



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0048028

(51)^{2022.01} G01N 17/04; G01N 27/04; G01N 27/00 (13) B

(21) 1-2022-07269

(22) 19/05/2021

(86) PCT/JP2021/018942 19/05/2021

(87) WO2021/235475 25/11/2021

(30) 2020-087264 19/05/2020 JP

(45) 25/06/2025 447

(43) 27/02/2023 419A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) OMODA Masataka (JP); OTSUKA Shinji (JP).

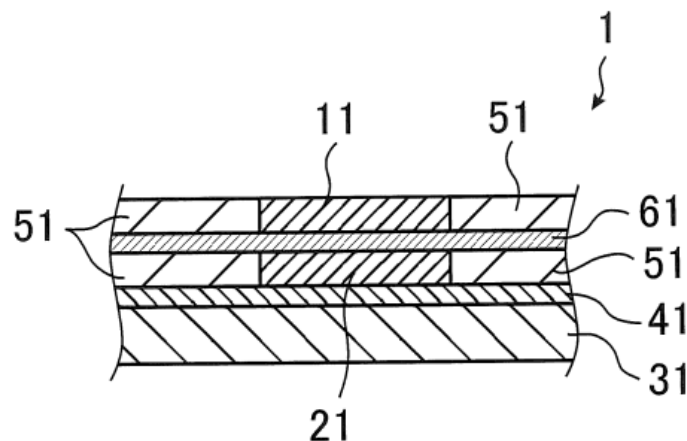
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CẢM BIẾN ĂN MÒN, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT
CẢM BIẾN ĂN MÒN, VÀ CẢM BIẾN ĂN MÒN

(21) 1-2022-07269

(57) Sáng chế đề cập đến cảm biến ăn mòn (1) là cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến (11) lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu (21) tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và đo tổn hao ăn mòn của phần cảm biến (11) dựa trên giá trị điện trở của phần tham chiếu (21) và giá trị điện trở của phần cảm biến (11). Chiều rộng của phần cảm biến (11) được thiết lập để thỏa mãn Công thức (II): $w \geq (32 \times t_{\text{limit}}) \dots (II)$, t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm], và w : chiều rộng của phần cảm biến [mm]. Cảm biến ăn mòn (1) có độ chính xác ưu việt của phép đo tổn hao ăn mòn.

FIG. 2



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn, phương pháp sản xuất cảm biến ăn mòn, và cảm biến ăn mòn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các cảm biến ăn mòn kiểu điện trở đã được biết đến với kỹ thuật đánh giá sự ăn mòn của các vật liệu kim loại.

Cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến (vật dẫn điện) lộ ra với môi trường ăn mòn để ăn mòn, và phần tham chiếu (vật dẫn điện) tách biệt khỏi môi trường ăn mòn, và thu được tổn hao ăn mòn của phần cảm biến dựa trên giá trị điện trở của phần tham chiếu và giá trị điện trở, tăng do ăn mòn, của phần cảm biến.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ kỹ thuật thiết lập thích hợp chiều dày ban đầu của phần cảm biến.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2016-197102 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế**Vấn đề kỹ thuật**

Các tác giả của sáng chế đã phát hiện ra rằng độ chính xác của phép đo tổn hao ăn mòn đôi khi không đủ ngay cả khi chỉ chiều dày ban đầu của phần cảm biến được thiết lập thích hợp.

Sáng chế đã được thực hiện theo quan điểm trên và nhằm mục đích cung cấp phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn mà theo đó cảm biến ăn mòn có độ chính xác ưu việt của phép đo tổn hao ăn mòn có thể thu được.

Giải pháp kỹ thuật

Các tác giả nhận thấy, thông qua việc nghiên cứu, rằng việc sử dụng cấu hình được mô tả dưới đây cho phép đạt được mục tiêu được đề cập ở trên, và sáng chế đã

được hoàn thiện.

Cụ thể, sáng chế đề xuất các mục [1] đến [7] sau.

[1] Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn, cảm biến ăn mòn là cảm biến ăn mòn loại điện trở, và cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và đo tổn hao ăn mòn của phần cảm biến dựa trên giá trị điện trở của phần tham chiếu và giá trị điện trở của phần cảm biến,

trong đó chiều rộng của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (II) dưới đây:

$$w \geq (32 \times t_{\text{limit}}) \dots \text{(II)},$$

t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm], và

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm].

[2] Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo mục [1], trong đó chiều dày ban đầu của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (I) dưới đây:

$$t_{\text{init}} \geq (2 \times t_{\text{limit}}) \dots \text{(I)},$$

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm], và

t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm].

[3] Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo mục [1] hoặc [2], trong đó chiều dài của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (III) dưới đây:

$$10^3 \leq \{L/(w \times t_{\text{init}})\} \times I \dots \text{(III)},$$

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm],

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm],

L : chiều dài của phần cảm biến [mm], và

I : giá trị dòng [mA].

[4] Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó chiều rộng và chiều dày ban đầu của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (VII) dưới đây:

$$(w/t_{\text{init}}) \geq 16 \dots \text{(VII)},$$

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm], và

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm].

