đề được mô tả trên và đạt được mục tiêu, phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra theo sáng chế bao gồm: bước phát tín hiệu siêu âm từ đầu dò siêu âm đến vật liệu kiểm tra; bước thu nhận

tín hiệu siêu âm được phản xạ bên trong của vật liệu kiểm tra thông qua đầu dò siêu âm như là tín hiệu khuyết tật; bước thu nhận để thu nhận nhiều tín hiệu khuyết tật thông qua một hoặc nhiều hơn các phần tử rung được bố trí trong đầu dò siêu âm, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò siêu âm; bước xác định để tính toán tỷ số giữa áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung mà áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận trong mỗi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và phần tử rung, và xác định nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí phần tử rung của vật liệu kiểm tra dựa trên tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán; và bước kiểm tra để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận tại phần tử rung thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận, bằng cách dùng nhóm dạng sóng kết hợp được xác định tại bước xác định, và thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật.

Hơn nữa, trong phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được mô tả ở trên theo sáng chế, bước xác định bao gồm bước để tính toán tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N (Tín hiệu trên nhiễu, Signal-to-Noise) của tín hiệu khuyết tật bằng cách bổ sung và lấy trung bình tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung, và xác định nhóm dạng sóng kết hợp mà khiến tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N là giá trị được xác định trước hoặc hơn nữa, như là dạng sóng tín hiệu khuyết tật được dùng trong quá trình xử lý tổng hợp khe.

Hơn nữa, trong phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được mô tả ở trên theo sáng chế, bước xác định bao gồm bước để tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận dựa trên các góc hướng mà mỗi trong số đó là góc giữa trục trung tâm của phần tử rung và đường lan truyền siêu âm trong mỗi trong số hai tiết diện vuông góc với nhau, đối với phần tử rung, và tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận bằng cách dùng hai trong số các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán.

Hơn nữa, trong phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được mô tả ở trên theo sáng chế, bước xác định bao gồm bước để xác định thời gian trễ trong các đường lan truyền siêu âm, bằng cách tính toán đường lan truyền siêu âm và điểm tới mà thỏa mãn định luật Snell trên một tiết diện, đối với phần tử rung, và bằng cách tính toán vị trí của điểm tới và đường lan truyền siêu âm mà thỏa mãn định luật Snell trên bề mặt vuông

góc với tiết diện.

Hơn nữa, trong phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được mô tả ở trên theo sáng chế, bước xác định bao gồm bước để tính toán các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R1 và R2 bằng cách dùng các góc hướng ψ_1 và ψ_2 của tín hiệu siêu âm trên hai tiết diện vuông góc với nhau, bằng cách dùng biểu thức (1), biểu thức (2), và biểu thức (3) sau đây, khi phần tử rung được tạo thành với hình dạng hình chữ nhật, trong đó thông số m trong biểu thức (3) sau đây là hệ số được xác định bởi các góc hướng ψ_1 và ψ_2 và chiều rộng của phần tử rung:

$$R1 = Dc(\psi_1) \quad (1)$$

$$R2 = Dc(\psi_2) \quad (2)$$

$$Dc(\psi) = \frac{\sin m}{m} \quad (3)$$

Để giải quyết vấn đề được mô tả trên và đạt được mục tiêu, thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách phát tín hiệu siêu âm từ đầu dò siêu âm đến vật liệu kiểm tra, và bằng cách thu nhận tín hiệu siêu âm được phản xạ bên trong của vật liệu kiểm tra thông qua đầu dò siêu âm như là tín hiệu khuyết tật, và bao gồm: khối thu nhận được tạo kết cấu để thu nhận nhiều tín hiệu khuyết tật thông qua một hoặc nhiều hơn các phần tử rung được bố trí trong đầu dò siêu âm, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò siêu âm; khối xác định được tạo kết cấu để tính toán tỷ số của áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung mà áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận trong mỗi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và phần tử rung, và xác định nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí phần tử rung của vật liệu kiểm tra dựa trên tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán; và khối kiểm tra được tạo kết cấu để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận tại phần tử rung thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận, bằng cách dùng nhóm dạng sóng kết hợp được xác định bởi khối xác định, và thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật.

Để giải quyết vấn đề được mô tả trên và đạt được mục tiêu, dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép theo sáng chế bao gồm: thiết bị sản xuất được tạo kết cấu để sản xuất vật liệu thép; và thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế được

tạo kết cấu để kiểm tra bên trong của vật liệu thép được sản xuất bởi thiết bị sản xuất.

Để giải quyết vấn đề được mô tả trên và đạt được mục tiêu, phương pháp sản xuất vật liệu thép theo sáng chế bao gồm: bước sản xuất để sản xuất vật liệu thép; và bước phát hiện để phát hiện khuyết tật bên trong vật liệu thép đã sản xuất tại bước sản xuất, bằng cách dùng phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế.

Để giải quyết vấn đề được mô tả trên và đạt được mục tiêu, phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép theo sáng chế bao gồm: bước phát hiện để phát hiện khuyết tật bên trong vật liệu thép, bằng cách dùng phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế; và bước đảm bảo chất lượng để đảm bảo chất lượng vật liệu thép từ kết quả sự phát hiện khuyết tật thu được tại bước phát hiện.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Với phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm và thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế, có thể thi hành sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm với khả năng phát hiện cao và khả năng giải quyết với tốc độ cao ở mọi vùng trong vật liệu kiểm tra, bằng cách thực hiện tổng hợp khe trên tín hiệu được thu nhận bởi một hoặc nhiều hơn các phần tử rung được bố trí trong đầu dò siêu âm. Hơn nữa, với dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép và phương pháp sản xuất vật liệu thép theo sáng chế, có thể sản xuất vật liệu thép với sản lượng tốt. Hơn nữa, với phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép theo sáng chế, có thể cung cấp vật liệu thép chất lượng cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa cấu hình của thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, là phương án của sáng chế.

Fig.2 là lưu đồ minh họa luồng xác định các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe, là phương án của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải sự phác thảo về quá trình xử lý tính toán đường lan truyền, là phương án của sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải cấu hình của đầu dò mảng trong quá trình xử lý tính toán đường lan truyền, là phương án của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải quá trình xử lý tính toán đường lan truyền và quá trình xử lý tính toán thời gian trễ trên tiết diện của thanh dạng tròn theo hướng chu vi, là phương án của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải quá trình xử lý tính toán đường lan truyền

và quá trình xử lý tính toán thời gian trễ trên tiết diện của thanh dạng tròn theo hướng trục, là phương án của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải quá trình xử lý tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận và quá trình xử lý tính toán chiều rộng đã kết hợp tối ưu trên tiết diện của thanh dạng tròn theo hướng chu vi, là phương án của sáng chế.

Fig.8 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải quá trình xử lý tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận và quá trình xử lý tính toán chiều rộng đã kết hợp tối ưu trên tiết diện của thanh dạng tròn theo hướng trục, là phương án của sáng chế.

Fig.9 là sơ đồ minh họa các kết quả của sự mô phỏng mối quan hệ giữa số lượng các dạng sóng đã kết hợp và tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N khi quá trình xử lý tín hiệu của sáng chế được thực hiện.

Fig.10 là sơ đồ minh họa các kết quả của sự mô phỏng mối quan hệ giữa số lượng các dạng sóng đã kết hợp và tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N khi quá trình xử lý tín hiệu của phương pháp thông thường được thực hiện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, cấu hình và sự vận hành của thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, là phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với sự tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm.

Thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm

Cấu hình của thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, là phương án của sáng chế sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến Fig.1. Thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 là thiết bị thực hiện sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm trên thanh dạng tròn RB (Round Bar) được sản xuất bằng cách cán phôi thép đúc, bởi phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm dùng phương pháp phát hiện khuyết tật ngâm trong nước (sau đây, được tham chiếu đến như là phương pháp ngâm trong nước). Thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 bao gồm đầu dò mảng 11 bao gồm nhiều phần tử rung 111, bộ đầu dò 12, bàn gấn 13, thiết bị dẫn quay 14, bộ tạo xung 15, bộ thu nhận 16, bộ chuyển đổi A/D (Tương tự sang số, Analog-to-Digital) 17, thiết bị ghi 18, thiết bị xử lý tín hiệu 19, và thiết bị hiển thị 20 là các thành phần chính.

Thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 theo sáng chế bao gồm khối thu nhận mà thu nhận nhiều tín hiệu khuyết tật thông qua mỗi trong số các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò mảng 11. Trong thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 được minh họa

trên Fig.1 được mô tả ở trên, bộ thu nhận 16, bộ chuyển đổi A/D 17, và thiết bị ghi 18 tương ứng với khối thu nhận.

Hơn nữa, thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 theo sáng chế bao gồm khối xác định mà xác định nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí phần tử rung của vật liệu kiểm tra, bằng cách tính toán tỷ số giữa áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung trong đó áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận, trong mỗi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò mảng 11, và trên cơ sở của tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán. Ngoài ra, thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 theo sáng chế bao gồm khối kiểm tra mà kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra, bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận tại mỗi trong số các phần tử rung 111 thu được thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận, bằng cách dùng thời gian trễ và nhóm dạng sóng kết hợp được xác định bởi khối xác định. Trong thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 được minh họa ở Fig.1 được mô tả ở trên, thiết bị xử lý tín hiệu 19 tương ứng với khối xác định và khối kiểm tra.

Đầu dò mảng 11 được bố trí trên vị trí tách biệt với thanh dạng tròn RB với khoảng cách được xác định trước được đưa vào giữa đó, thông qua nước, là môi trường trung gian trong phương pháp ngâm trong nước. Trong suốt sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, tín hiệu siêu âm được phát đến thanh dạng tròn RB, khi các phần tử rung 111 của đầu dò mảng 11 bị kích thích bởi tín hiệu xung xuất ra từ bộ tạo xung 15. Tín hiệu siêu âm lan truyền bên trong thanh dạng tròn RB và bị phản xạ (sau đây, được tham chiếu đến như là tín hiệu khuyết tật) được thu nhận bởi bộ thu nhận 16 thông qua đầu dò mảng 11.

Trong phương án hiện tại, để thực hiện sự phát hiện khuyết tật với tốc độ cao, các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11 bị kích thích đồng thời, và sóng phẳng được tạo ra ngẫu nhiên trên thanh dạng tròn RB. Tuy nhiên, phương pháp kích thích đầu dò mảng 11 trong sáng chế không bị giới hạn ở sự kích thích đồng thời, và hướng của sóng siêu âm và khoảng cách tập trung có thể được thay đổi và được phát, bằng cách dịch chuyển sự định thời kích thích của các phần tử rung 111.

