



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0040314

(51)<sup>7</sup> G01N 27/72

(13) B

(21) 1-2018-04200

(22) 13/10/2016

(86) PCT/JP2016/080453 13/10/2016

(87) WO2017/158898 A1 21/09/2017

(30) 2016-056194 18/03/2016 JP

(45) 25/06/2024 435

(43) 25/12/2018 369A

(73) 1. NAGANO PREFECTURAL GOVERNMENT (JP)

692-2, Aza Habashita, Oaza Minaminagano, Nagano-shi, Nagano 3808570, Japan

2. KOMATSU SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD. (JP)

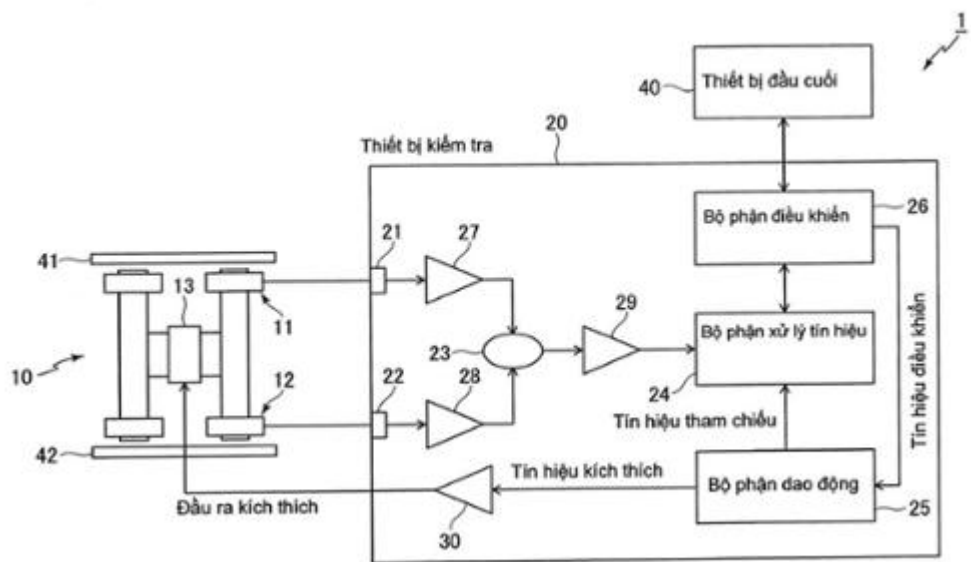
942-2, Oaza Shiga, Suwa-shi, Nagano, 3920012 Japan

(72) Keigo OGUCHI (JP); Takafumi KOMATSU (JP).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

#### (54) THIẾT BỊ KIỂM TRA VÀ PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp kiểm tra, cảm biến không tiếp xúc (10) và phương pháp kiểm tra sử dụng cảm biến không tiếp xúc (10), cảm biến không tiếp xúc (10) này được tạo cấu hình sao cho mạch từ được tạo thành bởi cuộn dây kích thích (13), cuộn dây phát hiện thứ nhất (11) và cuộn dây phát hiện thứ hai (12), và cuộn dây phát hiện thứ nhất (11) và cuộn dây phát hiện thứ hai (12) được tạo cấu hình để đối xứng với nhau qua mạch từ. Hệ thống kiểm tra (20) bao gồm: bộ phận đầu vào thứ nhất (21) mà tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất (11) được đưa vào; bộ phận đầu vào thứ hai (22) mà tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai (12) được đưa vào; bộ phận tính toán sai lệch (23) để tính toán sự sai lệch giữa tín hiệu thứ nhất từ bộ phận đầu vào thứ nhất (21) và tín hiệu thứ hai từ bộ phận đầu vào thứ hai (22); bộ phận xử lý tín hiệu (24) để xử lý tín hiệu sai lệch được tính toán bằng bộ phận tính toán sai lệch (23); và bộ phận dao động (25) để tạo ra tín hiệu kích thích cho cuộn dây kích thích và tín hiệu tham chiếu cho bộ phận xử lý tín hiệu (24). Việc kiểm tra bằng cách sử dụng thiết bị (20) có thể được thực hiện một cách đơn giản và với độ nhạy cao bất kể việc đối tượng cần kiểm tra có mặt hay không, đối tượng cần kiểm tra khác với đối tượng tham chiếu hay không, v.v..



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến thiết bị kiểm tra và phương pháp kiểm tra cho phép việc kiểm tra được thực hiện đơn giản và có độ nhạy cao, và cũng đề cập đến cảm biến không tiếp xúc sử dụng thiết bị này.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Là công nghệ kiểm tra không tiếp xúc, việc kiểm tra dòng xoáy, mà cấp dòng xoáy cho đối tượng cần kiểm tra, qua đó phát hiện sự thay đổi trong dòng xoáy dưới dạng thay đổi của cuộn dây được kiểm tra, đã được biết đến. Nếu khoảng cách giữa cuộn dây được kiểm tra và đối tượng cần kiểm tra (tăng) thay đổi, độ nhiễu lớn sẽ sinh ra, ngăn cản việc kiểm tra, đó là lý do đầu dò kiểm tra hai chiều (tài liệu phi sáng chế 1) và đầu dò  $\theta$  (tài liệu phi sáng chế 2) được phát triển. Ngoài ra, bằng cách sử dụng phương pháp kiểm tra thanh cốt thép sử dụng cảm ứng điện từ, có thể thu được các thông tin khác nhau như nắp và đường kính (tài liệu phi sáng chế 3).

Tài liệu phi sáng chế:

1: H. Hoshikawa, Feature article: Eddy current inspection, Recent trend of eddy current inspection, Inspection Engineering, tập 9, No. 1, trang. 1 đến 5, xuất bản ngày 1 tháng 1 năm 2004;

2: T. Hiroshima, T. Fujimoto, S. Matsunaga, Feature article: Eddy current inspection, Inspection of welded part and mechanical parts using a  $\theta$  probe, Inspection Engineering, tập 9, số 1, trang 10 đến 14, xuất bản ngày 1 tháng 1 năm 2004;

3: J. Koido, Feature article: Eddy current inspection, Rebar inspection using electromagnetic induction, Inspection Engineering, tập 9, số 1, trang 15 đến 19, xuất bản ngày 1 tháng 1 năm 2004;

4: M. Hashimoto, Feature article: Eddy current inspection, Current state of analysis technology in eddy current inspection, Inspection Engineering, tập 9, số 1, trang 6 đến 9, xuất bản ngày 1 tháng 1 năm 2004;

5: H. Hoshikawa, K. Ogawa, S. Mitsuhashi, Eddy Current and Magnetic Flux Leakage Testing of Magnetic Material by Uniform Eddy Current Probe, Non-Destructive Inspection, tập 54, số 2, xuất bản tháng 2 năm 2005.

## **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

### ***Vấn đề kỹ thuật***

Với các công nghệ nêu trên, không thể đánh giá sự có mặt hoặc vắng mặt của các chất khác nhau, hoặc liệu đối tượng cần kiểm tra có khác với chất chuẩn tham chiếu hay không theo cách có độ nhạy cao và dễ dàng.

Mục đích của sáng chế là cung cấp xuất thiết bị kiểm tra và phương pháp kiểm tra cho phép kiểm tra sự có mặt hoặc vắng mặt của đối tượng, sự sai lệch của nó với chất tiêu chuẩn tham chiếu, v.v. với độ nhạy cao và dễ dàng, cũng như cảm biến không tiếp xúc được sử dụng để kiểm tra.

### ***Giải pháp cho vấn đề***

Sáng chế đề xuất các đối tượng sau đây:

[1] Thiết bị kiểm tra có gắn cảm biến không tiếp xúc, cảm biến không tiếp xúc này bao gồm: cuộn cảm kích thích; cuộn dây phát hiện thứ nhất; và cuộn dây phát hiện thứ hai, cuộn dây kích thích, cuộn dây phát hiện thứ nhất, và cuộn dây phát hiện thứ hai tạo thành mạch từ, và cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được tạo cấu hình đối xứng với nhau qua mạch từ,

thiết bị kiểm tra bao gồm:

bộ phận đầu vào thứ nhất để nhập vào tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất;

bộ phận đầu vào thứ hai để nhập vào tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai;

bộ phận tính toán sai lệch để tính toán sự sai lệch giữa tín hiệu thứ nhất từ bộ phận đầu vào thứ nhất so với tín hiệu thứ hai từ bộ phận đầu vào thứ hai;

bộ phận xử lý tín hiệu để xử lý tín hiệu sai lệch được tính toán bởi Bộ phận tính toán sai lệch; và

bộ phận dao động để tạo ra tín hiệu kích thích cho cuộn dây kích thích và tín hiệu tham chiếu cho bộ phận xử lý tín hiệu.

[2] Thiết bị kiểm tra như nêu trong mục [1], trong đó bộ phận dao động thay đổi tần số trong các giai đoạn dao động.

[3] Thiết bị kiểm tra như nêu trong mục [1], trong đó

cuộn dây phát hiện thứ nhất được nối từ với vật liệu tham chiếu, vật liệu tham chiếu, cuộn dây phát hiện thứ nhất, và cuộn dây kích thích tạo thành mạch từ thứ nhất;

cuộn dây phát hiện thứ hai được nối từ với đối tượng cần kiểm tra, cuộn dây phát hiện thứ hai và cuộn dây kích thích tạo thành mạch từ thứ hai; và

dưới dạng kết quả tính toán được thực hiện bởi Bộ phận tính toán sai lệch, từ thông chạy trong mạch từ thứ nhất và từ thông chạy trong mạch từ thứ hai được so sánh.

[4] Thiết bị kiểm tra như nêu trong mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] ở trên, bao gồm bộ phận điều khiển để nhập vào/xuất ra dữ liệu từ/sang bộ phận bên ngoài và điều khiển bộ phận đầu vào thứ nhất, bộ phận đầu vào thứ hai, bộ phận tính toán sai lệch và bộ phận xử lý tín hiệu.

[5] Cảm biến không tiếp xúc bao gồm: cuộn dây kích thích; cuộn dây phát hiện thứ nhất; và cuộn dây phát hiện thứ hai, trong đó

cuộn dây kích thích, cuộn dây phát hiện thứ nhất, và cuộn dây phát hiện thứ hai tạo thành mạch từ, và

cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được tạo cấu hình đối xứng với nhau qua mạch từ.

[6] Cảm biến không tiếp xúc như nêu trong mục [5], trong đó cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được bố trí tương ứng vuông góc với cuộn dây kích thích, và cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được tạo thành từ một cuộn dây duy nhất hoặc nhiều cuộn dây được nối nối tiếp.