[5] Phương pháp sản xuất cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện,

phương pháp bao gồm thiết kế phần cảm biến theo phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4].

[6] Phương pháp sản xuất cảm biến ăn mòn theo mục [5], phương pháp còn bao gồm cán mỏng phần cảm biến và phần tham chiếu qua chất cách điện.

[7] Cảm biến ăn mòn là cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và

đo tổn hao ăn mòn của phần cảm biến dựa trên giá trị điện trở của phần tham chiếu và giá trị điện trở của phần cảm biến,

trong đó chiều rộng và chiều dày của phần cảm biến thỏa mãn Công thức (VII) dưới đây:

$$(w/t_{init}) \geq 16 \dots (VII),$$

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm], và

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm].

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được cảm biến ăn mòn có độ chính xác ưu việt của phép đo tổn hao ăn mòn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ bằng thể hiện cảm biến ăn mòn loại điện trở.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang lấy theo đường A-A của Fig.1.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang của cảm biến ăn mòn để minh họa trạng thái kết nối giữa nguồn dòng và phần đo điện áp.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tổn hao ăn mòn trung bình và tổn hao ăn mòn tối đa.

Fig.5 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tổn hao ăn mòn trung bình và phạm vi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Được mô tả dưới đây là phương án thích hợp của sáng chế.

Mô tả sau đây cũng bao gồm phương pháp sản xuất cảm biến ăn mòn, và cảm biến ăn mòn ngoài phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn.

<Cấu hình cơ bản của cảm biến ăn mòn>

Ví dụ thích hợp về cấu hình cơ bản cảm biến ăn mòn loại điện trở được mô tả có tham chiếu đến Fig.1 đến Fig.3.

Trong khi đó, cảm biến ăn mòn được mô tả có tham chiếu đến Fig.1 đến Fig.3 là ví dụ đơn thuần, và cảm biến ăn mòn không bị giới hạn ở đó.

Fig.1 là hình vẽ bằng thể hiện cảm biến ăn mòn 1. Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang lấy theo đường A-A của Fig.1.

Cảm biến ăn mòn 1 loại điện trở bao gồm phần cảm biến 11 lộ ra với môi trường tùy ý, và phần tham chiếu 21 tách biệt khỏi môi trường tùy ý mà phần cảm biến 11 lộ ra.

“Môi trường tùy ý” mà phần cảm biến 11 lộ ra thể hiện khái niệm bao gồm các môi trường khác nhau bao gồm “môi trường ăn mòn” trong đó phần cảm biến 11 bị ăn mòn.

Nghĩa là, cảm biến ăn mòn 1 có thể được sử dụng không chỉ trong môi trường ăn mòn trong đó phần cảm biến 11 bị ăn mòn mà còn trong môi trường trong đó phần cảm biến 11 không bị ăn mòn.

Như được thể hiện trên Fig.2, trên một bề mặt của nền dạng tấm 31, phần tham chiếu 21 được tạo thành từ vật dẫn điện được bố trí qua tấm cách điện 41. Trên một bề mặt, đối diện với nền 31, của phần tham chiếu 21, phần cảm biến 11 được tạo thành từ vật dẫn điện được bố trí qua chất cách điện 61. Nói cách khác, phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 được cán mỏng qua chất cách điện 61.

Phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 mỗi phần có mặt cắt ngang dạng hình chữ nhật (bao gồm hình vuông) có chiều dày được xác định trước. Các bề mặt bên đối diện của phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 được bao phủ bởi nhựa 51 cách điện.

Như được thể hiện trên Fig.2, khi cảm biến ăn mòn 1 được xem trong mặt cắt

ngang, các bề mặt bên đối diện cũng như các bề mặt trên và dưới của phần tham chiếu 21 dạng hình chữ nhật được bao phủ bởi các chi tiết tương ứng. Theo đó, ngay cả khi cảm biến ăn mòn 1 có mặt trong môi trường tùy ý, phần tham chiếu 21 tách biệt khỏi môi trường tùy ý này.

Trong lúc đó, như được thể hiện trên Fig.2, khi cảm biến ăn mòn 1 được xem trong mặt cắt ngang, trong khi các bề mặt bên đối diện và bề mặt dưới của phần cảm biến 11 dạng hình chữ nhật được bao phủ bởi các chi tiết tương ứng, nhưng bề mặt trên của nó lộ ra. Theo đó, khi cảm biến ăn mòn 1 có mặt trong môi trường tùy ý, bề mặt trên của phần cảm biến 11 lộ ra với môi trường tùy ý này. Trong phần cảm biến 11 với bề mặt trên của nó lộ ra, ăn mòn tiếp tục theo hướng chiều dày (hướng từ bề mặt trên về phía bề mặt dưới) của phần cảm biến 11.

Các ví dụ thích hợp về nền 31 bao gồm tấm kim loại như tấm thép không gỉ bởi vì khả năng xử lý của nó, nhưng nền 31 không bị giới hạn ở đó và có thể là chất cách điện như thủy tinh, gốm, hoặc chất dẻo, hoặc chất bán dẫn như phiến silic.