Bộ đầu dò 12 bao gồm đầu dò mảng 11, và quét thanh dạng tròn RB theo hướng trục, bằng cách di chuyển trên bàn gán 13 được bố trí trên thanh dạng tròn RB. Khi bộ

đầu dò 12 quét thanh dạng tròn RB trong khi thanh dạng tròn RB được quay theo hướng chu vi, được chỉ thị bởi mũi tên, bởi thiết bị dẫn quay 14, và khi bộ thu nhận 16 thu nhận tín hiệu khuyết tật, sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm có thể được thực hiện trên toàn bộ dung tích của thanh dạng tròn RB. Tốc độ quay của thiết bị dẫn quay 14 và tốc độ quét của bộ đầu dò 12 được thiết lập sao cho sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm có thể được thực hiện đủ trên toàn bộ dung tích của thanh dạng tròn RB.

Tín hiệu khuyết tật dưới dạng tương tự (analog) được thu nhận bởi bộ thu nhận 16 được chuyển đổi sang dữ liệu số bởi bộ chuyển đổi A/D 17 trong sự đồng bộ với tín hiệu xung xuất ra từ bộ tạo xung 15, và được lưu trong thiết bị ghi 18. Kết quả là, tín hiệu khuyết tật trong toàn bộ thể tích của thanh dạng tròn RB được lưu trong thiết bị ghi 18. Tín hiệu khuyết tật đã lưu được xử lý bởi thiết bị xử lý tín hiệu 19, và các kết quả của quá trình xử lý tín hiệu được hiển thị trên thiết bị hiển thị 20. Quá trình xử lý tín hiệu có thể được thực hiện trên tín hiệu khuyết tật đã lưu tại thời điểm bất kỳ trong suốt sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, hoặc có thể được thực hiện sau khi tất cả các tín hiệu khuyết tật đều được lưu.

Thiết bị xử lý tín hiệu 19 xác định các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe như là một quá trình xử lý tín hiệu. Để xác định các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe, thiết bị xử lý tín hiệu 19 tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận bằng cách tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận của tín hiệu khuyết tật, trên cơ sở của góc hướng là góc giữa trục trung tâm của phần tử rung 111 và đường lan truyền sóng siêu âm, trong hai tiết diện vuông góc với nhau, đối với mỗi trong số các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11, và bằng cách dùng hai tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán. Thiết bị xử lý tín hiệu 19 sau đó xác định nhóm dạng sóng kết hợp tối ưu đối với mỗi vùng phát hiện khuyết tật bằng siêu âm, trên cơ sở của tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán. Hơn nữa, thiết bị xử lý tín hiệu 19 thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe như là một quá trình xử lý tín hiệu. Thiết bị xử lý tín hiệu 19 thực hiện quá trình xử lý tổng hợp khe bằng cách dùng các tín hiệu khuyết tật, theo nhóm dạng sóng kết hợp đã xác định. Kết quả là, khuyết tật bên trong được phát hiện bằng cách kiểm tra bên trong của thanh dạng tròn RB, và khuyết tật bên trong thanh dạng tròn RB được phát hiện.

Quá trình xử lý tổng hợp khe được thực hiện bằng cách dùng đầu dò mảng thông thường được thực hiện trên tín hiệu thu được trong một lần phát và một lần thu nhận.

Mặt khác, trong phương án hiện tại, quá trình xử lý tổng hợp khe được thực hiện trên dạng sóng đã thu nhận được thu nhận bởi đầu dò mảng 11, trong khi thay đổi vị trí từ vật liệu kiểm tra, bằng cách thiết lập nhóm dạng sóng kết hợp tối ưu đối với mỗi vùng sự phát hiện khuyết tật. Kết quả là, do quá trình xử lý tổng hợp khe có thể được thực hiện trên vùng khe lớn hơn, hiệu quả tập trung của chùm siêu âm được tăng lên, và có thể cải thiện khả năng phát hiện.

Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm

Tiếp theo, phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo phương án sẽ được mô tả. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo phương án bao gồm ba bước là (I) bước để thu nhận, (II) bước để xác định, và (III) bước để kiểm tra. Ba bước này được thi hành theo thứ tự (I) bước để thu nhận, (II) bước để xác định, và (III) bước để kiểm tra.

Tại bước để thu nhận, các tín hiệu khuyết tật được thu nhận tại mỗi trong số các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò mảng 11. Tại bước để thu nhận, phương pháp thu nhận đã biết đến của tín hiệu khuyết tật bởi đầu dò siêu âm có thể được dùng. Chẳng hạn, bước để thu nhận có thể được triển khai bởi sự vận hành của bộ thu nhận 16, bộ chuyển đổi A/D 17, và thiết bị ghi 18 được mô tả ở trên.

Tại bước để xác định, nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí độ sâu của vật liệu kiểm tra được xác định, bằng cách tính toán tỷ số giữa áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung, đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung mà áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận, trong mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và mỗi phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11, và trên cơ sở của tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán. Việc tính toán nhóm dạng sóng kết hợp tại mỗi vị trí độ sâu của vật liệu kiểm tra là kỹ thuật quan trọng nhất trong sáng chế. Kết quả là, phương pháp tính toán nhóm dạng sóng kết hợp sẽ được mô tả chi tiết bên dưới.

Ngoài ra, tại bước để xác định, thời gian trễ được dùng trong quá trình xử lý tổng hợp khe cũng sẽ được tính toán. Hơn nữa, đối với việc cải thiện khả năng phát hiện, tốt hơn là tính toán chiều rộng kết hợp và thời gian trễ đối với mỗi độ sâu khuyết tật tại bước để xác định. Phương pháp đã biết đến có thể được dùng như là quá trình xử lý tổng hợp khe để tính toán thời gian trễ. Trong phương án hiện tại, ví dụ về việc tính toán

đường lan truyền của tín hiệu siêu âm đã phát trong thân kiểm tra, và xác định thời gian trễ trên cơ sở của đường lan truyền đã tính toán sẽ được mô tả bên dưới.

Tại bước để xác định, tốt hơn là tính toán tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật bằng cách bổ sung và lấy trung bình tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phân tử rung, và xác định nhóm dạng sóng kết hợp mà khiến tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N là giá trị được xác định trước hoặc hơn nữa, là dạng sóng tín hiệu khuyết tật được dùng trong quá trình xử lý tổng hợp khe.

Tại bước để kiểm tra, bên trong của vật liệu kiểm tra được kiểm tra, bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận tại mỗi trong số các phân tử rung 111 thu được thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận tại bước để thu nhận, bằng cách dùng thời gian trễ và nhóm dạng sóng kết hợp được xác định tại bước để xác định, và trên cơ sở của các kết quả của quá trình xử lý tổng hợp khe. Phương pháp đã biết đến có thể được dùng đối với quá trình xử lý tổng hợp khe được thực hiện tại bước để kiểm tra. Trong phương án hiện tại, ví dụ về việc thực hiện quá trình xử lý trong đó thời gian trễ, được xác định tại bước để xác định, được nhân lên bởi nhiều dạng sóng, được bao gồm trong nhóm dạng sóng kết hợp cũng được xác định tại bước để xác định, và được bổ sung, sẽ được mô tả bên dưới.

Trên cơ sở của các kết quả thu được của quá trình xử lý tổng hợp khe, có thể kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra, và bằng sự hiểu rõ trạng thái bên trong vật liệu kiểm tra, có thể thực hiện sự phát hiện khuyết tật. Chẳng hạn, trạng thái bên trong vật liệu kiểm tra mà sự phát hiện khuyết tật có thể được thực hiện, bao gồm cường độ, thời gian thu nhận, và tương tự của tín hiệu phản xạ từ khuyết tật, sự có mặt của khuyết tật, vị trí của khuyết tật, kích cỡ của khuyết tật, và tương tự. Phương pháp xuất ra các kết quả thu được của quá trình xử lý tổng hợp khe có thể được xác định một cách thích hợp theo mục đích sử dụng các kết quả và tương tự. Tuy nhiên, tốt hơn là xuất ra các kết quả thu được dưới định dạng dạng sóng hoặc định dạng hình ảnh tương đối với vị trí (hướng chiều rộng, hướng cán, độ sâu, độ dày, và tương tự) do khả năng nhìn thấy cao.

Với phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế, khả năng phát hiện có thể được cải thiện, do tỷ số (tỷ số S/N) của nhiễu đối với tín hiệu khuyết tật sẽ được cải thiện.

Sự xác định các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe

Với sự tham chiếu đến Fig.2, sự vận hành của thiết bị xử lý tín hiệu 19 khi các điều

kiện quá trình xử lý tổng hợp khe, nghĩa là, nhóm dạng sóng kết hợp và thời gian trễ sẽ được xác định tại bước để xác định, sẽ được mô tả. Ngoài ra, tại bước để xác định, ví dụ về phương pháp tính toán đường lan truyền của tín hiệu siêu âm được dùng để xác định thời gian trễ sẽ được mô tả. Trong ví dụ này, đường lan truyền là đường lan truyền của tín hiệu siêu âm trong thân kiểm tra. Theo yêu cầu, đường lan truyền có thể cũng là đường lan truyền của tín hiệu siêu âm trong thân kiểm tra và môi trường trung gian. Hơn nữa, sau đây, ví dụ về phương pháp tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận được dùng để xác định nhóm dạng sóng kết hợp cũng sẽ được mô tả.

Fig.2 là lưu đồ minh họa luồng xác định các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe, là phương án của sáng chế. Các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe không chỉ được xác định trước khi sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được thực hiện, mà còn có thể cũng được xác định sau khi sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được bắt đầu trên cơ sở của giá trị thu được trong suốt sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm kiểu như khi độ dày của thanh dạng tròn RB được đo bằng cách dùng tín hiệu siêu âm.

Các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe được xác định theo thứ tự là bước nhập vào các điều kiện phát hiện khuyết tật (S1), bước tính toán đường lan truyền (S2), bước tính toán thời gian trễ (S3), bước tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận (S4), và bước tính toán chiều rộng kết hợp tối ưu (S5). Mỗi bước mà thanh dạng tròn RB được dùng như là thân kiểm tra sẽ được mô tả chi tiết bên dưới.