[7] Cảm biến không tiếp xúc như nêu trong mục [5], trong đó cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được bố trí trên cùng một trục đối với cuộn dây kích thích.

[8] Phương pháp kiểm tra, bao gồm việc sử dụng cảm biến không tiếp xúc như nêu trong mục [5],

nối từ cuộn dây phát hiện thứ nhất với vật liệu tham chiếu;

nối từ cuộn dây phát hiện thứ hai với đối tượng cần kiểm tra;

đưa tín hiệu kích thích vào cuộn dây kích thích; và

phát hiện sự sai lệch giữa tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất và tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai, theo đó xác định xem đối tượng cần kiểm tra có khác với vật liệu tham chiếu về các đặc tính vật lý hoặc các đặc tính kích thước hay không.

[9] Phương pháp kiểm tra như nêu trong mục [8], trong đó tần số của tín hiệu kích thích thay đổi trong các giai đoạn khác nhau.

***Hiệu quả của sáng chế***

Theo sáng chế, có thể cung cấp thiết bị kiểm tra và phương pháp kiểm tra có thể đánh giá sự có mặt hoặc vắng mặt của đối tượng cần kiểm tra, sự sai lệch so với chất chuẩn so sánh, v.v., có độ nhạy cao và dễ dàng.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống kiểm tra theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện cảm biến không tiếp xúc được thể hiện trên Fig.1;

Fig.3(a) và 3(b) là các sơ đồ thể hiện nguyên tắc kiểm tra được sử dụng cho hệ thống kiểm tra được thể hiện trên Fig.1;

Fig.4(a) và 4(b) là các sơ đồ thể hiện cảm biến không tiếp xúc khác với cảm biến được thể hiện trên Fig.2, trong đó Fig.4(a) là sơ đồ khái niệm, và Fig.4(b) là hình vẽ phối cảnh;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện cảm biến không tiếp xúc khác với các cảm biến được thể hiện trên Fig.2, Fig.4(a) và Fig.4(b);

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện cảm biến không tiếp xúc khác với cảm biến được thể hiện trên Fig.2, Fig.4(a), Fig.4(b) và Fig.5;

Fig.7 là biểu đồ thể hiện kết quả của một ví dụ.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Phần mô tả dưới đây sẽ mô tả chi tiết các phương án không giới hạn về phạm vi của sáng chế, dựa trên các hình vẽ kèm theo. Các phương án được nêu sẽ chỉ là một trong các phương án tốt nhất của sáng chế và chúng được thay đổi nếu cần trong phạm vi của sáng chế

[Hệ thống kiểm tra]

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống kiểm tra theo một phương án của sáng chế. Hệ thống kiểm tra 1 bao gồm: cảm biến không tiếp xúc 10; hệ thống kiểm tra 20; và thiết bị đầu cuối 40 điều khiển thiết bị kiểm tra 20. Thiết bị đầu cuối 40 là máy tính lưu trữ chương trình được chỉ định và thực hiện các thao tác nhập và hiển thị khác nhau. Máy tính bao gồm máy tính cá nhân và máy tính bảng.

Cảm biến không tiếp xúc 10 bao gồm: cuộn dây phát hiện thứ nhất 11; cuộn dây phát hiện thứ hai 12; và cuộn dây kích thích 13, và cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, cuộn dây phát hiện thứ hai 12, và cuộn dây kích thích 13 tạo thành mạch từ. Trong trường hợp

này, mong muốn là cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được tạo cấu hình, cùng với cuộn dây kích thích 13, đối xứng với nhau qua mạch từ. Chi tiết sẽ được mô tả sau.

Thiết bị kiểm tra 20 bao gồm: bộ phận đầu vào thứ nhất 21; bộ phận đầu vào thứ hai 22; bộ phận tính toán sai lệch 23; bộ phận xử lý tín hiệu 24; bộ phận dao động 25; bộ phận điều khiển 26; bộ phận khuếch đại thứ nhất 27; bộ phận khuếch đại thứ hai 28; bộ phận khuếch đại thứ ba 29; và bộ phận khuếch đại thứ tư 30.

Bộ phận đầu vào thứ nhất 21 được nối với cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 bằng dây dẫn, tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được đưa vào cho bộ phận đầu vào thứ nhất 21 và tín hiệu này được đưa tới bộ phận khuếch đại thứ nhất 27. Thiết bị đầu vào thứ hai 22 được nối với cuộn dây phát hiện thứ hai 12 bằng dây dẫn, tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được đưa vào cho bộ phận đầu vào thứ hai 22, và tín hiệu này được xuất ra cho bộ phận khuếch đại thứ hai 28.

Bộ phận tính toán sai lệch 23 tính toán sự sai lệch giữa tín hiệu từ bộ phận đầu vào thứ nhất 21 (còn gọi là “tín hiệu phát hiện thứ nhất”) so với tín hiệu từ bộ phận đầu vào thứ hai 22 (còn gọi là “tín hiệu phát hiện thứ hai”). Trong sơ đồ khối được thể hiện trên Fig.1, bộ phận khuếch đại thứ nhất 27 khuếch đại biên độ của tín hiệu từ bộ phận đầu vào thứ nhất 21, và bộ phận khuếch đại thứ hai 28 khuếch đại biên độ của tín hiệu từ bộ phận đầu vào thứ hai 22. Do đó, sự sai lệch giữa tín hiệu khuếch đại từ bộ phận khuếch đại thứ nhất 27 và tín hiệu khuếch đại từ bộ phận khuếch đại thứ hai 28 được tính, và tín hiệu sai lệch được khuếch đại qua thiết bị khuếch đại thứ ba 29 và được xuất ra cho bộ phận xử lý tín hiệu 24.

Bộ phận xử lý tín hiệu 24 tính toán sự thay đổi của tín hiệu sai lệch được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 so với tín hiệu kích thích bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu từ bộ phận dao động 25. Bộ phận xử lý tín hiệu 24, có chức năng thực hiện chuyển đổi Fourier, chuyển đổi tín hiệu trên trục thời gian thành tín hiệu trên trục tần số.

Bộ phận dao động 25 làm dao động tín hiệu có biên độ xác định tại tần số nhất định dựa trên tín hiệu điều khiển từ thiết bị điều khiển 26. Tín hiệu được tạo ra bằng cách dao động được phân nhánh thành tín hiệu kích thích và tín hiệu tham chiếu, và tín hiệu kích thích được xuất ra cho cuộn dây kích thích 13 và tín hiệu tham chiếu được xuất ra cho bộ phận xử lý tín hiệu 24 tương ứng. Tín hiệu kích thích được khuếch đại bởi bộ phận khuếch đại thứ tư 30 và được xuất ra cho cuộn dây kích thích 13.

Bộ phận điều khiển 26 nhập vào/xuất ra các dữ liệu và các tín hiệu từ/đến thiết bị đầu cuối bên ngoài 40, và đồng thời điều khiển bộ phận đầu vào thứ nhất 21 và bộ phận đầu vào thứ hai 22, bộ phận tính toán sai lệch 23, và bộ phận xử lý tín hiệu 25. Bộ phận điều khiển 26 điều chỉnh hệ số khuếch đại của bộ phận khuếch đại thứ nhất 27 đến bộ phận khuếch đại thứ tư 30.

[Cảm biến không tiếp xúc]

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện cảm biến không tiếp xúc 10 mà được thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.1. Cảm biến không tiếp xúc 10 bao gồm: cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được nối với bộ phận đầu vào thứ nhất 21 bằng dây dẫn; cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được nối với bộ phận đầu vào thứ hai 22 bằng dây dẫn; và cuộn dây kích thích 13 được nối với bộ phận khuếch đại thứ tư 30 bằng dây dẫn. Phương án được thể hiện trên Fig.2 có chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 14. Chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 14 được tạo thành, với phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a kéo dài theo chiều dọc và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b mà kéo dài theo chiều dọc nối với cả hai phía của phần tạo đường sức từ thứ ba 14c kéo dài theo chiều ngang. Chi tiết tạo đường sức từ 14 cũng có thể được tạo thành bằng cách nối các thanh sắt. Do chi tiết giữ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, cuộn dây phát hiện thứ hai 12 và cuộn dây kích thích 13, nó cũng có thể được gọi là chi tiết đỡ. Ngoài ra, chi tiết tạo đường sức từ 14 được tạo thành từ ferit, v.v. để hoạt động như ách từ.

Cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được mô tả dưới đây. Cuộn dây 15a và cuộn dây 15b được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b ở một phía của vị trí mà phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b được nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 14c. Cụ thể, cuộn dây 15a được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a, cuộn dây 15b được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ hai 14b, và bằng cách nối cuộn dây 15a và 15b nối tiếp, cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được tạo cấu hình để cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a, và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b tạo thành một từ trường vòng kín. Cuộn dây 15a và 15b không cần phải được nối nối tiếp mà có thể được gắn vào một trong hai phần tạo đường sức từ của cuộn dây 15a và 15b.

Cuộn dây phát hiện thứ hai 12 sẽ được mô tả dưới đây. Cuộn dây 16a và cuộn dây 16b tương ứng được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b ở phía còn lại của vị trí nơi mà phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và phần



tạo đường sức từ thứ hai 14b được nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 14c. Cụ thể, cuộn dây 16a được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a, cuộn dây 16b được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ hai 14b, và bằng cách nối cuộn dây 16a và 16b nối tiếp, cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được tạo cấu hình sao cho cuộn dây phát hiện thứ hai 12, phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a, và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b tạo thành một từ trường vòng kín. Cuộn dây 16a và 16b không cần phải được nối nối tiếp mà có thể được gắn vào một trong hai phần tạo đường sức từ của cuộn dây 16a và 16b.

Cuộn dây kích thích 13 được tạo cấu hình bằng cách gắn cuộn dây này vào phần tạo đường sức từ thứ ba 14c.

Mong muốn là các thông số như hình dạng, kích thước, độ dày và số vòng dây của cuộn dây 15a và 15b, mà tạo thành cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, và các cuộn dây 16a và 16b, mà tạo thành cuộn dây phát hiện thứ hai 12, là giống nhau, dựa trên nguyên tắc kiểm tra được mô tả dưới đây.

[Nguyên tắc và phương pháp kiểm tra dựa trên cảm biến không tiếp xúc]

Fig.3 thể hiện nguyên tắc kiểm tra được sử dụng cho hệ thống kiểm tra được thể hiện trên Fig.1. Các mạch từ của cảm biến không tiếp xúc 10 được tạo thành bởi cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, cuộn dây phát hiện thứ hai 12 và cuộn dây kích thích 13, và cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai được tạo cấu hình đối xứng với nhau qua mạch từ. Cụ thể, đường sức từ của lực từ cuộn dây kích thích 13 được phân nhánh thành đường sức từ của lực FM xuyên qua vào cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và đường sức từ của lực FM xuyên qua vào cuộn dây phát hiện thứ hai 12. Như được thể hiện bởi các đường sức từ của lực FM, mạch từ thứ nhất xuyên qua vào cuộn dây kích thích 13 và cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được tạo thành, và được thể hiện bằng đường sức từ khác của lực FM, mạch từ thứ hai xuyên qua vào cuộn dây kích thích 13 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được tạo thành.