Tấm cách điện 41 được bố trí trên nền 31 không bị giới hạn cụ thể và có thể sử dụng các ví dụ về vật liệu thông thường đã biết bao gồm màng dẻo được làm bằng, ví dụ, polyetylen terephthalat (PET).

Tấm cách điện 41 phải có chiều dày (khoảng cách thẳng đứng trong Fig.2, áp dụng tương tự sau đây) mà nền 31 là, ví dụ, tấm thép không gỉ có thể được cách điện với phần tham chiếu 21 là vật dẫn điện, và chiều dày không nhỏ hơn 5 μm , ví dụ.

Khi vật dẫn điện (như tấm kim loại) và chất bán dẫn được sử dụng cho nền 31, cần có tấm cách điện 41, ngược lại, khi chất cách điện được sử dụng cho nền 31, không cần tấm cách điện 41.

Vật liệu của nhựa 51 không bị giới hạn cụ thể và có thể sử dụng vật liệu thông thường đã biết, và các ví dụ của chúng bao gồm nhựa epoxy và nhựa acrylic. Chiều dày của nhựa 51 tuân theo chiều dày của mỗi phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21.

Vật liệu của chất cách điện 61 không bị giới hạn cụ thể miễn là vật liệu không cho phép phần cảm biến 11 được nối điện với phần tham chiếu 21, và các ví dụ của chúng bao gồm thủy tinh, gốm, chất dẻo (nhựa tổng hợp), và nhựa tự nhiên. Nếu chất

cách điện 61 có độ dẫn nhiệt thấp, chênh lệch nhiệt độ có thể tạo ra giữa phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21. Theo đó, tốt hơn là chọn vật liệu có độ dẫn nhiệt càng cao càng tốt.

Khi chất cách điện 61 quá dày, độ dẫn nhiệt sẽ suy giảm, ngược lại, khi chất cách điện 61 quá mỏng, sẽ có nguy cơ đoản mạch cao hơn.

Chiều dày thích hợp của chất cách điện 61 thay đổi tùy thuộc vào vật liệu của nó và tốt hơn là, ví dụ, từ 5 đến 200 μm , khi chất cách điện 61 được tạo thành từ màng dẻo polyvinyl clorua, polyetylen, polypropylen, hoặc tương tự.

Chất cách điện 61 tốt hơn là được dính vào phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 mà không có khe ở giữa. Điều này là bởi, nếu khe được hình thành, độ dẫn nhiệt có thể sẽ bị suy giảm. Theo đó, tốt hơn là chất cách điện 61, phần cảm biến 11, và phần tham chiếu 21 được liên kết nén với nhau bằng lực đủ mạnh hoặc được liên kết với nhau bằng cách sử dụng chất dính dẫn nhiệt. Trong quá trình liên kết, tốt hơn là các bề mặt sẽ được liên kết được rửa đủ sạch cho đến khi không còn bụi bẩn còn lại trên đó.

Vật dẫn điện cấu thành phần cảm biến 11 được chọn tùy thuộc vào các mục tiêu của phép đo tổn hao ăn mòn và không bị giới hạn cụ thể, và các ví dụ của chúng bao gồm sắt và các hợp kim sắt.

Lượng sắt được chứa trong hợp kim sắt tốt hơn là không nhỏ hơn 90% khối lượng. Các nguyên tố ngoại trừ sắt được chứa trong hợp kim sắt được minh họa bằng ví dụ bởi ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm cacbon, silic, mangan, photpho, và lưu huỳnh; và các nguyên tố như đồng và niken cải thiện khả năng chống ăn mòn.

Vật dẫn điện cấu thành phần tham chiếu 21 tốt hơn là cùng vật liệu với vật dẫn điện cấu thành phần cảm biến 11.

Vật dẫn điện cấu thành phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 tốt hơn là có hình dạng kéo dài với chiều dài được xác định trước vì các thay đổi trong các giá trị điện trở của chúng được đo, và ví dụ về hình dạng như vậy là hình dạng uốn lượn uốn cong tại các khoảng cách không đổi như được thể hiện trên Fig.1.

Hình dạng của phần tham chiếu 21 tốt hơn là giống với của phần cảm biến 11, và, ví dụ, phần tham chiếu 21 có thể có cùng diện tích mặt cắt ngang với phần cảm biến

11 và có chiều dài ngắn hơn của phần cảm biến 11. Với chiều dài ngắn hơn chiều dài của phần cảm biến 11, phần tham chiếu 21 có thể mong đợi hiệu quả cải thiện khả năng tuân theo để tuân theo sự thay đổi nhiệt độ trong phần cảm biến 11.

Trong khi phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 được cán mỏng qua chất cách điện 61, nó là đủ nếu các phần này ít nhất được cán mỏng một phần lên nhau.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang của cảm biến ăn mòn 1 để mô tả trạng thái kết nối giữa nguồn dòng 71 và phần đo điện áp 81.