Trong quá trình xử lý tại bước S1, thiết bị xử lý tín hiệu 19 tiếp nhận các điều kiện phát hiện khuyết tật bằng siêu âm kiểu như kích cỡ của thanh dạng tròn RB, kích cỡ và khoảng sắp xếp của các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11, quãng đo, mối quan hệ vị trí với thanh dạng tròn RB, và vùng phát hiện khuyết tật bằng siêu âm. Các điều kiện phát hiện khuyết tật bằng siêu âm không chỉ được tiếp nhận trước khi sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được thực hiện, mà còn được tiếp nhận trong suốt sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm hoặc sau khi sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm. Kết quả là, quá trình xử lý tại bước S1 kết thúc, và sự xác định của các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe dẫn đến quá trình xử lý tại bước S2.

Trong quá trình xử lý tại bước S2, bằng cách dùng các điều kiện phát hiện khuyết tật bằng siêu âm được tiếp nhận trong quá trình xử lý tại bước S1, thiết bị xử lý tín hiệu 19 tính toán đường lan truyền của tín hiệu siêu âm mà được tạo ngẫu nhiên trên thanh dạng tròn RB từ mỗi trong số các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11

và xuyên qua vị trí khuyết tật được giả định theo định luật Snell (quá trình xử lý tính toán đường lan truyền). Các chi tiết về quá trình xử lý tính toán đường lan truyền sẽ được mô tả bên dưới. Kết quả là, quá trình xử lý tại bước S2 kết thúc, và sự xác định của các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe dẫn đến quá trình xử lý tại bước S3.

Trong quá trình xử lý tại bước S3, thiết bị xử lý tín hiệu 19 tính toán thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật khác đối với tín hiệu khuyết tật tham chiếu tại mỗi vị trí đã thu nhận (quá trình xử lý tính toán thời gian trễ). Các chi tiết về quá trình xử lý tính toán thời gian trễ sẽ được mô tả bên dưới. Điều này hoàn thành quá trình xử lý tại bước S3, và sự xác định của các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe dẫn đến quá trình xử lý tại bước S4.

Trong quá trình xử lý tại bước S4, thiết bị xử lý tín hiệu 19 tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận của tín hiệu khuyết tật trong mỗi quan hệ vị trí giữa thanh dạng tròn RB và mỗi phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11 (quá trình xử lý tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận). Các chi tiết về quá trình xử lý tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận sẽ được mô tả bên dưới. Kết quả là, quá trình xử lý tại bước S4 kết thúc, và sự xác định của các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe dẫn đến quá trình xử lý tại bước S5.

Trong quá trình xử lý tại bước S5, thiết bị xử lý tín hiệu 19 xác định nhóm dạng sóng kết hợp tối ưu trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí độ sâu của thanh dạng tròn RB, trên cơ sở của tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận được tính toán trong quá trình xử lý tại bước S4. Điều này hoàn thành quá trình xử lý tại bước S5, và chuỗi các sự xác định của các điều kiện quá trình xử lý tổng hợp khe kết thúc.

Quá trình xử lý biểu thức đường lan truyền và quá trình xử lý biểu thức thời gian trễ

Tiếp theo, với sự tham chiếu từ Fig.3 đến Fig.6, quá trình xử lý tính toán đường lan truyền tại bước S2 và quá trình xử lý tính toán thời gian trễ tại bước S3 sẽ được mô tả chi tiết.

Để tiếp nhận tín hiệu khuyết tật với tỷ số S/N cao bằng quá trình xử lý tổng hợp khe, tốt hơn là tính toán thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật sẽ được kết hợp theo cách chính xác. Cụ thể, để thực hiện sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm trên vật liệu thép có hình dạng bề mặt cong kiểu như thanh dạng tròn RB, đường lan truyền của tín hiệu siêu âm thay đổi đáng kể bởi sự khúc xạ của bề mặt cong. Do đó, tốt hơn là tính

toán thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật sẽ được kết hợp theo cách chính xác.

Do vậy, trong phương án hiện tại, trên cơ sở của các tọa độ của đầu dò mảng 11 và các vị trí khuyết tật được giả định, thời gian trễ được xác định bằng cách tính toán đường lan truyền của tín hiệu siêu âm mà được tạo ngẫu nhiên trên thanh dạng tròn RB từ mỗi phần tử rung 111 của đầu dò mảng 11 và xuyên qua các vị trí khuyết tật được giả định, trong khi thỏa mãn định luật Snell. Nghĩa là, thời gian trễ trong đường lan truyền siêu âm được xác định, bằng cách tính toán đường lan truyền siêu âm và điểm tới mà thỏa mãn định luật Snell trên một tiết diện, đối với mỗi phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11, và bằng cách tính toán vị trí của điểm tới và đường lan truyền siêu âm mà thỏa mãn định luật Snell trên bề mặt vuông góc với tiết diện.

Fig.3 là sơ đồ dạng giản đồ để diễn giải một khía cạnh của quá trình xử lý tính toán đường lan truyền, là phương án của sáng chế. Trong Fig.3, P_0 chỉ thị vị trí của đầu dò mảng 11 tại thời gian $t = 0$, và P_T chỉ thị vị trí của đầu dò mảng 11 tại thời gian $t = T$.

Fig.4 là sơ đồ dạng giản đồ của đầu dò mảng 11 được phóng đại. Nếu khoảng sắp xếp của các phần tử rung 111 (quãng nguyên tố) được tham chiếu đến như là p , và chiều rộng của phần tử rung 111 được tham chiếu đến như là a , khoảng cách b giữa phần tử rung 111 tại vị trí P_3 và phần tử rung 111 tại vị trí P_5 được tách biệt với phần tử rung 111 bởi N phần tử rung được thể hiện bằng biểu thức (4). Hơn nữa, như được minh họa trong Fig.3, phần tử rung 111 tại vị trí P_{05} tại thời gian $t = 0$ di chuyển đến vị trí P_{T5} tại thời gian $t = T$.

$$b = N(p + a) \quad (4)$$

Như được minh họa trong Fig.3, thời gian trễ ΔT là độ trễ khi thu nhận tín hiệu khuyết tật S_{g2} từ khuyết tật D (vị trí P_d) được thu nhận bởi phần tử rung 111 tại vị trí P_{T5} , đối với thời gian khi tín hiệu khuyết tật S_{g1} từ khuyết tật D (vị trí P_d) được thu nhận bởi phần tử rung 111 tại vị trí P_{03} . Hơn nữa, $V1$ chỉ thị tốc độ di chuyển của thanh dạng tròn RB theo hướng chu vi, và $V2$ chỉ thị tốc độ di chuyển của đầu dò mảng 11 theo hướng trục.

Hơn nữa, một phần của đường lan truyền siêu âm, mà từ phần tử rung 111 tại vị trí P_{03} hướng về khuyết tật D (vị trí P_d) trong khoảng cách nước, được tham chiếu đến như là w , và một phần của đường lan truyền siêu âm trong thép được tham chiếu đến như là d (xem Fig.5). Tương tự, một phần của đường lan truyền siêu âm, từ phần tử rung 111 tại vị trí P_{T5} hướng về khuyết tật D (vị trí P_d) trong khoảng cách nước, được tham

chiếu đến như là L_w , và một phần của đường lan truyền siêu âm trong thép được tham chiếu đến như là L_s . Tuy nhiên, trong đường lan truyền, nó được giả định rằng sự khúc xạ trên bề mặt cong bởi định luật Snell được tính đến.

Sự thay đổi trong đường lan truyền được dẫn xuất riêng biệt đối với tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng chu vi, và tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng trục. Fig.5 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa thay đổi trong đường lan truyền in tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng chu vi. Fig.6 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa thay đổi trong đường lan truyền trong tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng trục.

Trong Fig.5, góc di chuyển θ theo hướng quay giữa phần tử rung 111 tại vị trí P_{03} và phần tử rung 111 tại vị trí P_{T5} được thể hiện bởi biểu thức (5) sau đây. Hơn nữa, một phần của đường lan truyền siêu âm, từ phần tử rung 111 tại vị trí P_{T5} hướng về khuyết tật D (vị trí P_d) trên tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng chu vi, dưới nước được tham chiếu đến như là L_{w1} , và một phần của đường lan truyền siêu âm trong thép được tham chiếu đến như là L_{s1} . Nếu tốc độ âm thanh trong thép được tham chiếu đến như là C_s , và tốc độ âm thanh dưới nước được tham chiếu đến như là C_w , do đường lan truyền siêu âm tuân theo định luật Snell, góc tới θ_{w1} và góc khúc xạ θ_{s1} thỏa mãn biểu thức (6) sau đây. Điểm tới X1 trên chu vi của thanh dạng tròn với các điều kiện của biểu thức (6) được xác định bằng cách thực hiện sự tính toán tập trung. P_0 chỉ thị chiều cao của điểm tới X1 từ phần đáy của thanh dạng tròn RB ở thời điểm.

$$d \times \theta = V_2 \times T \quad (5)$$

$$\sin(\theta_{w1}) \times C_s = \sin(\theta_{s1}) \times C_w \quad (6)$$

Trên Fig.6, lượng di chuyển hướng trục L giữa phần tử rung 111 tại vị trí P_{03} và phần tử rung 111 tại vị trí P_{T5} được thể hiện bởi biểu thức (7) sau đây. Hơn nữa, một phần của đường lan truyền siêu âm, từ phần tử rung 111 tại vị trí P_{T5} hướng về khuyết tật D (vị trí P_d) trên tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng trục, dưới nước được tham chiếu đến như là L_{w2} , một phần của đường lan truyền siêu âm trong thép được tham chiếu đến như là L_{s2} , và góc tới được tham chiếu đến như là $X2$. Chiều cao của góc tới X2 từ phần đáy của thanh dạng tròn RB trùng khớp với chiều cao P_0 của điểm tới X1 từ phần đáy của thanh dạng tròn RB được xác định trên tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng chu vi. Do đường lan truyền siêu âm trong thép tuân theo định luật Snell, góc tới θ_{w2} và góc khúc xạ θ_{s2} thỏa mãn biểu thức (8) sau đây. Trong quá trình

xử lý này, điểm tới X2 trên phân đoạn đường AB với các điều kiện của biểu thức (8) được xác định bằng cách thực hiện sự tính toán tập trung.