Trong trường hợp này, “cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được tạo cấu hình đối xứng với nhau qua mạch từ” có nghĩa là từ thông được tạo ra trong một vùng được chia thành hai loại từ thông theo bề mặt đối xứng không gian, mỗi từ thông tạo thành mạch từ, và từ thông trong mạch từ này bằng trong mạch từ còn lại trong các vùng đối xứng qua bề mặt đó. Khi cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được tạo cấu hình đối xứng với nhau qua mạch từ, đường sức từ chảy qua cuộn dây phát hiện thứ nhất bằng đường sức từ chảy qua cuộn dây phát hiện thứ

hai 12 trong vùng đối xứng qua bề mặt, và cường độ từ trường chảy qua cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 bằng với từ trường chảy qua cuộn dây phát hiện thứ hai 12, và hướng của chúng là như nhau. Như được thể hiện bởi các mũi tên được tạo thành bởi đường nét đứt trên Fig.3(a), đường sức từ của lực FM trong mạch từ thứ nhất so với mạch từ thứ hai là giống nhau.

Vì vậy, vì tín hiệu phát hiện thứ nhất bằng tín hiệu phát hiện thứ hai trong bộ phận tính toán sai lệch 23 nên tín hiệu được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 trở thành 0, với điều kiện nhiễu bị bỏ qua. Do đó, có thể thực hiện được phương pháp kiểm tra sau đây. Nếu cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 hoặc cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được đặt ở nơi mà một chất có tính chất vật lý, chẳng hạn như độ thấm từ và độ dẫn điện từ, khác với của không khí, với đầu cuộn dây đối diện với chất đó thì tín hiệu sai lệch được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 khi đối tượng tồn tại tại vị trí đó. Khi giá trị đầu ra vượt quá phạm vi chỉ định, sự có mặt hoặc vắng mặt của đối tượng có thể được phát hiện, tốt hơn là dựa trên sự có mặt hoặc vắng mặt của đầu ra.

Theo một phương án của sáng chế, có thể cung cấp nhiều phương pháp phát hiện khác nhau dựa trên nguyên tắc phát hiện này.

Đầu tiên, đối tượng có từ tính 42 được bố trí hướng về phía đầu của cuộn dây phát hiện thứ hai 12, làm tăng từ trường ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12. Bằng cách giữ từ trường sinh ra từ cuộn dây kích thích 13 không đổi, từ trường trên bề mặt của cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 sẽ được tăng cường. Như được thể hiện bởi mũi tên được tạo thành bởi đường nét đứt trên Fig.3(b), đường sức từ của lực FM khác nhau giữa mạch từ thứ nhất và mạch từ thứ hai.

Giả sử tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12 là  $F1$  và  $F2$  tương ứng, với điều kiện là không có gì được đặt vào vị trí đối diện với cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12. Khi một đối tượng có từ tính 42 được đặt vào vị trí đối diện với cuộn dây phát hiện thứ hai 12, tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được biểu diễn dưới dạng  $F1 - \alpha$  ( $< F1$ ), và tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được biểu diễn dưới dạng  $F2 + \beta$  ( $> F2$ ). Do đó, các tín hiệu sai lệch từ bộ phận tính toán sai lệch 23 được biểu diễn dưới dạng  $-\alpha - \beta$ .

Do đó không chỉ sự thay đổi trong các tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12 có thể được phát hiện mà còn cả của đối tượng có từ tính 42 có thể được phát hiện ở độ nhạy cao khoảng gấp đôi so với biên độ thay đổi. Vì

các giá trị  $\alpha$  và  $\beta$  là về mặt lý thuyết, nên việc phát hiện bằng phương pháp này được cho là có độ chính xác gấp đôi độ nhạy.

Trong trường hợp này, vì chỉ có một cuộn dây kích thích 13 mà được dùng chung bởi mạch từ thứ nhất ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và mạch từ thứ hai ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12, việc phát hiện sẽ dễ dàng thu được độ chính xác cao bằng phương pháp này.

Với điều kiện là mạch từ thứ nhất trên cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và mạch từ thứ hai trên cuộn dây phát hiện thứ hai được nối song song sao cho sự thay đổi về từ thông chạy qua mạch từ thứ nhất có thể chảy vào mạch từ thứ hai, và sự thay đổi của từ thông chạy qua mạch từ thứ hai có thể chảy vào mạch từ thứ nhất, cuộn dây kích thích 13 không nhất thiết phải là một.

Thứ hai, khi đối tượng 41 được đặt sao cho nó được nối từ với cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, và đối tượng 42 được đặt sao cho nó được nối từ với cuộn dây phát hiện thứ hai 12, tín hiệu không được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23, với điều kiện là các tính chất vật lý, chẳng hạn như độ thấm từ và độ dẫn từ, cũng như kích thước, chẳng hạn như độ dày, đều bằng nhau.

Khi vật liệu tham chiếu được đặt là đối tượng 41 và đối tượng cần kiểm tra được đặt là đối tượng 42, có thể đánh giá liệu đối tượng cần kiểm tra có giống với vật liệu tham chiếu về đặc tính vật lý và/hoặc kích thước hay không.

Cụ thể, việc kiểm tra có thể được thực hiện bằng cách tiến hành quy trình được mô tả dưới đây.

Thứ nhất, đối tượng tham chiếu 41 được lần lượt đặt, đối diện với cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12. Sau đó, tín hiệu kích thích được xuất ra về phía cuộn dây kích thích 13, và hệ số khuếch đại của một hoặc cả hai bộ phận khuếch đại thứ nhất 27 và bộ phận khuếch đại thứ hai 28 được điều chỉnh sao cho tín hiệu sai lệch giữa tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12 trở thành 0. Việc điều chỉnh này không nhất thiết phải được thực hiện ở mỗi lần tiến hành kiểm tra.

Tiếp theo, một trong số đối tượng ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và trên cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được thay thế bằng đối tượng cần kiểm tra. Sau đó, tín hiệu kích thích được xuất ra cho cuộn dây kích thích 13 để xác định sự có mặt hoặc vắng mặt của các đầu ra của tín hiệu sai lệch giữa tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và từ

cuộn dây phát hiện thứ hai 12. Khi tín hiệu sai lệch được xác nhận là đã được xuất ra, đối tượng cần kiểm tra 42 được xác định là khác với đối tượng tham chiếu 41.

Độ nhạy phát hiện của phương pháp kiểm tra này phụ thuộc vào tính đối xứng từ giữa cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12, cụ thể là độ chính xác của việc sản xuất cơ học và/hoặc từ và độ tương tự vật lý giữa đối tượng tham chiếu và đối tượng cần kiểm tra.

Cảm biến không tiếp xúc 10 được thể hiện trên Fig.2 bao gồm kích thích cuộn 13, cuộn dây phát hiện thứ nhất 11, và cuộn dây phát hiện thứ hai 12, mà tạo thành mạch từ, với cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được bố trí đối xứng với nhau qua mạch từ. Lưu ý rằng, như được thể hiện trên Fig.2, cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được đặt vuông góc với cuộn dây kích thích 13, cuộn dây phát hiện thứ hai 13 được đặt vuông góc với cuộn dây kích thích 13, cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được tạo thành từ một cuộn dây duy nhất hoặc các cuộn dây 15a, 15b được nối nối tiếp, và cuộn dây phát hiện thứ hai được tạo thành từ một cuộn dây duy nhất hoặc các cuộn dây 16a, 16b được nối nối tiếp. Do đó, với cảm biến không tiếp xúc 10, việc phát hiện sự sai lệch so với trạng thái tham chiếu bằng cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 được phản ánh trực tiếp vào sự phát hiện sự sai lệch so với trạng thái tham chiếu bằng cuộn dây phát hiện thứ hai 12.

Như đã được mô tả ở trên, theo phương án của sáng chế, sự có mặt hoặc vắng mặt của đối tượng cần kiểm tra, sự sai lệch so với đối tượng tham chiếu, v.v. có thể được đánh giá với độ nhạy cao và dễ dàng. Trong phần mô tả ở trên, các đối tượng tương tự được đặt ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12, sau đó tín hiệu kích thích được xuất ra cho cuộn dây kích thích 13, và một trong hai hoặc cả hai bộ phận khuếch đại 27 và bộ phận khuếch đại thứ hai 28 được điều chỉnh sao cho đầu ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 trở thành 0.

Trên đây chỉ là một ví dụ về quy trình điều chỉnh cảm biến không tiếp xúc 10. Quy trình điều chỉnh sau đây cũng được sử dụng. Tín hiệu kích thích được xuất ra cho cuộn dây kích thích 13 trong trạng thái mà không có gì được đặt ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và ở phía cuộn dây kích thích thứ hai 12, và giá trị xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 được lưu trữ. Sau đó, đối tượng cần kiểm tra 42 được đặt ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 hoặc phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12, và giá trị xuất ra đã lưu trữ có thể được trừ khi bộ phận tính toán sai lệch 23 tính toán sự sai lệch giữa tín hiệu từ cuộn

dây phát hiện thứ nhất 11 và từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12. Hoặc cùng đối tượng 41 được đặt trên cả phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12, sau đó tín hiệu kích thích được xuất ra cho cuộn dây kích thích 13, và giá trị đầu ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 được lưu trữ. Sau đó, đối tượng 41 ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 hoặc phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12 được thay thế bằng đối tượng cần kiểm tra 42, và giá trị đầu ra đã lưu trữ có thể được trừ khi bộ phận tính toán sai lệch 23 tính toán sự sai lệch giữa tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai 12.

Cũng có thể điều chỉnh một hoặc cả bộ phận khuếch đại thứ nhất 27 lẫn bộ phận khuếch đại thứ hai 28, mà không đặt cùng các đối tượng ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 và cuộn dây phát hiện thứ hai 12, hoặc giá trị xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 có thể được lưu trữ và giá trị xuất ra có thể được trừ mỗi lần thực hiện việc kiểm tra.