Như được thể hiện trên Fig.3, đầu cuối 11a là đầu này của phần cảm biến 11 và đầu cuối 11b là đầu còn lại của phần cảm biến 11 được nối với phần đo điện áp 81, và đầu cuối 21a là đầu này của phần tham chiếu 21 và đầu cuối 21b là đầu còn lại của phần tham chiếu 21 được nối với phần đo điện áp 91. Đầu cuối 11b của phần cảm biến 11 và đầu cuối 21b của phần tham chiếu 21 được nối điện với nhau, và đầu cuối 11a của phần cảm biến 11 và đầu cuối 21a của phần tham chiếu 21 được nối với nguồn dòng 71.

Trong cảm biến ăn mòn 1 như trên, dòng không đổi được áp dụng từ nguồn dòng 71 để đo điện áp, nhờ đó thu được giá trị điện trở của mỗi phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21.

Trong trường hợp mà phần cảm biến 11 bị ăn mòn theo thời gian do sự lộ ra với môi trường tùy ý, giá trị điện trở của phần cảm biến 11 tăng theo thời gian từ giá trị ban đầu. Mặt khác, vì phần tham chiếu 21 tách biệt khỏi môi trường mà phần cảm biến 11 lộ ra, sự ăn mòn của phần tham chiếu 21 không tăng lên, và giá trị điện trở của phần tham chiếu 21 về cơ bản không thay đổi so với giá trị ban đầu ngoại trừ sự thay đổi gây ra bởi sự thay đổi nhiệt độ được mô tả sau.

Nói chung, sự tăng ăn mòn của phần cảm biến 11 liên quan đến sự gia tăng giá trị điện trở có lẽ bởi vì lý do sau.

Khi ăn mòn tăng lên, vật dẫn điện cấu thành phần cảm biến 11 giảm chiều dày của nó theo hướng chiều dày, có diện tích lộ ra với môi trường tùy ý làm điểm khởi đầu. Phần của vật dẫn điện tương ứng với sự giảm chiều dày bị mất khỏi bề mặt hoặc được thay thế bằng sản phẩm ăn mòn mà còn lại trên bề mặt. Trong nhiều trường hợp, sản phẩm ăn mòn không dẫn điện, hoặc ngay cả khi sản phẩm ăn mòn dẫn điện, độ dẫn điện

của nó thấp hơn nhiều so với vật dẫn điện ban đầu. Theo đó, sự gia tăng giá trị điện trở do ăn mòn được cho là gây ra bởi sự giảm chiều dày của vật dẫn điện cấu thành phần cảm biến 11.

Như được mô tả ở trên, trong cảm biến ăn mòn 1, các giá trị điện trở của phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 thu được trong các khoảng thời gian đều đặn, và tổn hao ăn mòn (độ sâu ăn mòn) của phần cảm biến 11 được tính toán (được chuyển đổi) dựa trên các giá trị điện trở thu được. Cụ thể hơn, công thức chuyển đổi cho tổn hao ăn mòn được biểu diễn bằng Công thức (IV) dưới đây.

$$CD = t_{init} \{ (R_{ref, init} / R_{sens, init}) - (R_{ref} / R_{sens}) \} \dots (IV)$$

CD: tổn hao ăn mòn (độ sâu ăn mòn) [μm]

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [μm]

$R_{ref, init}$: giá trị điện trở ban đầu của phần tham chiếu [Ω]

$R_{sens, init}$: giá trị điện trở ban đầu của phần cảm biến [Ω]

R_{ref} : giá trị điện trở của phần tham chiếu tại thời điểm đo [Ω]

R_{sens} : giá trị điện trở của phần cảm biến tại thời điểm đo [Ω]

Dựa trên Công thức (IV) ở trên, tổn hao ăn mòn được tính toán theo giả thuyết.

Ví dụ, trong trường hợp mà phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 đều có chiều dày ban đầu là “100 μm ”, giá trị điện trở ban đầu ($R_{ref, init}$) của phần tham chiếu 21 và giá trị điện trở ban đầu ($R_{sens, init}$) của phần cảm biến 11 đều là “0,1 Ω ”, và giá trị điện trở của phần tham chiếu 21 tại thời điểm đo (R_{ref}) giữ nguyên giá trị ban đầu là “0,1 Ω ” trong khi giá trị điện trở (R_{sens}) của phần cảm biến 11 tăng lên “0,11 Ω ” khi ăn mòn tăng lên, tổn hao ăn mòn được tính là $100 \times \{ (0,1/0,1) - (0,1/0,11) \}$, kết quả là “9,1 μm ”, theo Công thức (IV) ở trên.

Tại thời điểm này, trong cảm biến ăn mòn 1, sự bù nhiệt độ tốt hơn là được thực hiện.

Nghĩa là, trong phép đo tổn hao ăn mòn, giả thuyết rằng trong trường hợp mà giá trị điện trở của phần tham chiếu 21 thay đổi, sự thay đổi này gây ra bởi sự thay đổi nhiệt độ, tổn hao ăn mòn đo được tốt hơn là được bù dựa trên sự thay đổi này.