$$L = b + V2 \times T \quad (7)$$

$$\sin(\theta w1) \times Cs = \sin(\theta s1) \times Cw \quad (8)$$

Trong ví dụ này, tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng chu vi và tiết diện của thanh dạng tròn RB theo hướng trục là vuông góc với nhau. Do đó, các chiều dài đường lan truyền Lw và Ls được minh họa trong Fig.3 được thể hiện bằng biểu thức (9) và biểu thức (10) sau đây.

$$Lw = \sqrt{Lw1^2 + (Lw2 \times \sin \theta w2)^2} \quad (9)$$

$$Ls = \sqrt{Ls1^2 + (Ls2 \times \sin \theta s2)^2} \quad (10)$$

Trong phương án hiện tại, do đầu dò mảng 11 bị kích thích đồng thời, các sóng phẳng với các pha được căn chỉnh hàng được tạo ngẫu nhiên trên thép theo hướng trục phân. Do đó, thời gian trễ $\Delta T1$ được sinh ra bởi đường lan truyền trong suốt lần phát được thể hiện bởi biểu thức (11) sau đây, thời gian trễ $\Delta T2$ được sinh ra bởi đường lan truyền trong suốt lần thu nhận được thể hiện bởi biểu thức (12) sau đây, và ΔT được thể hiện bởi biểu thức (13) sau đây.

$$\Delta T1 = \frac{(Lw1 - w)}{Cw} - \frac{(Ls1 - d)}{Cs} \quad (11)$$

$$\Delta T2 = \frac{(Lw - w)}{Cw} - \frac{(Ls - d)}{Cs} \quad (12)$$

$$\Delta T = \Delta T1 + \Delta T2 \quad (13)$$

Trong ví dụ này, các tín hiệu khuyết tật khác được kết hợp bằng cách tính toán thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật đối với tín hiệu khuyết tật tham chiếu tại mỗi vị trí đã thu nhận. Do đó, sự nhiễu ngẫu nhiên triệt tiêu lẫn nhau, và tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật sẽ được cải thiện. Trong Fig.3, khi tín hiệu khuyết tật Sg1 được dùng như là sự tham chiếu, tín hiệu khuyết tật Sg2 được bổ sung bằng cách chuyển pha trước bởi thời gian trễ ΔT . Kết quả là, sự nhiễu ngẫu nhiên triệt tiêu lẫn nhau, và các tín hiệu khuyết tật với các pha được căn chỉnh hàng tăng cường lẫn nhau. Do đó, tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật được tăng lên so với trước khi quá trình xử lý tổng hợp khe được thực hiện. Hơn nữa, bằng cách thực hiện quá trình xử lý tổng hợp khe bằng cách tính toán thời gian trễ tại vị trí của mỗi phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11 và tại

mỗi vị trí độ sâu của thanh dạng tròn RB, có thể phát hiện tín hiệu khuyết tật với tỷ số S/N cao hơn, không xét đến độ sâu của khuyết tật trong thanh dạng tròn RB.

Quá trình xử lý biểu thức tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận và quá trình xử lý biểu thức chiều rộng kết hợp tối ưu

Tiếp theo, với sự tham chiếu đến Fig.7 và Fig.8, quá trình xử lý tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tại bước S4 và quá trình xử lý tính toán chiều rộng đã kết hợp tối ưu tại bước S5 được minh họa trong Fig.2 sẽ được mô tả chi tiết.

Cường độ của tín hiệu khuyết tật tại mỗi phần tử rung 111 trong đầu dò mảng 11 thay đổi theo mối quan hệ vị trí giữa phần tử rung 111 và khuyết tật bên trong. Cụ thể hơn, trong trường âm thanh ở xa, cường độ của tín hiệu khuyết tật được tối đa hóa, khi có khuyết tật trên trục trung tâm của phần tử rung 111, và cường độ của tín hiệu khuyết tật được giảm khi góc giữa trục trung tâm của phần tử rung 111 và đường lan truyền của sóng siêu âm mà xuyên qua khuyết tật bên trong được tăng. Để thu được tín hiệu khuyết tật với tỷ số S/N cao bởi quá trình xử lý tổng hợp khe, các tín hiệu khuyết tật phải được bổ sung cùng nhau trong phạm vi các tín hiệu khuyết tật có cường độ đủ lớn. Nếu các tín hiệu khuyết tật với cường độ thấp được bổ sung cùng nhau, hiệu quả cải thiện tỷ số S/N bị giảm.

Hơn nữa, do tín hiệu siêu âm xuất ra từ phần tử rung 111 khuếch tán và lan truyền, sự phân bố áp suất âm thanh được tăng với sự tăng về khoảng cách. Trong quá trình xử lý này, nếu có khuyết tật trong sự phân bố áp suất âm thanh, tín hiệu khuyết tật với cường độ đủ lớn có thể thu được. Nghĩa là, chiều rộng kết hợp (số lượng các tín hiệu khuyết tật sẽ được bổ sung) với cường độ đủ lớn bị thay đổi bởi sự phân bố áp suất âm thanh của tín hiệu siêu âm và vị trí của khuyết tật mà di chuyển trong sự phân bố áp suất âm thanh. Do đó, để thu được tín hiệu khuyết tật với tỷ số S/N cao bởi quá trình xử lý tổng hợp khe, nhóm dạng sóng kết hợp phải được thiết lập phù hợp dựa trên vị trí của khuyết tật bên trong và các điều kiện phát hiện khuyết tật. Do đó, trong phương án hiện tại, nhóm dạng sóng kết hợp thích hợp được tính toán đối với mỗi vị trí độ sâu của khuyết tật bên trong, trên cơ sở của tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận của tín hiệu khuyết tật.

Trong phương án hiện tại, các góc hướng ψ_1 và ψ_2 của tín hiệu siêu âm trên hai tiết diện vuông góc với nhau, nghĩa là, góc hướng ψ_1 theo hướng quay và góc hướng ψ_2 theo hướng trục tại mỗi vị trí của phần tử rung 111 được tính toán, từ đường lan truyền

của tín hiệu siêu âm được tính toán bởi quá trình xử lý tính toán đường lan truyền. Sau đó, nhóm dạng sóng kết hợp được dùng trong quá trình xử lý tổng hợp khe được lựa chọn, bằng cách tính toán thay đổi về tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận của tín hiệu khuyết tật tại mỗi vị trí của phần tử rung 111, khi đầu dò mảng 11 đã di chuyển, lựa chọn dạng sóng kết hợp theo thứ tự giảm từ dạng sóng kết hợp với tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận cao nhất, và từ mối quan hệ giữa số lượng các dạng sóng kết hợp và tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật.

Thứ nhất, sự tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R tại phần tử rung 111 thứ N từ phần tử rung 111 tham chiếu, khi $m\Delta T$ đã trôi qua từ thời điểm tham chiếu sẽ được mô tả.

Fig.7 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa góc hướng theo hướng chu vi tại mỗi vị trí của phần tử rung 111. P_{11} chỉ thị vị trí của phần tử rung 111 tại thời điểm tham chiếu (phần tử rung tham chiếu), P_{12} chỉ thị vị trí của phần tử rung 111 thứ N từ phần tử rung tham chiếu khi thời điểm mẫu ΔT đã trôi qua từ thời điểm tham chiếu, và P_{13} chỉ thị vị trí của phần tử rung 111 thứ N từ phần tử rung tham chiếu khi $m\Delta T$ đã trôi qua từ thời điểm tham chiếu. ΔT được thể hiện bởi biểu thức (14) sau đây. Góc quay $\Delta\theta$ và góc quay θ được thể hiện bởi biểu thức (15) và biểu thức (16) sau đây.

$$\Delta T = 1/\text{PRF} \quad (14)$$

$$\Delta\theta = 2V_1 \times \Delta T / \phi \quad (15)$$

$$\theta = m \times \Delta\theta \quad (16)$$

Khi phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11 được tạo thành hình dạng chữ nhật, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận $R_{\theta mN}$ có thể được thể hiện bởi biểu thức (17), biểu thức (18), và biểu thức (19) sau đây, bằng cách dùng góc hướng ψ_1 . Thông số m trong biểu thức (18) là hệ số được xác định bởi các góc hướng ψ_1 và ψ_2 , và chiều rộng đầu dò của đầu dò mảng 11. Khi đầu dò mảng 11 không được tạo thành hình dạng tròn hoặc hình chữ nhật, và được tạo thành hình dạng phức tạp, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R có thể được xác định bằng cách dùng các kết quả của các thí nghiệm và các phân tích vật lý thông qua phương pháp phần tử hữu hạn hoặc tương tự. Hơn nữa, nếu khuyết tật được phát hiện có tính định hướng mạnh, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R đôi khi thu được bằng cách nhân lên hàm số định hướng phản xạ của khuyết tật bởi biểu thức (14) được mô tả ở trên. Trong phương án hiện tại, chiều rộng kết hợp được tính toán bằng cách dùng tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R được tính toán bởi quá

trình xử lý được mô tả ở trên. Cần lưu ý rằng biểu thức (17) là giống với biểu thức (1) được mô tả ở trên ngoại trừ rằng "R1" trong biểu thức (1) được thay thế bằng "R_{θmN}".

$$R_{\theta m N} = Dc(\psi 1) \quad (17)$$

$$Dc(\psi) = \frac{\sin m}{m} \quad (18)$$

$$m = \frac{V1D}{F} \pi \times \sin \psi \quad (19)$$

Fig.8 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa góc hướng theo hướng trục tại mỗi vị trí của phần tử rung 111. Tương tự với Fig.7, P₁₁ chỉ thị vị trí của phần tử rung 111 tại thời điểm tham chiếu (phần tử rung tham chiếu), P₁₂ chỉ thị vị trí của phần tử rung 111 thứ N từ phần tử rung tham chiếu khi thời điểm mẫu ΔT đã trôi qua từ thời điểm tham chiếu, và P₁₃ chỉ thị vị trí của phần tử rung 111 thứ N từ phần tử rung tham chiếu khi mΔT đã trôi qua từ thời điểm tham chiếu. Lượng di chuyển hướng trục L1 và lượng di chuyển hướng trục L được thể hiện bởi biểu thức (20) và biểu thức (21) sau đây.