[Biến thể của cảm biến không tiếp xúc]

Fig.4 thể hiện cảm biến không tiếp xúc khác với cảm biến được thể hiện trên Fig.2, trong đó Fig.4(a) là sơ đồ khái niệm, và Fig.4(b) là hình vẽ phối cảnh. Cảm biến không tiếp xúc 50 bao gồm: cảm biến phát hiện thứ nhất 51 được nối với bộ phận đầu vào thứ nhất 21 bằng dây dẫn; cảm biến phát hiện thứ hai 52 được nối với bộ phận đầu vào thứ hai bằng dây dẫn; và cuộn dây kích thích 53 được nối với bộ phận khuếch đại thứ tư 30 bằng dây dẫn.

Phương án được thể hiện trên Fig.4(a) và Fig.4(b) bao gồm chi tiết tạo đường sức từ 54. Chi tiết tạo đường sức từ 54 bao gồm phần tạo đường sức từ thứ nhất 54a và phần tạo đường sức từ thứ hai 54b. Phần tạo đường sức từ thứ nhất 54a bao gồm phần ngoại vi hình trụ 54c và phần nối dạng đĩa 54d được cung cấp tại khoảng cách tương đương từ cạnh trên và cạnh dưới của phần ngoại vi hình trụ 54c. Phần tạo thành đường sức từ thứ hai 54b bao gồm phần trục 54e, 54f để gắn ở phần trên và phần dưới của phần nối 54d. Các chi tiết làm bằng sắt có thể được nối với nhau để tạo thành phần tạo đường sức từ 54, và vì nó giữ cuộn dây phát hiện thứ nhất 51, cuộn dây phát hiện thứ hai 52 và cuộn dây kích thích 53, nó cũng có thể được gọi là chi tiết đỡ. Phần tạo đường sức từ 54 có thể được làm bằng ferit để hoạt động như ách từ.

Cuộn dây kích thích 53 được tạo thành bằng cách nối cuộn dây trên 53a và cuộn dây dưới 53b nối tiếp. Cuộn dây trên 53a được gắn vào phần trục 54e để đối diện với phần nối 54d, và cuộn dây dưới 53b được gắn vào phần trục 54f để đối diện với phần nối

54d. Cuộn dây trên 53a và cuộn dây dưới 53b của cuộn dây kích thích 53 được nối bằng cách quấn để tạo thành đường sức từ của lực FM được thể hiện bằng mũi tên được tạo thành bởi đường nét đứt.

Nói cách khác, đường sức từ của lực FM từ cuộn trên 53a xuyên qua cuộn dây phát hiện thứ nhất 51, đường sức từ của lực FM từ cuộn dây dưới 53b xuyên qua cuộn dây phát hiện thứ hai 52, mạch từ thứ nhất được tạo thành như được thể hiện bởi đường sức từ của lực FM xuyên qua cuộn dây trên 53a và cuộn dây phát hiện thứ nhất 51, mạch từ thứ hai được tạo thành như được thể hiện bởi đường sức từ của lực FM xuyên qua cuộn dây dưới 53b và cuộn dây phát hiện thứ hai 52, các đường sức từ của lực FM chồng lên nhau ở phần nối hình trụ 54 theo cùng hướng và ở độ lớn bằng nhau ở trạng thái tham chiếu, và mạch từ thứ nhất và mạch từ thứ hai được nối từ song song.

Do đó, ngay cả khi cuộn dây kích thích 53 được tạo thành từ hai cuộn dây 53a, 53b, mạch từ thứ nhất ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 51 và mạch từ thứ hai ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 52 được nối song song, cho phép thay đổi từ thông chạy trong mạch từ thứ nhất để chảy vào mạch từ thứ hai, hoặc sự thay đổi của từ thông chạy trong mạch từ thứ hai để chảy vào mạch từ thứ nhất.

Lưu ý rằng cuộn dây phát hiện thứ nhất 51 được gắn vào phần trên của phần trục 54e, trong khi cuộn dây phát hiện thứ hai 52 được gắn vào phần dưới của phần trục 54f. Cuộn dây phát hiện thứ nhất 51 được gắn vào đầu trên của phần trên của phần trục 54e, trong khi cuộn dây phát hiện thứ hai 52 được gắn vào đầu dưới của phần trục 54f.

Cảm biến không tiếp xúc 50 được thể hiện trên các Fig.4(a) và Fig.4(b) bao gồm cuộn dây kích thích 53, cuộn dây phát hiện thứ nhất 51, và cuộn dây phát hiện thứ hai 52 để tạo thành mạch từ, và cuộn dây phát hiện thứ nhất 51 và cuộn dây phát hiện thứ hai 52 được tạo cấu hình đối xứng với nhau qua mạch từ. Cụ thể, như được thể hiện trên Fig.4(a) và Fig.4(b), cuộn dây phát hiện thứ nhất 51 và cuộn dây phát hiện thứ hai 52 được bố trí trên cùng trục với cuộn dây kích thích 53. Vì vậy, với cảm biến không tiếp xúc 50, sự sai lệch được phát hiện bằng cuộn dây phát hiện thứ nhất 51 trực tiếp được phản ánh khi phát hiện sự sai lệch bằng cuộn dây phát hiện 52.

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện cảm biến không tiếp xúc khác với cảm biến được thể hiện trên Fig.2 và Fig.4(a) và Fig.4(b). Cảm biến không tiếp xúc 60 bao gồm: cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 được nối với bộ phận đầu vào thứ nhất 21 bằng dây dẫn; cuộn dây phát hiện thứ hai 62 được nối với bộ phận đầu vào thứ hai 22 bằng dây dẫn; và cuộn dây

kích thích 63 được nối với bộ phận khuếch đại thứ tư 30 bằng dây dẫn. Phương án được thể hiện trên Fig.5 bao gồm chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 64. Chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 64 được tạo thành bằng cách nối phần tạo đường sức từ thứ nhất 64a với phần tạo đường sức từ thứ hai 64b mở rộng theo chiều ngang, tức là hướng dọc, sang cả hai phía của phần tạo đường sức từ thứ ba 64c mở rộng theo chiều dọc, đó là hướng dọc. Chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 64 có thể được tạo thành bằng cách nối các chi tiết bằng sắt, và vì nó đỡ cuộn dây phát hiện thứ nhất 61, cuộn dây thứ hai 62, và cuộn dây kích thích 63 nên nó cũng có thể được gọi là chi tiết đỡ. Ngoài ra, chi tiết tạo đường sức từ 64 có thể được làm bằng ferit, v.v. để có chức năng như ách từ.

Cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 64a ở một phía so với vị trí nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 64c. Cuộn dây phát hiện thứ hai 62 được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 64a ở phía còn lại so với vị trí nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 64c.

Cuộn dây kích thích 63 được tạo thành từ hai cuộn 63a, 63b, và cuộn 63a được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 64a ở một phía so với vị trí nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 64c. Cuộn 63b được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 64a ở phía còn lại so với vị trí nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 64c.

Do đó, đường sức từ của lực FM từ cuộn dây 63a xuyên qua cuộn dây phát hiện thứ nhất 61, đường sức từ của lực FM từ cuộn 63b qua cuộn dây phát hiện thứ hai 62, mạch từ thứ nhất được tạo thành như được thể hiện bằng đường sức từ của lực FM xuyên qua cuộn dây 63a và cuộn dây phát hiện thứ nhất 61. Mạch từ thứ hai được tạo thành như được thể hiện bởi đường sức từ của lực FM xuyên qua vào cuộn dây 63b và cuộn dây phát hiện thứ hai 62, các đường sức từ của lực FM chồng lên nhau ở phần tạo đường sức từ thứ ba 64c theo cùng một hướng và ở độ lớn bằng nhau ở trạng thái tham chiếu, mạch từ thứ nhất và mạch từ thứ hai được nối song song.

Vì vậy, ngay cả khi cuộn dây kích thích 63 được tạo thành từ hai cuộn dây 63a, 63b thì mạch từ thứ nhất ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 và mạch từ thứ hai ở phía cuộn dây thứ hai 62 được nối song song vẫn cho phép thay đổi từ thông chạy trong mạch từ thứ nhất để chảy vào mạch từ thứ hai, hoặc thay đổi từ thông chạy trong mạch từ thứ hai chảy vào mạch từ thứ nhất.

Cảm biến không tiếp xúc 60 được thể hiện trên Fig.5 bao gồm cuộn dây kích thích 63, cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 và cuộn dây phát hiện thứ 62, tất cả tạo thành mạch

từ, với cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 và cuộn dây phát hiện thứ 62 được bố trí đối xứng với nhau qua mạch từ. Cụ thể, như được thể hiện trên Fig.5, cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 và cuộn dây phát hiện thứ hai 62 được đặt trên cùng trục với cuộn dây kích thích 63, được tạo thành từ cuộn 63a và cuộn dây 63b, chi tiết tạo đường sức từ 64 nối phần tạo đường sức từ thứ nhất và 64a, 64b, là các chi tiết dọc, và phần tạo đường sức từ thứ ba 64c, đó là bộ phận theo hướng dọc. Cuộn dây 63a và 63b tương ứng được gắn vào phần tạo đường sức từ thứ nhất 64a ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 và ở phía cuộn dây thứ hai 62 so với phần tạo đường sức từ thứ ba 64c, gần như vuông góc với trục. Do đó, với cảm biến không tiếp xúc 60, việc phát hiện sự sai lệch so với tình trạng tham chiếu bằng cuộn dây phát hiện thứ nhất 61 được phản ánh trực tiếp khi phát hiện sự sai lệch so với trạng thái tham chiếu bằng cuộn dây phát hiện thứ hai 62.

Fig.6 là sơ đồ khái niệm thể hiện cảm biến không tiếp xúc khác với cảm biến được thể hiện trên Fig.2, Fig.4(a), Fig.4(b) và Fig.5. Cảm biến không tiếp xúc 70 bao gồm: cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 được nối với bộ phận đầu vào thứ nhất 21 bằng dây dẫn; cuộn dây phát hiện thứ hai 72 được nối với bộ phận đầu vào thứ hai 22 bằng dây dẫn; cuộn dây kích thích 73 được nối với bộ phận khuếch đại thứ tư 30 bằng dây dẫn; và chi tiết đỡ 74 đỡ cuộn dây phát hiện thứ nhất 71, cuộn dây phát hiện thứ hai 72, và cuộn dây kích thích 73. Chi tiết đỡ 74 có dạng thanh trong phương án được thể hiện trên Fig.6. Chi tiết đỡ 74 cũng có thể được tạo thành bằng cách nối các thanh sắt. Chi tiết đỡ 74 có thể được làm bằng ferit, v.v. để có chức năng như ách từ.

Cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 được gắn vào một đầu của chi tiết đỡ 74, cuộn dây phát hiện thứ hai 72 được gắn vào đầu còn lại của chi tiết đỡ 74 và cuộn dây kích thích 73, được tạo thành từ hai cuộn dây 73a, 73b, được gắn vào vị trí ở cùng khoảng cách so với cả hai đầu của chi tiết đỡ 74. Chi tiết đỡ 74 bao gồm: phần đỡ thứ nhất 74a đỡ cuộn 73a, là một phần của cuộn dây kích thích 73; phần đỡ thứ hai 74b đỡ cuộn dây 73b, là phần còn lại của cuộn dây kích thích 73; và phần nối 74c nối phần đỡ thứ nhất 74a và phần đỡ thứ hai 74b, và ít nhất một phần nối 74c được làm từ vật liệu không có từ tính. Cuộn dây 73a và 73b được đặt sao cho tạo ra các từ trường có cùng cường độ, và cuộn dây 73a và 73b được đặt tách biệt với nhau dọc theo chi tiết đỡ 74. Do đó, từ trường được tạo ra bởi cuộn dây 73a và được tạo ra bởi cuộn dây 73b không chồng chéo do lực phản từ trường. Lưu ý rằng cuộn dây 73a và 73b được nối nối tiếp để tạo ra từ trường theo hướng ngược theo hướng trục thẳng đứng, với cả hai đầu của cặp cuộn dây nối tiếp được



nối với bộ phận khuếch đại thứ tư 30 bằng dây dẫn. Hoặc, cả hai đầu của cuộn dây 73a và 73b được nối với bộ phận khuếch đại thứ tư 30 bằng dây dẫn để tạo ra các từ trường theo hướng ngược với hướng dọc.

Do đó, đường sức từ của lực FM từ cuộn dây 73a xuyên qua cuộn dây phát hiện thứ nhất 71, đường sức từ của lực FM từ cuộn dây 73b xuyên qua cuộn dây phát hiện thứ hai 72, mạch từ thứ nhất được tạo thành như được thể hiện bằng đường sức từ của lực FM xuyên qua vào cuộn dây 73a và cuộn dây phát hiện thứ nhất 71. Mạch từ thứ hai được tạo thành như được thể hiện bởi đường sức từ của lực FM xuyên qua cuộn dây 73b và cuộn dây phát hiện thứ hai 72, và sự phân bố từ trường sinh ra trong mạch từ thứ nhất và sinh ra trong mạch từ thứ hai đối xứng với nhau theo chiều dọc. Ngoài ra, mong muốn là chi tiết tạo đường sức từ hình trụ 75 được cung cấp, tách biệt với chi tiết đỡ 74, và cuộn dây phát hiện thứ nhất 71, cuộn dây phát hiện thứ hai 73, và cuộn dây kích thích 73 được đặt trong đó không bị ảnh hưởng bởi môi trường bên ngoài. Chi tiết tạo đường sức từ 75 được làm bằng ferit, v.v..

Cảm biến không tiếp xúc 70 cũng đối xứng qua trục của nó, cuộn dây phát hiện thứ nhất 72, cuộn dây phát hiện thứ hai 72 và cuộn dây kích thích 73 được gắn vào trục này, và bằng cách giảm độ rộng của trục, có thể thu được độ phân giải cao khi phát hiện, cho phép thực hiện việc kiểm tra ở các vùng vi mô và đối tượng nhỏ.

Cảm biến không tiếp xúc 70 được thể hiện trên Fig.6 bao gồm cuộn dây kích thích 73, cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 và cuộn dây phát hiện thứ hai 72, tất cả đều tạo thành mạch từ, với cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 và cuộn dây phát hiện thứ hai 72 được bố trí đối xứng với nhau qua mạch từ. Lưu ý, cụ thể, như được thể hiện trên Fig.6, cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 và cuộn dây phát hiện thứ hai 72 được bố trí trên cùng trục với cuộn dây kích thích 73. Do đó, với cảm biến không tiếp xúc 70, việc phát hiện sự sai lệch từ trạng thái tham chiếu bởi cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 được phản ánh trực tiếp khi phát hiện sự sai lệch so với trạng thái tham chiếu bằng cuộn dây phát hiện thứ hai 72. Với cảm biến không tiếp xúc 70, vì từ trường bị đẩy vào vùng khe giữa cuộn dây 73a và cuộn dây 73, với cường độ từ trường ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 71, ví dụ, từ trường ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 72 bị ảnh hưởng và giảm. Ngược lại, với sự tăng cường độ từ trường ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 72, từ trường ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 71 bị ảnh hưởng và giảm. Do đó, sự sai lệch giữa tín hiệu phát hiện từ cuộn dây

phát hiện thứ nhất 71 và từ cuộn dây phát hiện thứ hai 72 sẽ tăng, cải thiện độ nhạy phát hiện.

[Biến thể của phương pháp kiểm tra]

Các phương pháp kiểm tra không giới hạn ở phương pháp được mô tả ở trên, mà có thể thay đổi như được mô tả dưới đây. Tín hiệu được tạo ra từ bộ phận dao động 25 được tạo ra để thay đổi theo các giai đoạn trong dải tần số được chỉ định, từ 1kHz đến 1.000kHz chẳng hạn. Tín hiệu từ chất cần kiểm tra thay đổi theo tần số đo, và nói chung sự thay đổi trạng thái cũng khác nhau theo chất. Do đó, bằng cách kiểm tra sự thay đổi tín hiệu trong nhiều tần số nhất có thể, độ chính xác của khi đánh giá sẽ được cải thiện. Hình dạng, kích thước, và hơn nữa mối quan hệ về vị trí giữa các đối tượng cần kiểm tra và cảm biến ảnh hưởng đến các tính hiệu sai lệch. Tuy nhiên, nếu hình dạng, kích thước, và mối quan hệ về vị trí giữa các đối tượng cần kiểm tra và cảm biến vẫn như nguyên khi đo thì có thể xác định được sự sai lệch với độ chính xác cao hơn. Ngoài ra, nếu kích thước của đối tượng cần kiểm tra đủ lớn, so với kích thước của cảm biến, để cho phép bỏ qua hình dạng, kích thước và hơn nữa là mối quan hệ về vị trí giữa đối tượng cần kiểm tra và cảm biến thì có thể xác định được sự sai lệch về vật liệu của đối tượng cần kiểm tra bất kể vị trí cảm biến so với đối tượng cần kiểm tra.

Bằng cách trích xuất dữ liệu đã lưu trữ trong bộ phận xử lý tín hiệu 24 từ thiết bị đầu cuối 40, và xây dựng đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của tín hiệu được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch 23 vào tần số, nghĩa là thông tin về biên độ và pha, mà thay đổi theo tần số của tín hiệu, trên mặt phẳng phức, có thể đánh giá trực quan trạng thái phản ánh tính chất vật lý của đối tượng cần kiểm tra 42. Bằng cách thay đổi tần số đo như được mô tả ở trên, sự thay đổi tín hiệu sai lệch theo tín hiệu kích thích có thể được phát hiện dưới dạng một quỹ đạo, và không phải là các điểm, trên mặt phẳng phức.

Theo cách này, dựa trên sự sai lệch giữa các tín hiệu được phát hiện bởi cuộn dây phát hiện thứ nhất và sai lệch được phát hiện bởi cuộn dây phát hiện thứ hai do các đặc tính vật lý (như độ thấm từ và độ dẫn từ) của đối tượng cần kiểm tra 42 và vật liệu tham chiếu 41, có thể thực hiện được việc kiểm tra với độ chính xác cao.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Cảm biến không tiếp xúc 10 như được thể hiện trên Fig.3(a) và Fig.3(b) được sản xuất. Dây đồng được bọc bằng polyeste được quấn quanh năm lõi, một trong số đó được

đặt ở phần tạo đường sức từ thứ ba 14c, của chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 14, và mỗi cuộn còn lại được đặt ở các vị trí trên và dưới vị trí nối với phần tạo đường sức từ thứ ba 14c trong phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b. Sắt nguyên chất được sử dụng làm vật liệu cho chi tiết tạo đường sức từ 14. Chiều dài của phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và phần tạo đường sức từ thứ hai 14b của chi tiết tạo đường sức từ hình chữ H 14 được thiết lập khoảng 7cm và khoảng cách giữa tâm của phần tạo đường sức từ thứ nhất 14a và tâm của phần tạo đường sức từ thứ hai 14b được thiết lập khoảng 3,5cm.

Bộ phận dao động 25 được cung cấp để thực hiện việc quét toàn bộ 91 phần trong dải tần số từ 10kHz đến 100kHz. Khoảng quét được thiết lập ở 1kHz và thời gian chờ từ khi bắt đầu có đầu ra cho đến khi có tín hiệu phản hồi từ đối tượng cần kiểm tra ổn định được thiết lập ở 10 miligiây.

Khi không có đối tượng được đặt ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất 11 thì không khí được coi là đối tượng cần kiểm tra. Ở phía cuộn dây phát hiện thứ hai 12, đặt một tấm (cao 100mm × rộng 100mm × dày 3mm). Khi không có khe hở giữa cuộn dây phát hiện thứ hai 12 và tấm nêu trên thì tấm này được coi là đối tượng cần kiểm tra 42. Cụ thể, không tạo ra trạng thái không tăng.

Vật liệu của tấm nêu trên là sáu loại sau: SUS304, SUS316, đồng thau, nhôm, đồng và sắt.

Fig.7 là biểu đồ thể hiện các tín hiệu sai lệch được vẽ trên mặt phẳng phức, với mỗi tấm được bố trí theo cuộn dây phát hiện thứ hai. Trục ngang là trục thực và trục đứng là trục ảo. Như được thể hiện trên Fig.7, các tín hiệu sai lệch thay đổi tùy thuộc vào vật liệu tạo nên tấm nêu trên: SUS304 được biểu diễn bằng “△”, SUS316 được biểu diễn bằng “▲”, đồng thau được biểu diễn bằng “○”, nhôm được biểu diễn bằng “□”, đồng được biểu diễn bằng “■” và sắt được biểu diễn bằng “●”. Do đó, bằng phương pháp kiểm tra theo một phương án của của sáng chế, có thể xác định được vật liệu tạo nên đối tượng cần kiểm tra.

Khi đối tượng cần kiểm tra 42 khác với vật liệu tham chiếu 41, tập tính tín hiệu sai lệch sẽ thay đổi trên mặt phẳng phức ngay cả khi các kích thước đều giống nhau, điều này chứng tỏ rằng đối tượng cần kiểm tra có vật liệu khác với vật liệu tham chiếu. Ngoài ra, trong ví dụ này, tần số tăng từ 10kHz đến 100kHz. Mỗi điểm trên đồ thị trên Fig.7 là dữ liệu theo tần số. Với mẫu là sắt, như được thể hiện một phần ở 10Kz, 20kHz và

30kHz, tín hiệu sai lệch thay đổi theo tần số. Do đó, bằng cách thay đổi tần số đo, sự thay đổi của tín hiệu sai lệch theo tín hiệu kích thích có thể được phát hiện dưới dạng quỹ đạo chứ không phải là một điểm trên mặt phẳng phức.