Nói chung, kim loại có điện trở cao hơn khi nhiệt độ tăng. Do vậy, trong giả

thuyết được mô tả ở trên, ví dụ, nhiệt độ đã tăng từ nhiệt độ ban đầu, và giá trị điện trở (R_{sens}) của phần cảm biến 11 tại thời điểm đo không phải là “0,11 Ω ” mà là “0,121 Ω ” với mức tăng 10%. Trong trường hợp này, phép tính $100 \times \{(0,1/0,1) - (0,1/0,121)\}$ dựa trên Công thức (IV) ở trên kết quả là tổn hao ăn mòn là “17 μm ”, khác biệt lớn với tổn hao ăn mòn “9,1 μm ” tại chỗ.

Trong khi đó, nếu, ví dụ, giá trị điện trở (R_{ref}) của phần tham chiếu 21 được thay đổi tương tự từ “0,1 Ω ” thành “0,11 Ω ” với mức tăng 10% do nhiệt độ tăng, tổn hao ăn mòn có thể được bù phù hợp với sự thay đổi này. Nói cách khác, tổn hao ăn mòn được tính là $100 \times \{(0,1/0,1) - (0,11/0,121)\}$ kết quả là “9,1 μm ” dựa trên Công thức (IV) ở trên, cho phép thu được kết quả tương tự như trong trường hợp mà không có sự thay đổi nhiệt độ nào xảy ra.

<Chiều dày của phần cảm biến>

Trước tiên, chiều dày (chiều dày ban đầu) của phần cảm biến 11 được mô tả. Chiều dày của phần cảm biến 11 là khoảng cách thẳng đứng trong Fig.2.

Tốt hơn là ăn mòn không xuyên qua phần cảm biến 11 trong quá trình đo tổn hao ăn mòn.

Các tác giả đã đo tạm thời các tổn hao ăn mòn trung bình và các tổn hao ăn mòn tối đa của phần cảm biến thép 11 đã lộ ra với môi trường ăn mòn trong không khí, và vẽ chúng trong đồ thị.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa các tổn hao ăn mòn trung bình và các tổn hao ăn mòn tối đa.

Bề mặt ăn mòn (bề mặt lộ ra, và trên đó ăn mòn tăng lên) của phần cảm biến 11 thực tế là bề mặt không đồng đều. Tổn hao ăn mòn của phần cảm biến 11 khi bề mặt ăn mòn được coi là bề mặt phẳng được gọi là “tổn hao ăn mòn trung bình”. Tổn hao ăn mòn (độ sâu ăn mòn) của phần rãnh lõm sâu nhất trong bề mặt ăn mòn của phần cảm biến 11 được gọi là “tổn hao ăn mòn tối đa”.

Như đồ thị trong Fig.4 thể hiện, tổn hao ăn mòn tối đa (đơn vị: mm) xấp xỉ 1,5 lần tổn hao ăn mòn trung bình (đơn vị: mm). Trong khi đó, một số biến thể đã được thấy trong bản vẽ.

Theo đó, chiều dày ban đầu của phần cảm biến 11 tốt hơn là được thiết lập để thỏa mãn Công thức (I) dưới đây.

$$t_{int} \geq (2 \times t_{limit}) \dots (I)$$

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm]

t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm]

Với cấu tạo này, chiều dày ban đầu của phần cảm biến 11 đủ lớn hơn (dày hơn) so với tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo, và ăn mòn không xuyên qua phần cảm biến 11 trong quá trình đo tổn hao ăn mòn.

<Chiều rộng của phần cảm biến>

Tiếp theo, chiều rộng của phần cảm biến 11 được mô tả. Chiều rộng của phần cảm biến 11 là khoảng cách ngang trong Fig.2.

Khi đường kính của phần rãnh lõm được hình thành trong bề mặt ăn mòn của phần cảm biến 11 vượt quá chiều rộng của phần cảm biến 11, so với các phần khác, phần cảm biến 11 tại phần này có diện tích mặt cắt ngang giảm cực độ và giá trị điện trở tăng để bằng cách ấy chiếm ưu thế so với giá trị điện trở của toàn bộ phần cảm biến 11. Trong trường hợp này, giá trị điện trở lớn hơn so với giá trị điện trở của tổn hao ăn mòn trung bình thực tế có thể được biểu lộ.

Các tác giả đã nghiên cứu chỉ số về kích thước của phần rãnh lõm được hình thành trong bề mặt ăn mòn của phần cảm biến 11. Bề mặt ăn mòn của phần cảm biến 11 có những bất thường khác phức tạp. Do vậy, khó để xác định chỉ số dựa trên, ví dụ, giá trị trung bình hoặc giá trị tối đa của tổn hao ăn mòn của phần cảm biến 11, hoặc các đường kính của các phần nhô ra và các rãnh lõm.

Theo đó, các tác giả tập trung vào thống kê không gian là phương pháp phân tích hiện tượng ngẫu nhiên trong không gian, và cố gắng áp dụng thống kê không gian vào chỉ số.