$$L1 = N(p + a) + V2\Delta T \quad (20)$$

$$L = N(p + a) + V2 \times m\Delta T \quad (21)$$

Khi phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11 được tạo thành hình dạng chữ nhật, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R_{LmN} có thể được thể hiện bởi biểu thức (18), biểu thức (19), và biểu thức (22), bằng cách dùng góc hướng ψ2. Khi đầu dò mảng 11 không được tạo thành hình dạng tròn hoặc hình chữ nhật, và được tạo thành hình dạng phức tạp, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R có thể được xác định bằng cách dùng các kết quả của các thí nghiệm và các phân tích vật lý thông qua phương pháp phần tử hữu hạn hoặc tương tự. Hơn nữa, nếu khuyết tật được phát hiện có tính định hướng mạnh, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R đôi khi thu được bằng cách nhân lên hàm số định hướng phản xạ của khuyết tật bởi biểu thức (14) được mô tả ở trên. Trong phương án hiện tại, chiều rộng kết hợp được tính toán bằng cách dùng tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R được tính toán bởi quá trình xử lý được mô tả ở trên. Cần lưu ý rằng biểu thức (22) là giống với biểu thức (2) được mô tả ở trên ngoại trừ rằng "R2" trong biểu thức (2) được thay thế bằng "R_{LmN}".

$$R_{LmN} = Dc(\psi 2) \quad (22)$$

Bằng cách dùng các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R_{θm} và R_{Lm} được thể hiện bởi biểu thức (17) và biểu thức (22) được mô tả ở trên, áp suất âm thanh đã thu nhận

R_{mN} tại phần tử rung 111 thứ N từ phần tử rung tham chiếu khi $m\Delta T$ đã trôi qua từ thời điểm tham chiếu, được thể hiện bởi biểu thức (23) sau đây.

$$R_{mN} = R_{LmN} \times R_{\theta mN}^2 \quad (23)$$

Tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí của mỗi phần tử rung 111 và tại mỗi thời điểm được tính toán theo phương pháp được mô tả ở trên, và sự sắp xếp của các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận theo thứ tự giảm từ tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận cao được tham chiếu đến như là $RA(x)$. Trong quá trình xử lý này, tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tổng hợp khe trước S thu được bằng cách bổ sung các số nguyên tố 1 với X của RA được thể hiện bởi biểu thức (24) sau đây.

$$S = \sum_{n=1}^X \frac{RA(x)}{X} \quad (24)$$

Nếu được giả định rằng sự nhiễu trở thành $1/\sqrt{X}$ bằng cách bổ sung và lấy trung bình số lượng các lần bổ sung X, hệ số E cải thiện tỷ số S/N, thu được sau khi tổng hợp khe được thực hiện, đối với S/N, thu được trước khi tổng hợp khe được thực hiện, tại các vị trí khuyết tật tham chiếu được giả định F được thể hiện bởi biểu thức (25) sau đây.

$$E = 20 \log_{10}(\sqrt{XS}) \quad (25)$$

Bằng cách thực hiện tổng hợp khe bằng cách thiết lập chiều rộng kết hợp N_{max} mà tối đa hóa E bởi biểu thức (24) được mô tả ở trên, có thể tối đa hóa S/N của tín hiệu khuyết tật. Hơn nữa, bằng cách thực hiện quá trình xử lý tổng hợp khe bằng cách xác định N_{max} mà thỏa mãn biểu thức (25) được mô tả ở trên, có thể đủ cải thiện S/N của tín hiệu khuyết tật.

Trong quá trình xử lý tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận được mô tả ở trên, các phần tử rung 111 của đầu dò mảng 11 bị kích thích đồng thời, sóng phát được giả định là sóng phẳng, và chỉ tính định hướng thu nhận của phần tử rung 111 được tính đến. Tuy nhiên, trong phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm và thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm 1 theo sáng chế, sóng phát không chỉ bị giới hạn ở sóng phẳng như được mô tả ở trên, và sóng phát với tính định hướng và khoảng cách tập trung cụ thể có thể cũng được dùng, bằng cách điều khiển sự định thời kích thích của phần tử rung 111. Trong trường hợp này, tốt hơn là tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận bằng cách tính đến tính định hướng và các đặc điểm khoảng cách của sóng phát.

Với phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm và thiết bị phát hiện khuyết

tật bằng siêu âm 1 theo phương án được mô tả ở trên, có thể thi hành sự phát hiện khuyết tật bằng siêu âm với khả năng phát hiện cao và khả năng giải quyết với tốc độ cao ở mọi vùng trong vật liệu kiểm tra, bằng cách thực hiện tổng hợp khe trên tín hiệu được thu nhận bởi một hoặc nhiều hơn các phần tử rung 111 được bố trí trong đầu dò mảng 11.

Trong phương án hiện tại, đầu dò mảng được bố trí với các phần tử rung, là một khía cạnh của đầu dò siêu âm, đã được dùng. Tuy nhiên, phương án của sáng chế không bị giới hạn ở đó. Nghĩa là, trong sáng chế, đầu dò siêu âm bao gồm một hoặc nhiều hơn các phần tử rung có thể được dùng. Cụ thể hơn, sáng chế phô bày các hiệu quả có lợi tương tự, ngay cả khi một đầu dò siêu âm bao gồm một phần tử rung được dùng, hoặc nhiều đầu dò siêu âm bao gồm một phần tử rung được dùng. Việc lựa chọn kiểu đầu dò siêu âm để dùng có thể được làm cho thích hợp bằng cách tính đến hiệu suất và kích cỡ của đầu dò siêu âm, trạng thái của vật liệu kiểm tra, trạng thái của môi trường phát hiện khuyết tật (chẳng hạn, tính khả dụng về không gian), và tương tự.

Các ví dụ

Các kết quả ưu việt của phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến các ví dụ. Trong các ví dụ hiện tại, các hiệu quả tập trung của chùm siêu âm khi phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1, phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2, và phương pháp trong sáng chế được dùng, được so sánh bằng cách dùng tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N, nghĩa là, tỷ số S/N được cải thiện bởi quá trình xử lý tổng hợp khe.

Fig.9 là sơ đồ minh họa ví dụ của sự thay đổi về mối quan hệ giữa số lượng các dạng sóng kết hợp và tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật theo sự chênh lệch về chiều rộng kết hợp. Cụ thể hơn, Fig.9 minh họa các kết quả tính toán mối quan hệ giữa số lượng các dạng sóng kết hợp và tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật, bằng cách phát hiện khuyết tật, tại độ sâu bên trong là 170 mm của thép thanh dạng tròn với đường kính $\phi 175$ mm, với các điều kiện ở tần số: 5 MHz, chiều rộng của phần tử rung theo hướng chu vi: 12 mm, chiều rộng của phần tử rung theo hướng trục: 1,8 mm, khoảng giữa các phần tử rung: 0,2 mm, số lượng các phần tử rung: 61, tần số lặp: 1 kHz, tốc độ quay của thanh dạng tròn: 1100 mm/s, và tốc độ quét theo hướng trục: 240 mm/s; và bằng cách thực hiện tổng hợp khe bằng cách dùng dạng sóng đã thu nhận đạt được bởi mỗi phần tử rung của đầu dò mảng. Tuy nhiên, các phần tử rung của đầu dò mảng được căn thẳng hàng theo hướng trục, và dạng sóng kết hợp được lựa chọn theo thứ tự

giảm từ dạng sóng đã thu nhận tại phần tử rung với áp suất âm thanh đã thu nhận cao nhất.

Fig.10 minh họa các kết quả tính toán mối quan hệ giữa số lượng các dạng sóng kết hợp và tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N của tín hiệu khuyết tật, bằng cách phát hiện khuyết tật, tại độ sâu bên trong là 170 mm của thép thanh dạng tròn của thép thanh dạng tròn với đường kính $\phi 175$ mm, dùng đầu dò mảng với tần số: 5 MHz, chiều rộng của phần tử rung theo hướng chu vi: 1,8 mm, chiều rộng của phần tử rung theo hướng trục: 12 mm, khoảng giữa các phần tử rung: 0,2 mm, và số lượng các phần tử rung: 121; và bằng cách thực hiện tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận thu được bởi mỗi phần tử rung của đầu dò mảng chỉ theo hướng chu vi. Tuy nhiên, các phần tử rung của đầu dò mảng được căn chỉnh hàng theo hướng chu vi, và các kết quả thu được bằng cách mô phỏng phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2.

Trong phương pháp thông thường trong Fig.10, tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N tối đa: 17,4 dB thu được tại số lượng các dạng sóng kết hợp: 97 dạng sóng. Tuy nhiên, trong phương pháp của sáng chế ở Fig.9, tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N tối đa: 28,3 dB thu được tại các dạng sóng kết hợp: 1512 dạng sóng. Trong sáng chế, chùm siêu âm được tập trung theo hướng trục của thanh dạng tròn ngoài ra theo hướng chu vi của thanh dạng tròn. Do đó, so với phương pháp thông thường, độ nhạy được cải thiện khoảng 10 dB và hơn nữa, và tính hiệu quả của sáng chế đã được xác nhận. Hơn nữa, đã được xác nhận rằng tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N có thể được tối đa hóa, bằng cách lựa chọn thích hợp nhóm dạng sóng kết hợp thông qua sáng chế.

Phương án mà sáng chế tạo ra bởi các tác giả sáng chế được áp dụng đã được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở phần mô tả và các hình vẽ mà tạo thành một phần của sáng chế theo phương án hiện tại. Chẳng hạn, sáng chế có thể được áp dụng như là thiết bị kiểm tra mà tạo kết cấu dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép, và khuyết tật có thể được phát hiện bằng cách kiểm tra bên trong của vật liệu thép, được sản xuất bởi thiết bị sản xuất, thông qua thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo sáng chế. Hơn nữa, sáng chế cũng có thể được áp dụng như là bước để kiểm tra được bao gồm trong phương pháp sản xuất vật liệu thép, và có thể phát hiện khuyết tật bằng cách kiểm tra bên trong vật liệu thép được sản xuất tại bước để sản xuất. Tại bước để phát hiện khuyết tật, khuyết tật bên trong vật liệu thép được phát hiện trên cơ sở của các kết quả của quá trình xử lý tổng hợp khe tại bước để kiểm tra, và các kết quả kiểu như

sự có khuyết tật, vị trí của khuyết tật, kích cỡ của khuyết tật, và tương tự thu được. Với dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép và phương pháp sản xuất vật liệu thép kiểu như ở trên, có thể sản xuất vật liệu thép với sản lượng tốt.