Bảng 1:

|           | SUS304 | SUS316 | Đồng thau | Nhôm | Đồng | Sắt |
|-----------|--------|--------|-----------|------|------|-----|
| SUS304    |        | △      | ○         | ○    | ○    | ○   |
| SUS316    |        |        | ○         | ○    | ○    | ○   |
| Đồng thau |        |        |           | △    | △    | ○   |
| Nhôm      |        |        |           |      | △    | ○   |
| Đồng      |        |        |           |      |      | ○   |
| Sắt       |        |        |           |      |      |     |

Bảng 1 cho thấy mức độ tin cậy về khả năng ước tính rằng đối tượng cần kiểm tra là loại vật liệu khác so với vật liệu tham chiếu, với khả năng cao là loại vật liệu khác được đánh dấu là (○) và với khả năng thấp được đánh dấu là (△). Sắt có thể được phân biệt với các vật liệu khác, đồng có thể phân biệt với vật liệu ngoại trừ nhôm, nhôm có thể phân biệt với các vật liệu khác ngoại trừ đồng, và SUS316 có thể phân biệt được với các vật liệu khác ngoại trừ SUS304. Không phát hiện thấy sự sai lệch đáng kể trong hai cặp đồng, nhôm và đồng thau.

Theo phương án của sáng chế, do các đặc tính vật lý (như độ thấm từ và độ dẫn từ) của đối tượng cần kiểm tra và vật liệu tham chiếu, kích thước chuẩn, v.v., tín hiệu được phát hiện bởi cuộn dây phát hiện thứ nhất sẽ trở nên sai lệch so với các tín hiệu được phát hiện bởi cuộn dây phát hiện thứ hai, cho phép thực hiện được phép kiểm tra với độ chính xác cao. Cụ thể, bằng cách phân tích tín hiệu sai lệch phản hồi tần số bằng cách thay đổi tần số trong các giai đoạn, có thể thực hiện được việc kiểm tra với độ nhạy cao ngay cả với đối tượng cần kiểm tra mà khó xác định chỉ với một tần số duy nhất. Ngoài ra, bằng cách giảm kích thước của cảm biến không tiếp xúc, thống nhất hóa thiết bị kiểm tra, và cài đặt chương trình ứng dụng cho máy tính bên ngoài, có thể thu được việc hệ thống hóa tổng thể và giảm kích thước.

Bằng việc sử dụng cảm biến không tiếp xúc và hệ thống kiểm tra theo phương án của sáng chế, có thể xác định được ngay việc đưa vào vật chất lạ, các vật liệu thô đã xử lý nhưng chưa đạt yêu cầu, v.v.. Do đó, bằng cách lắp đặt nhiều cảm biến không tiếp xúc và hệ thống kiểm tra trong dây chuyền của nhà máy, có thể thực hiện được nhiều hoạt động

kiểm tra khác nhau trong quy trình sản xuất hàng loạt. Ngoài ra, do hệ thống kiểm tra này có thể phát hiện các thay đổi nhỏ với độ nhạy cao nên các đại lượng vật lý có nguồn từ các vết nứt trong kim loại và sự kết tinh bất thường có thể được theo dõi. Do dạng sóng của tín hiệu sai lệch khác nhau giữa các kim loại nên bằng cách phân tích các dạng sóng, các vật liệu có thể được phân biệt với nhau, và rỉ sét, vết nứt, sự mỏi của kim loại, v.v. có thể được ước tính dựa trên sự xáo trộn của dạng sóng. Bằng cách sử dụng cảm biến không tiếp xúc và hệ thống kiểm tra theo sáng chế, có thể thực hiện được các phân tích khác nhau như được mô tả ở trên.

#### Danh sách các số chỉ dẫn

- 1: Hệ thống kiểm tra
- 10: Cảm biến không tiếp xúc
- 11: Cuộn dây phát hiện thứ nhất
- 12: Cuộn dây phát hiện thứ hai
- 13: Cuộn kích thích
- 14: Chi tiết tạo đường sức từ
- 14a: Phần tạo đường sức từ thứ nhất
- 14b: Phần tạo đường sức từ thứ hai
- 14c: Phần tạo đường sức từ thứ ba
- 15a, 15b, 16a, 16b: Cuộn dây
- 20: Thiết bị kiểm tra
- 21: Bộ phận đầu vào thứ nhất
- 22: Bộ phận đầu vào thứ hai
- 23: Bộ phận tính toán sai lệch
- 24: Bộ phận xử lý tín hiệu
- 25: Bộ phận dao động
- 26: Bộ phận điều khiển
- 27: Bộ phận khuếch đại thứ nhất
- 28: Bộ phận khuếch đại thứ hai
- 29: Bộ phận khuếch đại thứ ba
- 30: Bộ phận khuếch đại thứ tư
- 41: Đối tượng (Vật liệu tham chiếu)
- 42: Đối tượng (Đối tượng được kiểm tra và đo)

- 50: Cảm biến không tiếp xúc
- 51: Cảm biến phát hiện thứ nhất
- 52: Cảm biến phát hiện thứ nhất
- 53: Cuộn dây kích thích
- 53a: Cuộn dây trên
- 53b: Cuộn dây dưới
- 54: Chi tiết tạo đường sức từ
- 54a: Phần tạo đường sức từ thứ nhất
- 54b: Phần tạo đường sức từ thứ hai
- 54c: Phần ngoại vi bên ngoài
- 54d: Phần nối
- 54e, 54f: Phần trục
- 60: Cảm biến không tiếp xúc
- 61: Cuộn dây phát hiện thứ nhất
- 62: Cuộn dây phát hiện thứ hai
- 63: Cuộn dây kích thích
- 63a, 63b: Cuộn dây
- 64: Chi tiết tạo đường sức từ
- 64a: Phần tạo đường sức từ thứ nhất
- 64b: Phần tạo đường sức từ thứ hai
- 64c: Phần tạo đường sức từ thứ ba
- 70: Cảm biến không tiếp xúc
- 71: Cuộn dây phát hiện thứ nhất
- 72: Cuộn dây phát hiện thứ hai
- 73: Cuộn dây kích thích
- 73a, 73b: Cuộn dây
- 74: Chi tiết đỡ
- 74a: Phần đỡ thứ nhất
- 74b: Phần đỡ thứ hai
- 74c: Phần nối
- 75: Chi tiết tạo đường sức từ

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị kiểm tra (20) được lắp với cảm biến không tiếp xúc,

cảm biến không tiếp xúc này bao gồm:

cuộn dây kích thích (13) và

cuộn dây phát hiện thứ nhất (11) và

cuộn dây phát hiện thứ hai (12),

cuộn dây kích thích (13), cuộn dây phát hiện thứ nhất (11), cuộn dây phát hiện thứ hai (12) tạo thành các mạch từ, và cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được bố trí đối xứng với nhau qua mạch từ;

thiết bị kiểm tra (20) bao gồm:

bộ phận đầu vào thứ nhất (21) mà tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất được đưa vào;

bộ phận đầu vào thứ hai (22) mà tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai được đưa vào;

bộ phận tính toán sai lệch (23) để tính toán sự sai lệch tín hiệu giữa tín hiệu thứ nhất từ bộ phận đầu vào thứ nhất và tín hiệu thứ hai từ bộ phận đầu vào thứ hai;

bộ phận xử lý tín hiệu (24) để xử lý tín hiệu sai lệch được tính bằng bộ phận tính toán sai lệch;

bộ phận dao động (25) để tạo ra tín hiệu kích thích cho cuộn dây kích thích và tín hiệu tham chiếu cho bộ phận xử lý tín hiệu;

bộ phận điều khiển (26) để điều khiển bộ phận đầu vào thứ nhất, bộ phận đầu vào thứ hai, bộ phận tính toán sai lệch, bộ phận xử lý tín hiệu, trong đó

bộ phận bên ngoài nhập vào hoặc xuất ra dữ liệu từ hoặc đến bộ phận điều khiển trong đó:

thiết bị điều khiển thay đổi tần số trong các giai đoạn cho dao động trong dải tần số được chỉ định với khoảng quét, tính toán sự thay đổi tín hiệu khác nhau liên quan đến tín hiệu kích thích bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu với khoảng quét, chuyển đổi tín hiệu sai lệch với khoảng quét trên trục thời gian thành tín hiệu trên trục tần số bằng cách sử dụng phép chuyển đổi Fourier, và

bộ phận bên ngoài được tạo cấu hình để vẽ đồ thị tín hiệu trên trục tần số trong dải tần số được chỉ định được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch trên mặt phẳng phức.

2. Thiết bị kiểm tra theo điểm 1, trong đó

cuộn dây phát hiện thứ nhất được nối từ với vật liệu tham chiếu, vật liệu tham chiếu này cùng với cuộn dây phát hiện thứ nhất, và cuộn dây kích thích tạo thành mạch từ thứ nhất,

cuộn dây phát hiện thứ hai được nối từ với đối tượng cần kiểm tra, đối tượng cần kiểm tra này cùng với cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây kích thích tạo thành mạch từ thứ hai, và

dưới dạng kết quả tính toán tín hiệu sai lệch được thực hiện bởi bộ phận tính toán sai lệch, từ thông chạy bên trong mạch từ thứ nhất và từ thông chạy trong mạch từ thứ hai được so sánh.

3. Thiết bị kiểm tra theo điểm 1, trong đó cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được bố trí vuông góc với cuộn dây kích thích, và cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được tạo thành từ một cuộn dây duy nhất hoặc từ nhiều cuộn dây được nối nối tiếp với nhau.

4. Thiết bị kiểm tra theo điểm 1, trong đó cuộn dây phát hiện thứ nhất và cuộn dây phát hiện thứ hai được bố trí trên cùng trục với cuộn dây kích thích.

5. Thiết bị kiểm tra theo điểm 1, trong đó thiết bị kiểm tra này còn bao gồm:

bộ phận khuếch đại thứ nhất (27) được nối giữa bộ phận đầu vào thứ nhất và bộ phận tính toán sai lệch;

bộ phận khuếch đại thứ hai (28) được nối giữa bộ phận đầu vào thứ hai và bộ phận tính toán sai lệch; và

bộ phận khuếch đại thứ ba (29) được nối giữa bộ phận tính toán sai lệch và bộ phận xử lý tín hiệu.