Ví dụ, sự phân bố các tổn hao ăn mòn (các độ sâu ăn mòn) thu được sử dụng máy đo độ dịch chuyển la-de hoặc tương tự, và phép rời rạc được thực hiện sử dụng tọa độ lưới của phân bố thu được. Tiếp theo, biểu đồ bán phương sai thực nghiệm được vẽ với số lượng thùng được xác định dựa trên Công thức (V) dưới đây. Biểu đồ bán phương sai

lý thuyết (mô hình hình cầu) sau đó được áp dụng cho biểu đồ bán phương sai thực nghiệm dựa trên Công thức (VI) dưới đây. Theo đó, “phạm vi” thể hiện phạm vi ảnh hưởng của sự tự tương quan không gian và “ngưỡng cửa” thể hiện sự phụ thuộc vào không gian có thể được tính toán. Phạm vi tương ứng với phạm vi trong đó tổn hao ăn mòn (độ sâu ăn mòn) ảnh hưởng, nghĩa là, tương ứng với đường kính của phần rãnh lõm.

[Công thức toán học 1]

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z_j - z_k)^2 \cdot \cdot \cdot (V)$$

$\gamma(h)$: giá trị của biểu đồ bán phương sai

h : khoảng cách Euclid

$N(h)$: cặp tất cả các điểm có khoảng cách Euclid h

z_j, z_k : độ sâu ăn mòn của điểm trong cặp có khoảng cách Euclid h

[Công thức toán học 2]

$$WRSS(\theta) = \sum_{k=1}^K \frac{|N(h_k)|}{\gamma(h_k; \theta)^2} (\gamma(h_k) - \gamma(h_k; \theta))^2 \cdot \cdot \cdot (VI)$$

$|N(h_k)|$: tổng số cặp có khoảng cách Euclid (độ trễ) là h_k

$\gamma(h_k)$: giá trị của biểu đồ phương sai thực nghiệm của độ trễ k [mm^2]

$\gamma(h_k; \theta)$: giá trị tại độ trễ k của mô hình biểu đồ phương sai lý thuyết (mô hình hình cầu)

Các tác giả đã đo tạm thời tổn hao ăn mòn trung bình và phạm vi của phần cảm biến thép 11 đã lộ ra với môi trường ăn mòn trong không khí và vẽ chúng trong đồ thị.

Fig.5 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tổn hao ăn mòn trung bình và phạm vi.

Như đồ thị trong Fig.5 thể hiện, phạm vi (đơn vị: mm) xấp xỉ 15 lần tổn hao ăn mòn trung bình (đơn vị: mm). Trong khi đó, một số biến thể đã được thấy trong bản vẽ.

Theo đó, chiều rộng của phần cảm biến 11 được thiết lập để thỏa mãn Công thức (II) dưới đây.

$$w \geq (32 \times t_{\text{limit}}) \dots \text{(II)}$$

w: chiều rộng của phần cảm biến [mm]

t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm]

Với cấu tạo này, chiều rộng của phần cảm biến 11 đủ lớn hơn so với tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo, và phần cảm biến 11 tránh được việc có diện tích mặt cắt ngang giảm cực độ và giá trị điện trở tăng. Kết quả là, độ chính xác của phép đo tổn hao ăn mòn là ưu việt.

Bởi vì độ chính xác của phép đo tổn hao ăn mòn là ưu việt hơn, chiều rộng và chiều dày ban đầu của phần cảm biến 11 tốt hơn là được thiết lập để thỏa mãn Công thức (VII) dưới đây.

$$(w/t_{\text{init}}) \geq 16 \dots \text{(VII)}$$

w: chiều rộng của phần cảm biến [mm]

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm]

Nói cách khác, cảm biến ăn mòn 1 tốt hơn là bao gồm phần cảm biến 11 với chiều rộng và chiều dày thỏa mãn Công thức (VII) ở trên. Trong trường hợp này, “chiều dày ban đầu” trong mô tả của Công thức (VII) ở trên phải là “chiều dày”.

<Chiều dài của phần cảm biến>

Tiếp theo, chiều dài của phần cảm biến 11 được mô tả. Chiều dài của phần cảm biến 11 là khoảng cách đường trung tâm đi qua tâm chiều rộng của phần cảm biến 11.

Như được mô tả ở trên, tổn hao ăn mòn của phần cảm biến 11 được đo sử dụng điện áp trong quá trình áp dụng dòng không đổi. Với chiều dài của phần cảm biến 11 càng dài, giá trị điện trở càng lớn. Nghĩa là, điện áp tăng vì vậy độ chính xác của phép đo tổn hao ăn mòn là ưu việt hơn. Điện áp thay đổi cũng tùy thuộc vào giá trị dòng không đổi.

Ở đây, công thức chung “ $E = IR$ ” có thể được chuyển đổi thành công thức “ $E = \{\rho \times L / (w \times t)\} \times I$ ”, và hơn nữa thành “ $E/\rho = \{L / (w \times t)\} \times I$ ” (E: giá trị điện áp, R: giá trị điện trở, I: giá trị dòng, t: chiều dày của phần cảm biến, ρ : điện trở của phần cảm biến).

Theo quan điểm của giá trị chung của ρ (điện trở) của phần cảm biến, và xem xét

giá trị E (giá trị điện áp) đủ cao có khả năng thu được độ chính xác đo lường tốt, giá trị “E/ρ” có thể được dẫn đến 10^3 .