Hơn nữa, sự đảm bảo chất lượng vật liệu thép có thể cũng được thực hiện bằng cách áp dụng sáng chế với phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép, và phát hiện khuyết tật bằng cách kiểm tra bên trong của vật liệu thép. Cụ thể hơn, có thể thực hiện đảm bảo chất lượng vật liệu thép bằng cách phát hiện khuyết tật bên trong vật liệu thép tại bước để phát hiện khuyết tật trong sáng chế, và từ các kết quả của sự phát hiện khuyết tật thu được tại bước để phát hiện khuyết tật. Tại bước tiếp sau để phát hiện khuyết tật, khuyết tật bên trong vật liệu thép được phát hiện trên cơ sở của các kết quả của quá trình xử lý tổng hợp khe tại bước để kiểm tra, và các kết quả kiểu như sự có khuyết tật, vị trí của khuyết tật, kích cỡ của khuyết tật, và tương tự thu được. Tại bước để đảm bảo chất lượng, trên cơ sở của các kết quả liên quan đến sự có khuyết tật, vị trí của khuyết tật, và kích cỡ của khuyết tật, thu được tại bước để phát hiện khuyết tật, chất lượng của vật liệu thép được đảm bảo bằng cách xác định có hay không vật liệu thép đã sản xuất thỏa mãn các sự tham chiếu được chỉ rõ ở trước. Với phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép này, có thể cung cấp vật liệu thép với chất lượng cao. Theo cách này, các phương án, các ví dụ, các công nghệ vận hành khác, và tương tự có thể được tạo ra bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực trên cơ sở của phương án hiện tại được bao gồm tất cả trong phạm vi của sáng chế.

Danh mục các ký hiệu tham chiếu

- 1 Thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm
- 11 Đầu dò mảng
- 111 Phần tử rung
- 12 Bộ đầu dò
- 13 Bàn gấn
- 14 Thiết bị dẫn quay
- 15 Bộ tạo xung
- 16 Bộ thu nhận
- 17 Bộ chuyển đổi A/D
- 18 Thiết bị ghi
- 19 Thiết bị xử lý tín hiệu

20 Thiết bị hiển thị
RB Thanh dạng tròn

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra, phương pháp bao gồm các bước:

phát tín hiệu siêu âm từ đầu dò siêu âm đến vật liệu kiểm tra;

thu nhận tín hiệu siêu âm được phản xạ bên trong của vật liệu kiểm tra thông qua đầu dò siêu âm như là tín hiệu khuyết tật;

bước thu nhận để thu nhận nhiều tín hiệu khuyết tật thông qua một hoặc nhiều hơn các phần tử rung được bố trí trong đầu dò siêu âm, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò siêu âm;

bước xác định để

tính toán tỷ số giữa áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung mà áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận trong mỗi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và phần tử rung, và

xác định nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí phần tử rung của vật liệu kiểm tra dựa trên tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán; và

bước kiểm tra để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận tại phần tử rung thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận, bằng cách dùng nhóm dạng sóng kết hợp được xác định tại bước xác định, và thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật.

2. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm 1, trong đó bước xác định bao gồm bước:

tính toán tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N (Tín hiệu trên nhiễu, Signal-to-Noise) của tín hiệu khuyết tật bằng cách bổ sung và lấy trung bình tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung; và

xác định nhóm dạng sóng kết hợp mà khiến tỷ lệ thay đổi tỷ số S/N là giá trị được xác định trước hoặc hơn nữa, như là dạng sóng tín hiệu khuyết tật được dùng trong quá trình xử lý tổng hợp khe.

3. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm 1, trong đó bước xác định bao gồm bước:

tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận dựa trên các góc hướng mà mỗi trong

số đó là góc giữa trục trung tâm của phần tử rung và đường lan truyền siêu âm trong mỗi trong số hai tiết diện vuông góc với nhau, đối với phần tử rung; và

tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận bằng cách dùng hai trong số các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán.

4. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm 2, trong đó bước xác định bao gồm bước:

tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận dựa trên các góc hướng mà mỗi trong số đó là góc giữa trục trung tâm của phần tử rung và đường lan truyền siêu âm trong mỗi trong số hai tiết diện vuông góc với nhau, đối với phần tử rung; và

tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận bằng cách sử dụng hai trong số các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán.

5. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bước xác định bao gồm bước để xác định thời gian trễ trong các đường lan truyền siêu âm, bằng cách tính toán đường lan truyền siêu âm và điểm tới mà thỏa mãn định luật Snell trên một tiết diện, đối với phần tử rung, và bằng cách tính toán vị trí của điểm tới và đường lan truyền siêu âm mà thỏa mãn định luật Snell trên bề mặt vuông góc với tiết diện.

6. Phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm 3 hoặc 4, trong đó bước xác định bao gồm bước để tính toán các tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận R1 và R2 bằng cách sử dụng các góc hướng ψ_1 và ψ_2 của tín hiệu siêu âm trên hai tiết diện vuông góc với nhau, bằng cách sử dụng biểu thức (1), biểu thức (2), và biểu thức (3) sau đây, khi phần tử rung được tạo thành với hình dạng hình chữ nhật,

trong đó thông số m trong biểu thức (3) sau đây là hệ số được xác định bởi các góc hướng ψ_1 và ψ_2 và chiều rộng của phần tử rung:

$$R1 = Dc(\psi_1) \quad (1)$$

$$R2 = Dc(\psi_2) \quad (2)$$

$$Dc(\psi) = \frac{\sin m}{m} \quad (3).$$

7. Thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách phát tín hiệu siêu âm từ đầu dò siêu âm đến vật liệu kiểm tra, và bằng cách thu nhận tín hiệu siêu âm được phản xạ bên trong vật liệu kiểm tra thông qua đầu dò siêu âm như là tín hiệu khuyết tật, thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm gồm có:

khối thu nhận được tạo kết cấu để thu nhận nhiều tín hiệu khuyết tật thông qua

một hoặc nhiều hơn các phần tử rung được bố trí trong đầu dò siêu âm, trong khi thay đổi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và đầu dò siêu âm;

khối xác định được tạo kết cấu để

tính toán tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận tại mỗi vị trí phần tử rung đối với áp suất âm thanh đã thu nhận tại vị trí phần tử rung mà áp suất âm thanh đã thu nhận từ khuyết tật được tối đa hóa như là tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận trong mỗi mối quan hệ vị trí giữa vật liệu kiểm tra và phần tử rung, và

xác định nhóm dạng sóng kết hợp trong quá trình xử lý tổng hợp khe tại mỗi vị trí phần tử rung của vật liệu kiểm tra dựa trên tỷ số áp suất âm thanh đã thu nhận đã tính toán; và

khối kiểm tra được tạo kết cấu để kiểm tra bên trong của vật liệu kiểm tra bằng cách thi hành quá trình xử lý tổng hợp khe trên dạng sóng đã thu nhận tại phần tử rung thông qua nhiều lần phát và lần thu nhận, bằng cách dùng nhóm dạng sóng kết hợp được xác định bởi khối xác định, và thời gian trễ của các tín hiệu khuyết tật.

8. Dây chuyền trang thiết bị sản xuất vật liệu thép, dây chuyền trang thiết bị sản xuất bao gồm:

thiết bị sản xuất được tạo kết cấu để sản xuất vật liệu thép; và

thiết bị phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm 7 được tạo kết cấu để kiểm tra bên trong của vật liệu thép được sản xuất bởi thiết bị sản xuất.

9. Phương pháp sản xuất vật liệu thép, phương pháp sản xuất bao gồm:

bước sản xuất để sản xuất vật liệu thép; và

bước phát hiện để phát hiện khuyết tật bên trong vật liệu thép đã sản xuất tại bước sản xuất, bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 1 đến 6.

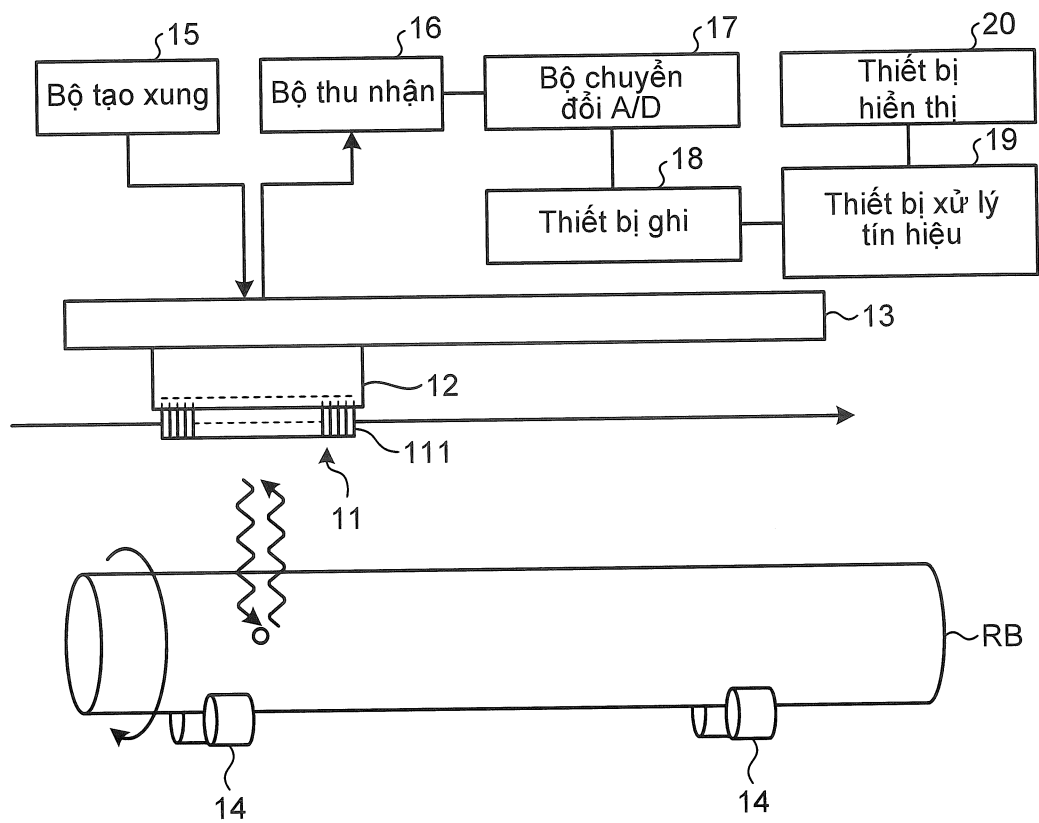
10. Phương pháp đảm bảo chất lượng vật liệu thép, phương pháp đảm bảo chất lượng bao gồm:

bước phát hiện để phát hiện khuyết tật bên trong vật liệu thép, bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện khuyết tật bằng siêu âm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 1 đến 6; và

bước đảm bảo chất lượng để đảm bảo chất lượng vật liệu thép từ kết quả phát hiện khuyết tật thu được tại bước phát hiện.