6. Thiết bị kiểm tra theo điểm 1, trong đó thiết bị kiểm tra này còn bao gồm:



bộ phận khuếch đại thứ nhất (27) được nối giữa bộ phận đầu vào thứ nhất và bộ phận tính toán sai lệch;

bộ phận khuếch đại thứ hai (28) được nối giữa bộ phận đầu vào thứ hai và bộ phận tính toán sai lệch;

bộ phận khuếch đại thứ ba (29) được nối giữa bộ phận tính toán sai lệch và bộ phận xử lý tín hiệu; và

bộ phận khuếch đại thứ tư (30) được nối giữa cuộn dây kích thích và bộ phận dao động.

7. Phương pháp kiểm tra sử dụng thiết bị kiểm tra như được xác định trong điểm 1, phương pháp này bao gồm các bước:

thay đổi tần số ở các giai đoạn để dao động trong dải tần số đã chỉ định với khoảng quét,

tính toán thay đổi của tín hiệu sai lệch theo tín hiệu kích thích bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu với khoảng quét,

chuyển đổi tín hiệu sai lệch với khoảng quét trên trục thời gian thành tín hiệu sai lệch với khoảng quét trên trục tần số bằng cách sử dụng phép chuyển đổi Fourier,

vẽ đồ thị tín hiệu của trục tần số trong dải tần số đã chỉ định được xuất ra từ bộ phận tính toán sai lệch trên mặt phẳng phức bởi bộ phận bên ngoài,

nối từ cuộn dây phát hiện thứ nhất với vật liệu tham chiếu,

nối từ cuộn dây phát hiện thứ hai với đối tượng cần kiểm tra,

nhập tín hiệu kích thích vào cuộn dây kích thích, và

phát hiện sự sai lệch giữa các tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất và tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai, theo đó xác định xem đối tượng cần kiểm tra có khác với vật liệu tham chiếu về các tính chất vật lý hoặc kích thước hay không.

8. Phương pháp kiểm tra theo điểm 7, trong đó không khí được coi là đối tượng cần kiểm tra ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất.

9. Phương pháp kiểm tra theo điểm 7, trong đó phương pháp kiểm tra này còn bao gồm các bước:

không đặt đối tượng bất kỳ ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất và ở phía cuộn dây kích thích thứ hai hoặc đặt cùng đối tượng ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất và phía cuộn dây phát hiện thứ hai,

xuất ra tín hiệu kích thích cho cuộn dây kích thích,

lưu trữ giá trị đầu ra từ bộ phận tính toán sai lệch,

thay thế đối tượng ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất hoặc bên của cuộn dây phát hiện thứ hai bằng đối tượng cần kiểm tra, và

trừ giá trị đầu ra đã lưu trữ khi bộ phận tính toán sai lệch tính toán sự sai lệch giữa tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ nhất và tín hiệu từ cuộn dây phát hiện thứ hai.

10. Phương pháp kiểm tra theo điểm 7, trong đó thiết bị kiểm tra này còn bao gồm:

bộ phận khuếch đại thứ nhất được nối giữa bộ phận đầu vào thứ nhất và bộ phận tính toán sai lệch;

bộ phận khuếch đại thứ hai được nối giữa bộ phận đầu vào thứ hai và bộ phận tính toán sai lệch; và

thiết bị khuếch đại thứ ba được nối giữa bộ phận tính toán sai lệch và bộ phận xử lý tín hiệu, trong đó

khi điều chỉnh tín hiệu sai lệch trở thành 0 mà không đặt cùng đối tượng ở phía cuộn dây phát hiện thứ nhất thì:

điều chỉnh hệ số khuếch đại của một hoặc cả hai bộ phận khuếch đại thứ nhất và bộ phận khuếch đại thứ hai, hoặc

lưu trữ giá trị đầu ra từ bộ phận tính toán sai lệch và trừ đi giá trị đầu ra đã lưu trữ mỗi khi thực hiện kiểm tra.