Nói cách khác, bởi vì độ chính xác của phép đo tổn hao ăn mòn là ưu việt hơn, chiều dài của phần cảm biến 11 tốt hơn là được thiết lập để thỏa mãn Công thức (III) dưới đây.

$$10^3 \leq \{L/(w \times t_{init})\} \times I \dots (III)$$

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến 11 [mm]

w: chiều rộng của phần cảm biến 11 [mm]

L: chiều dài của phần cảm biến 11 [mm]

I: giá trị dòng [mA]

Từ quan điểm về khả năng xử lý của cảm biến ăn mòn 1 và khả năng làm việc của phần cảm biến 11, tốt hơn là thỏa mãn $L \times w \geq 40.000 \text{ mm}^2$, và $t_{init} \leq 3 \text{ mm}$.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được mô tả cụ thể dưới đây có tham chiếu đến các ví dụ. Tuy nhiên, sáng chế không nên được hiểu là bị giới hạn ở các ví dụ sau.

<Số 1>

<<Chuẩn bị cảm biến ăn mòn để đánh giá (cảm biến đánh giá)>>

Như với cảm biến ăn mòn trong Fig.1 đến Fig.3, cảm biến ăn mòn 1 để đánh giá (sau đây, còn được gọi là “cảm biến đánh giá”) đã được chuẩn bị.

Cụ thể hơn, trên nền 31 là tấm thép không gỉ (65 mm x 60 mm), tấm cách điện 41 được làm bằng polyetylen terephthalat (tấm Mylar do DuPont sản xuất, chiều dày: 100 μm) đã được bố trí, và phần tham chiếu 21 đã được bố trí trên đó. Trên tấm cách điện 41, nhựa 51 là nhựa epoxy đã được trải phẳng để có chiều dày bằng phần tham chiếu 21, bằng cách ấy bao phủ các bề mặt bên đối diện của phần tham chiếu 21. Chất cách điện 61 là màng dẻo (polyvinyl clorua, chiều dày: 100 μm) đã được bố trí trên đó, và, ngoài ra, phần cảm biến 11 đã được bố trí trên đó sao cho phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 được cán mỏng qua chất cách điện 61. Trên chất cách điện 61, nhựa 51 là nhựa epoxy đã được trải phẳng để có chiều dày bằng phần cảm biến 11, bằng cách ấy bao phủ các bề mặt bên đối diện của phần cảm biến 11.

Chiều dày ban đầu t_{init} , chiều rộng w , và chiều dài L của phần cảm biến 11 của cảm biến đánh giá được chuẩn bị được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây. Phần tham chiếu 12 có cùng hình dạng với phần cảm biến 11.

Là vật dẫn điện cấu thành phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21, hợp kim sắt (cacbon: 0,16% khối lượng, silic: 0,34% khối lượng, mangan: 1,44% khối lượng, photpho: 0,016% khối lượng, lưu huỳnh: 0,003% khối lượng, phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi) đã được sử dụng. Cụ thể hơn, phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 đã được chuẩn bị từ thép cán có sẵn trên thị trường cho kết cấu hàn SM490A được tiêu chuẩn hóa trong JIS G 3114.

<<Chuẩn bị cảm biến ăn mòn để tham chiếu (cảm biến tham chiếu)>>

Ngoài cảm biến đánh giá, cảm biến ăn mòn 1 để tham chiếu (sau đây, còn được gọi là “cảm biến tham chiếu”) đã được chuẩn bị.

Cảm biến tham chiếu đã được chuẩn bị như với cảm biến đánh giá ngoại trừ phần cảm biến 11 có chiều dày ban đầu t_{init} là 3 mm, chiều rộng w là 70 mm, và chiều dài L là 150 mm.

Nói cách khác, phần cảm biến 11 của cảm biến tham chiếu có kích thước đủ lớn để ăn mòn sẽ không xuyên qua phần cảm biến 11 hoặc diện tích mặt cắt ngang của phần cảm biến 11 sẽ không giảm đáng kể trong quá trình thử nghiệm sẽ được mô tả dưới đây

<<Thử nghiệm>>

Sử dụng cảm biến đánh giá và cảm biến tham chiếu do đó được chuẩn bị, thử nghiệm theo “Xác định khả năng chống lại các điều kiện ăn mòn theo chu kỳ-sương muối/khô/ẩm” của “JIS K 5600-7-9”.

Cụ thể hơn, mỗi cảm biến ăn mòn 1 đã được đặt trong môi trường, trong đó chu kỳ sương muối (35°C, NaCl nồng độ 5%, 2 giờ) → khô (60°C, độ ẩm 25%, 4 giờ) → độ ẩm (50°C, độ ẩm 95%, 2 giờ) đã được lặp lại, trong tối đa 10 ngày.

Trong quá trình thử nghiệm, dòng không đổi ở mỗi giá trị dòng I (đơn vị: mA) được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây (10 mA ở Số 1) đã được áp dụng từ nguồn dòng 71 trong khoảng thời gian 10 phút, các giá trị điện trở của phần cảm biến 11 và phần tham chiếu 21 đã được xác định, và tổn hao ăn mòn (độ sâu ăn mòn) của phần cảm biến

11 đã được tính toán dựa trên Công thức (IV) nói trên.