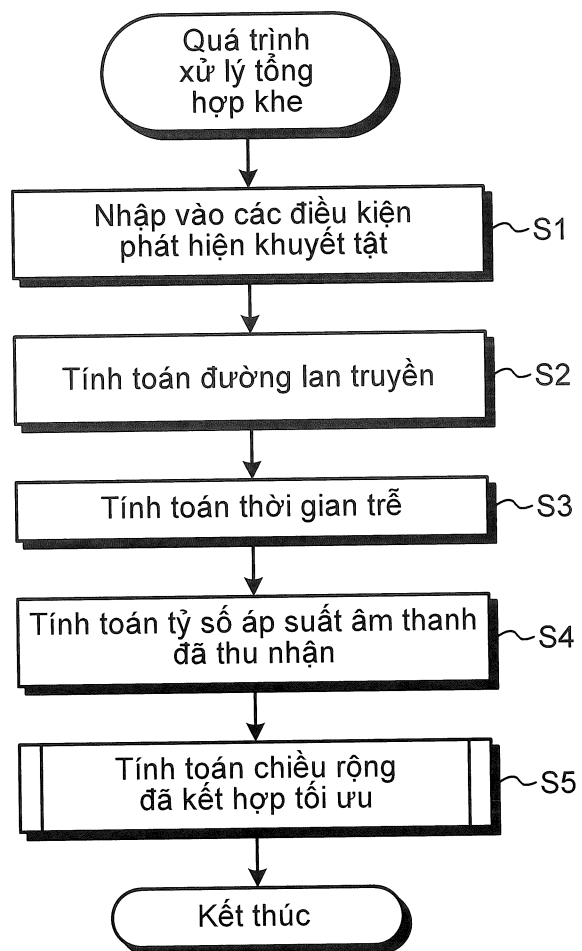
1/8

FIG.1



2/8

FIG.2



3/8

FIG.3

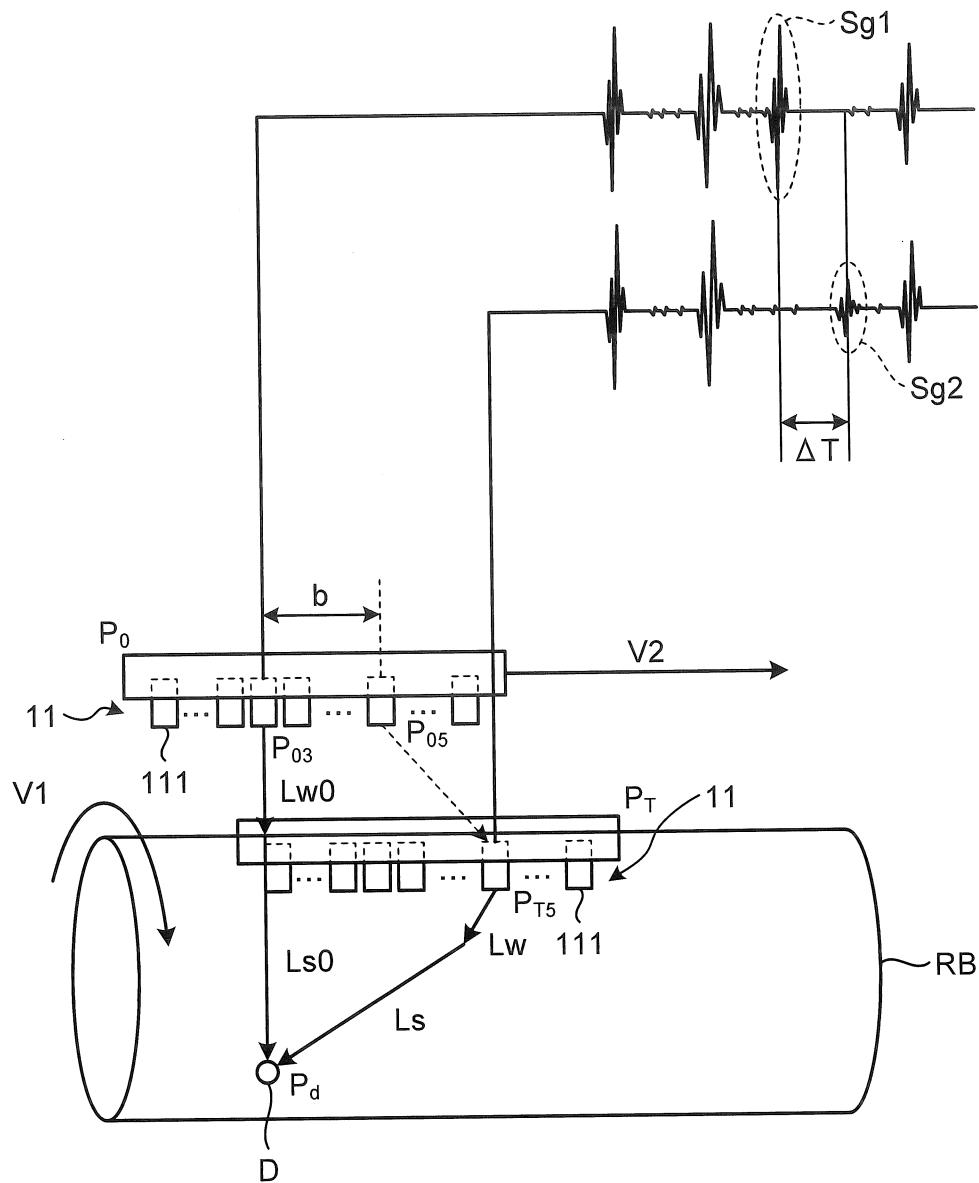
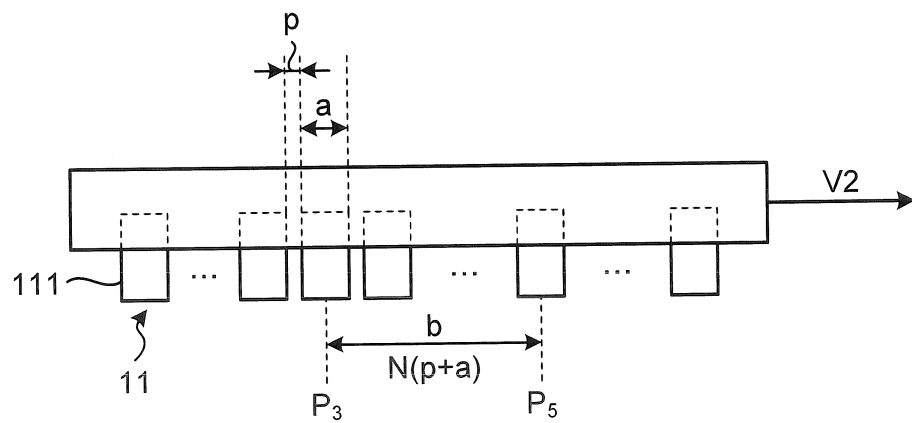
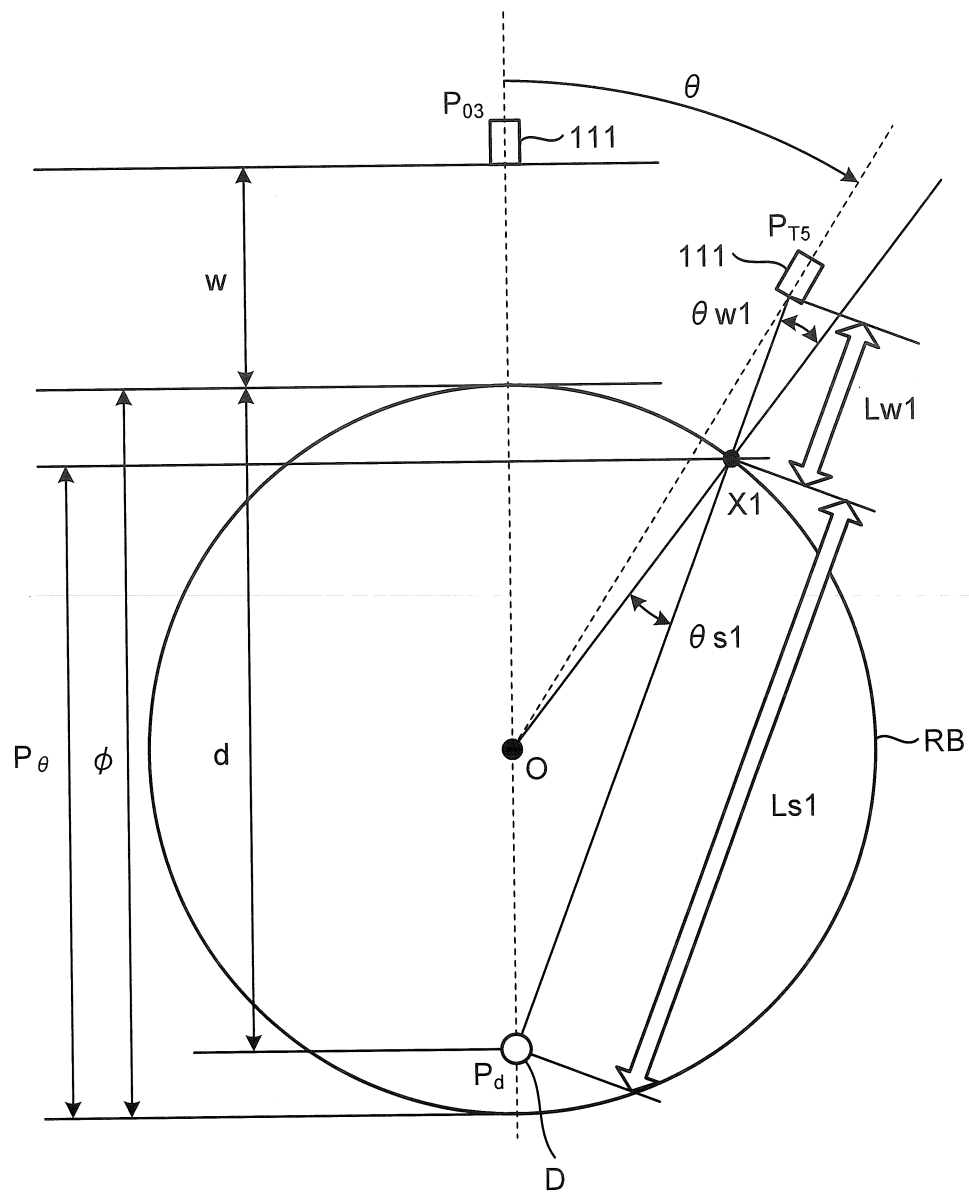