FIG. 1

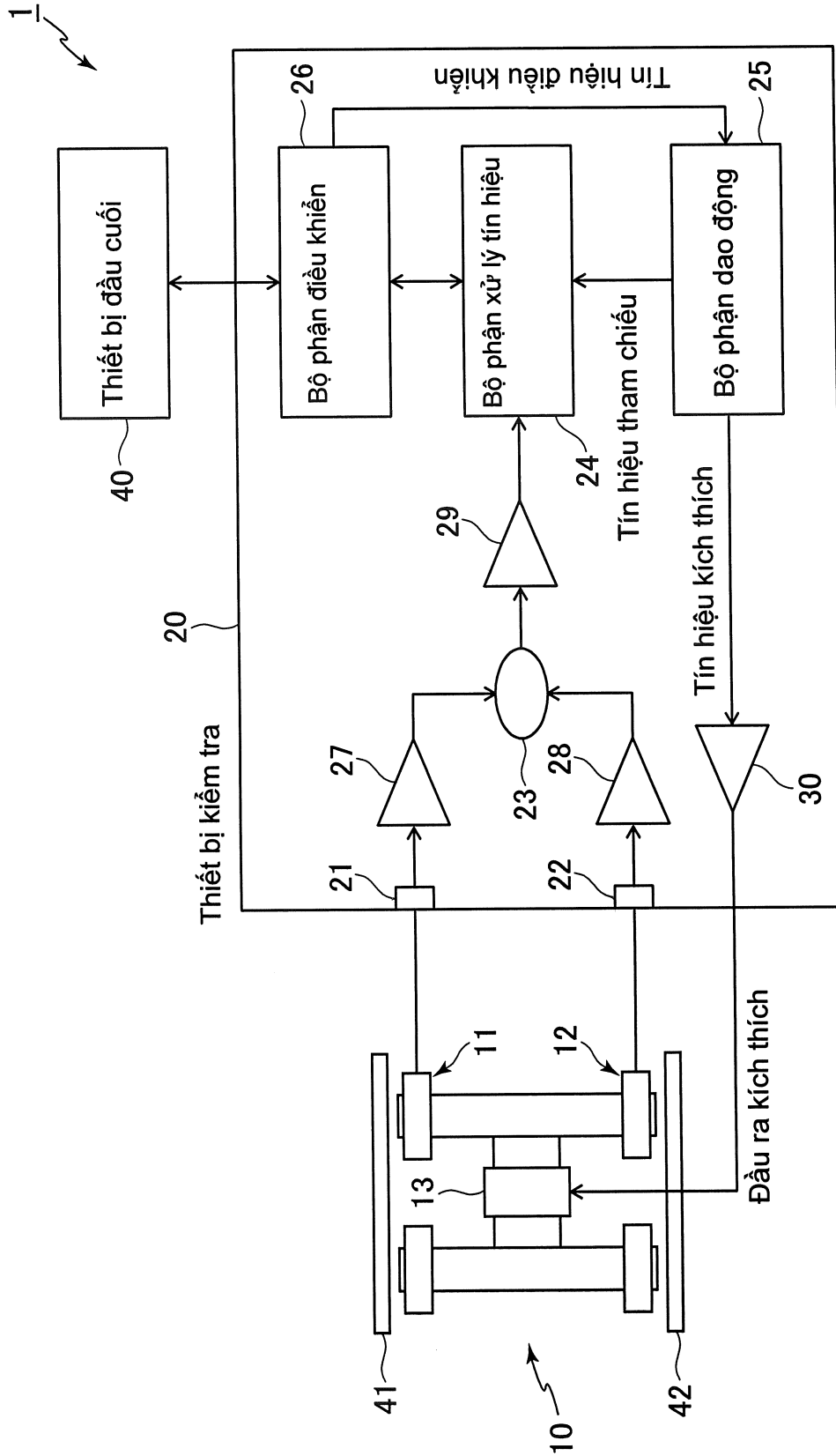


FIG. 2

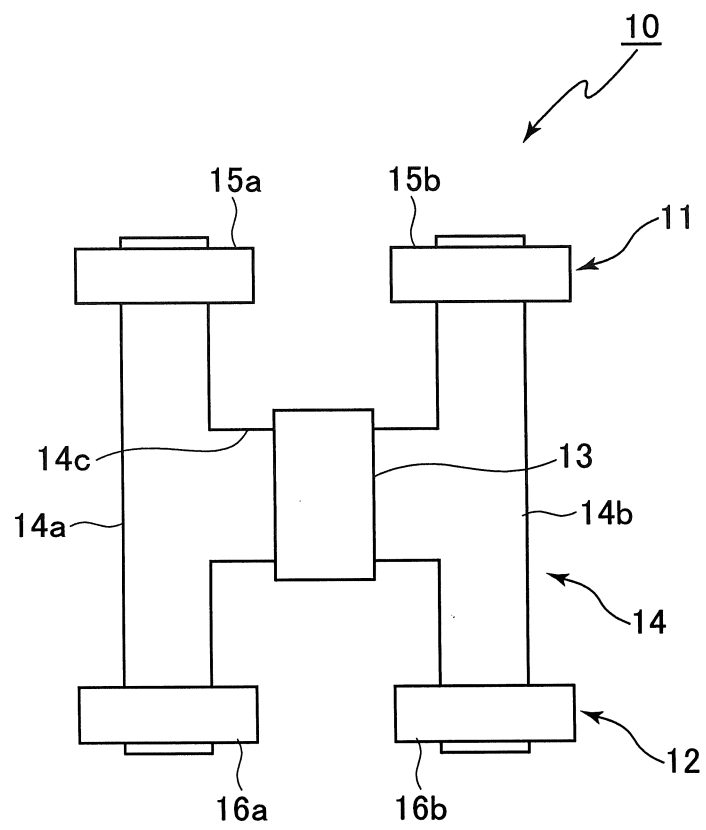


FIG. 3

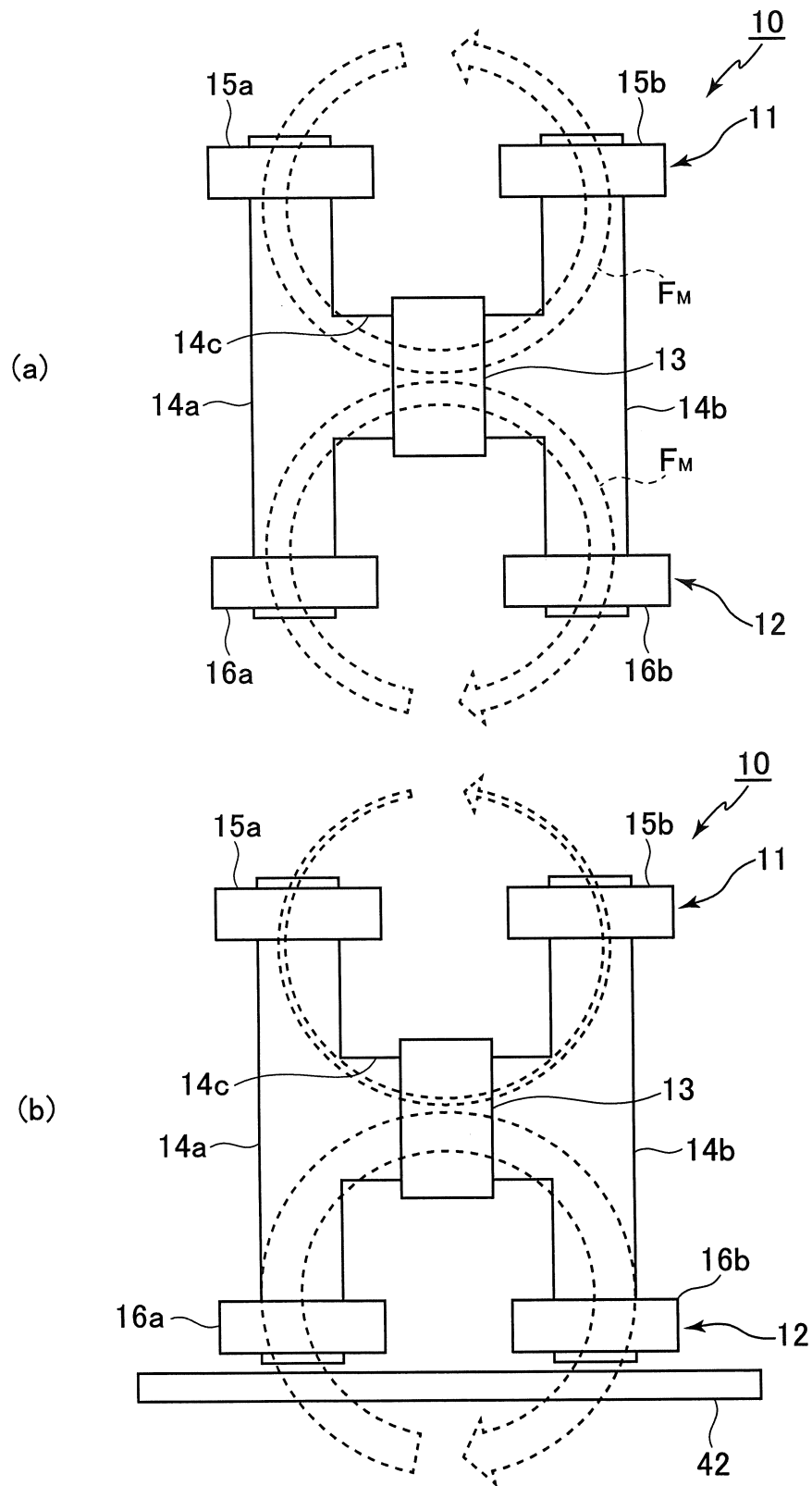


FIG. 4

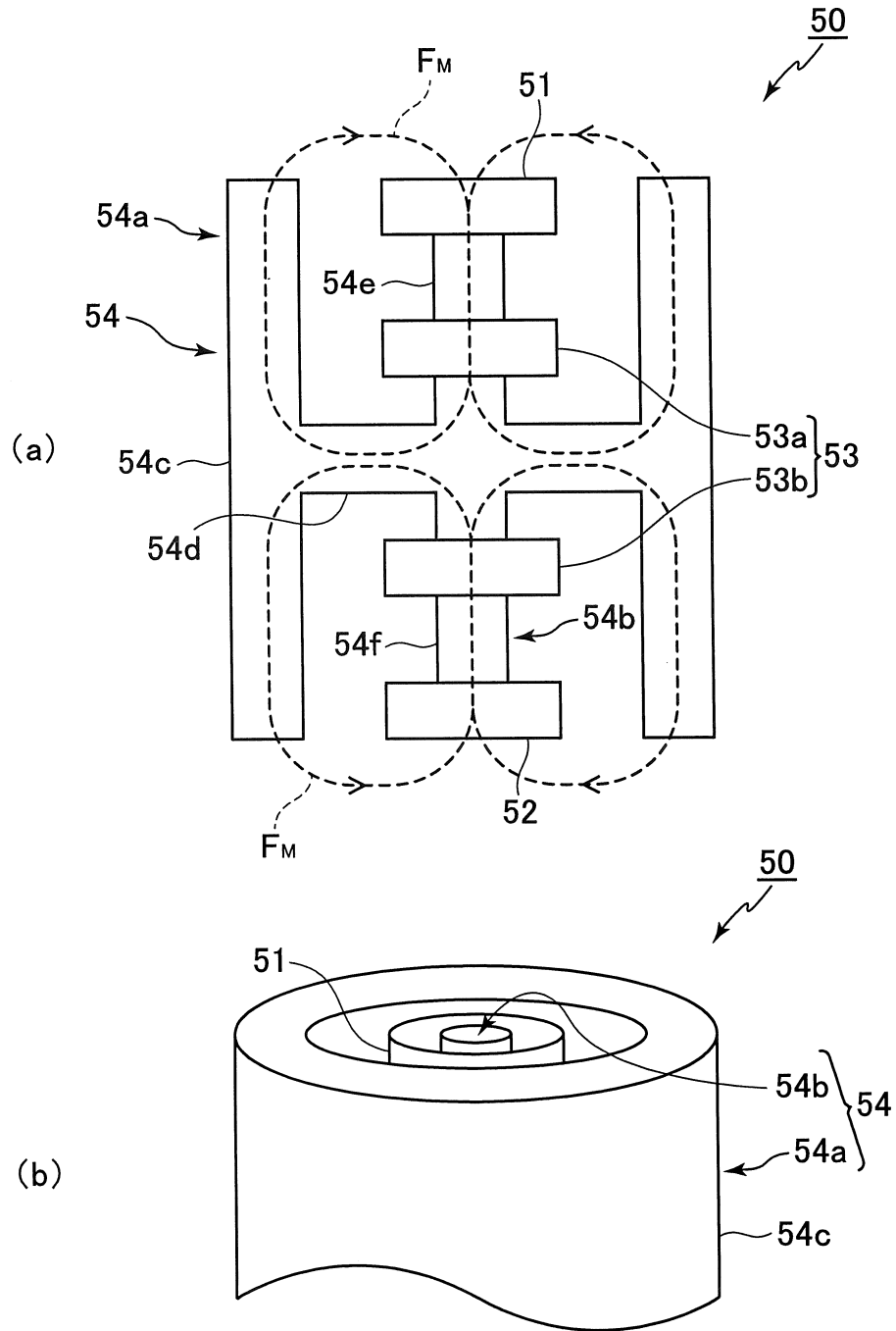


FIG. 5

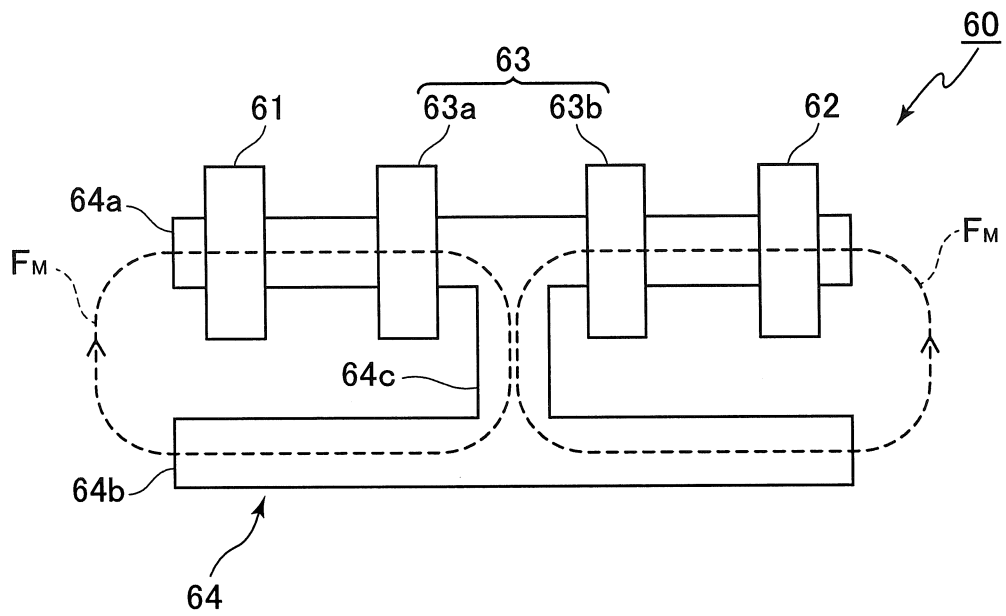


FIG. 6

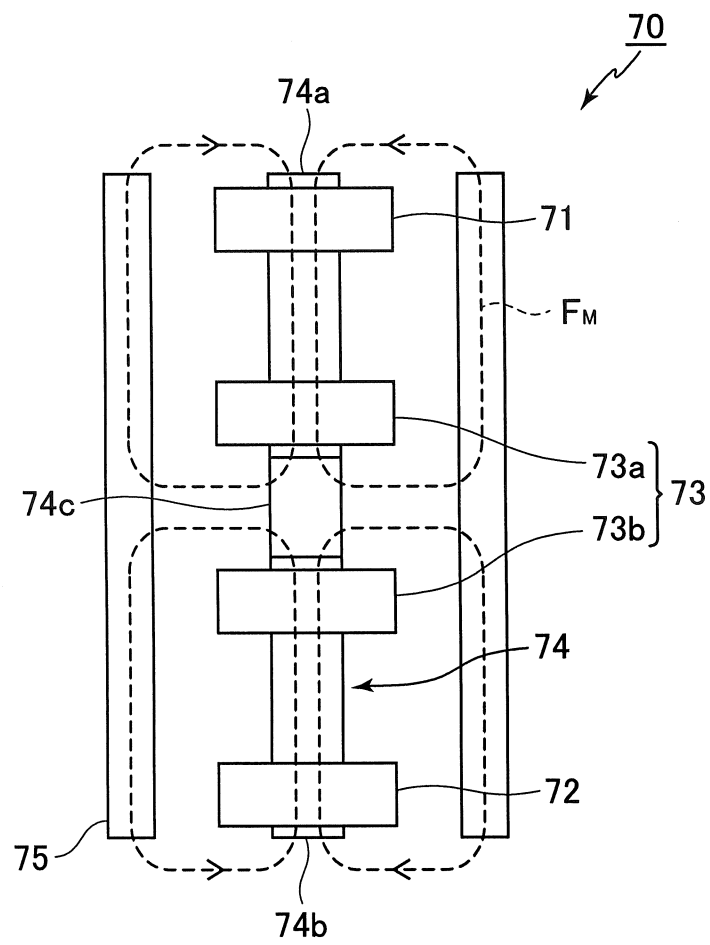




FIG. 7