FIG.4



4/8

FIG.5



5/8

FIG.6

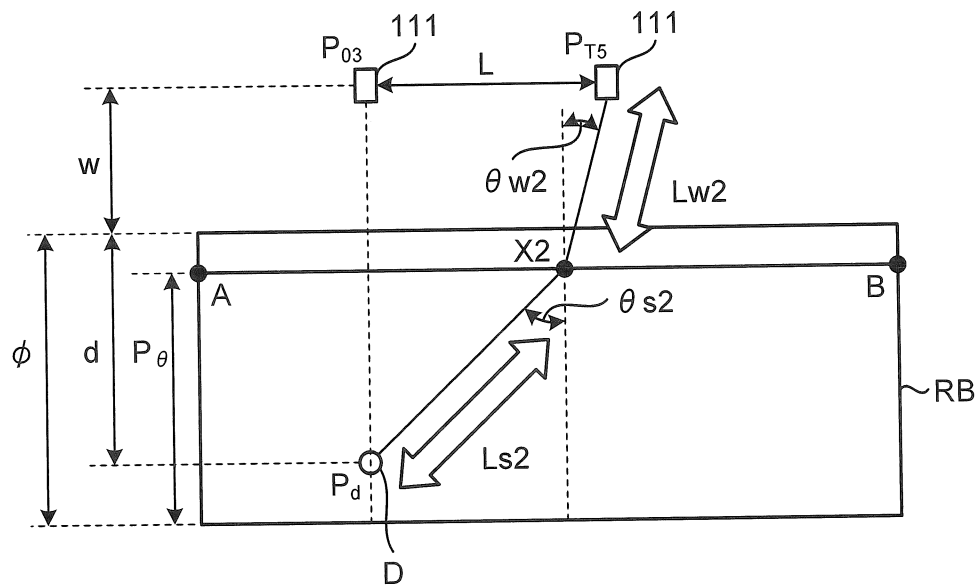
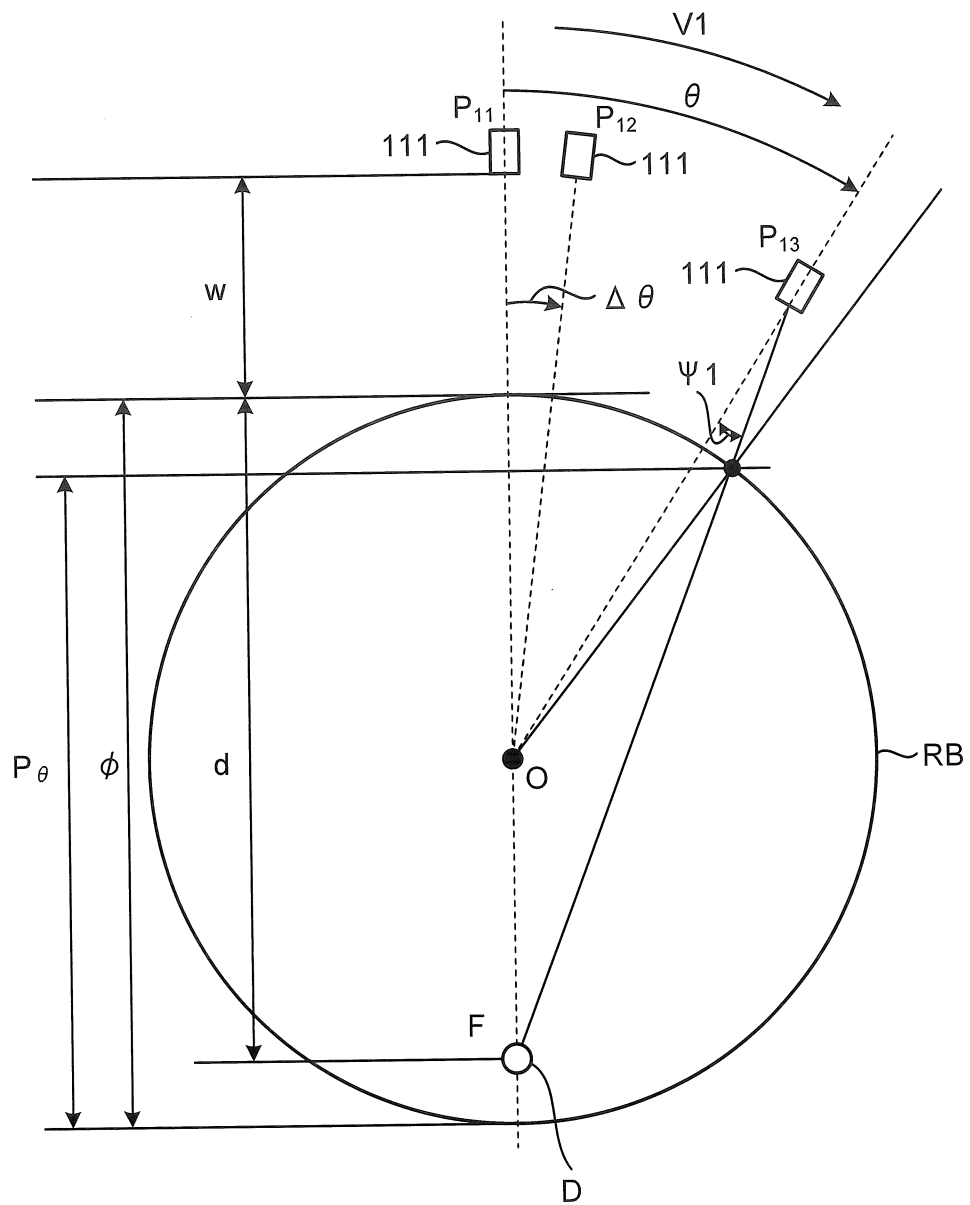
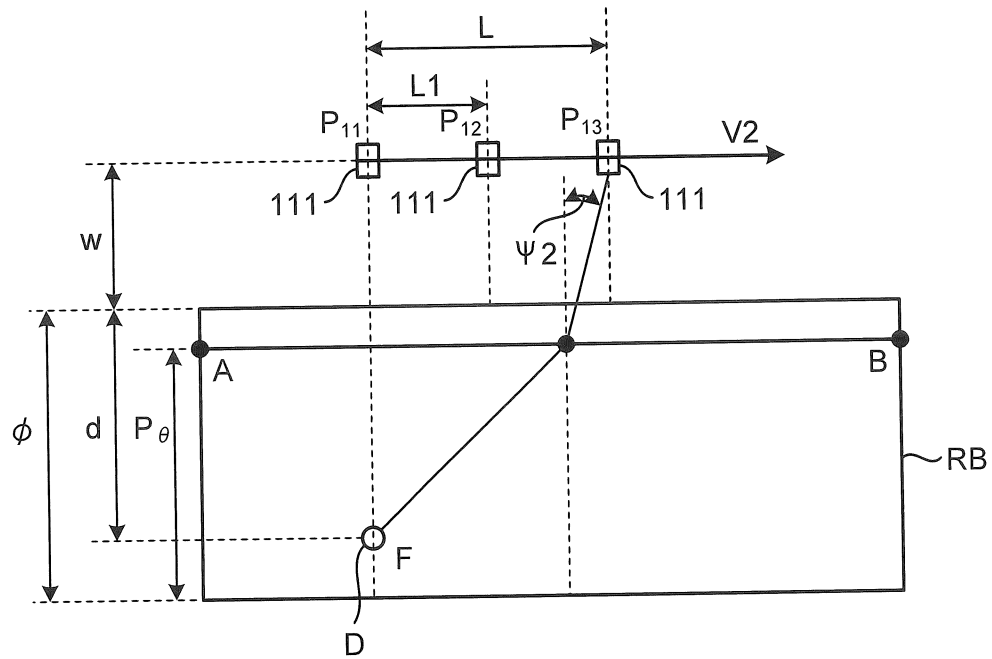


FIG.7



7/8

FIG.8



8/8

FIG.9

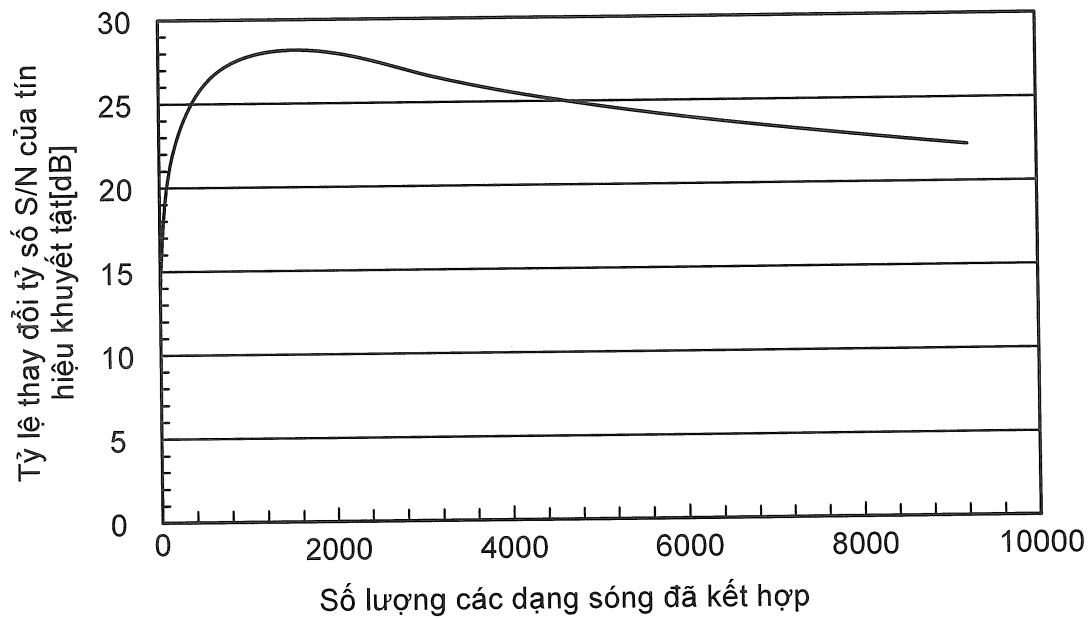


FIG.10