Thử nghiệm của cảm biến tham chiếu đã được kết thúc khi tổn hao ăn mòn đo được (độ sâu ăn mòn) đạt tới t_{limit} (tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo) được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây. Giá trị điện trở của phần cảm biến 11 của cảm biến tham chiếu tại thời điểm kết thúc thử nghiệm được coi là “ R_s ”.

Trong khi đó, thử nghiệm của cảm biến đánh giá đã được kết thúc khi giá trị điện trở của phần cảm biến 11 đạt tới “ R_s ”, và tổn hao ăn mòn (độ sâu ăn mòn) của phần cảm biến 11 đã được xác định.

Độ phân kỳ (đơn vị: %) của tổn hao ăn mòn của cảm biến đánh giá so với tổn hao ăn mòn của cảm biến tham chiếu tại thời điểm kết thúc thử nghiệm đã được xác định.

Thử nghiệm tương tự đã được lặp lại ba lần (Thử nghiệm 1 đến Thử nghiệm 3). Đối với trường hợp mà độ phân kỳ nhỏ hơn $\pm 5\%$ trong tất cả các Thử nghiệm 1 đến Thử nghiệm 3, “CÓ” được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây, ngược lại đối với trường hợp mà độ phân kỳ không nhỏ hơn $\pm 5\%$ trong bất kỳ một trong các Thử nghiệm 1 đến Thử nghiệm 3, “KHÔNG” được thể hiện trong bảng. Trường hợp “CÓ” có thể được đánh giá là có độ chính xác ưu việt của phép đo tổn hao ăn mòn.

Bảng 1 dưới đây cũng thể hiện liệu cảm biến đánh giá thỏa mãn các Công thức (I) đến (III) nói trên hay không. Trường hợp mà các công thức được thỏa mãn được thể hiện là “CÓ”, ngược lại trường hợp mà các công thức không được thỏa mãn là “KHÔNG”.

<<Tổn hao ăn mòn so với ngày hôm trước>>

Đối với trường hợp mà tổn hao ăn mòn trong một ngày không giảm xuống dưới tổn hao ăn mòn của ngày hôm trước trong suốt thử nghiệm trên, “CÓ” đã được thể hiện, ngược lại đối với trường hợp mà tổn hao ăn mòn giảm xuống dưới tổn hao ăn mòn của ngày hôm trước, “KHÔNG” đã được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây. Trường hợp “CÓ” có thể được đánh giá là có độ chính xác ưu việt của phép đo tổn hao ăn mòn.

<Số 2 đến Số 19>

Như với Số 1, cảm biến đánh giá và cảm biến tham chiếu đã được chuẩn bị và trải qua đánh giá. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

[Bảng 1]

Số	t_{init} [mm]	w [mm]	L [mm]	t_{limit} [mm]	I [mA]	Công thức (I)		Công thức (II)		Công thức (III)		Công thức (VII)		Độ phân kỳ của tổn hao ăn mòn [%]				So sánh với ngày hôm trước		Chú thích
						$2 \times t_{limit}$	Y N	$32 \times t_{limit}$	Y N	$\{L/(w \times t_{limit})\} \times I$	Y N	w/ t_{limit}	Y N	Thử nghiệm 1	Thử nghiệm 2	Thử nghiệm 3	Trung bình của các giá trị tuyệt đối	Y N	Y N	
1	0,025	1	10	0,005	10	0,01	Y	0,16	Y	20000	Y	40	Y	-1,1	2,6	3,2	2,3	Y	Y	E
2	0,025	1	20	0,005	10	0,01	Y	0,16	Y	40000	Y	40	Y	-2,4	0,6	3,3	2,1	Y	Y	E
3	0,025	0,3	20	0,01	10	0,02	Y	0,32	N	66667	Y	12	N	3,5	4,0	19,2	8,9	Y	Y	CE
4	0,025	1	20	0,01	10	0,02	Y	0,32	Y	20000	Y	40	Y	-3,3	0,6	1,0	1,6	Y	Y	E
5	0,025	1	10	0,01	10	0,02	Y	0,32	Y	10000	Y	40	Y	-3,6	0,1	1,1	1,6	Y	Y	E
6	0,025	0,3	20	0,025	10	0,05	N	0,8	N	26667	Y	12	N	4,6	7,9	18,3	10,3	Y	Y	CE
7	0,1	0,3	50	0,025	10	0,05	Y	0,8	N	66667	Y	3	N	5,5	6,9	20,1	10,8	Y	Y	CE
8	0,1	2	50	0,025	10	0,05	Y	0,8	Y	10000	Y	20	Y	-2,2	-0,2	2,6	1,7	Y	Y	E
9	0,1	1	50	0,04	10	0,08	Y	1,28	N	12500	Y	10	N	2,9	8,8	12,2	8,0	Y	Y	CE
10	0,1	2	50	0,04	10	0,08	Y	1,28	Y	6250	Y	20	Y	-2,1	-1,1	0,9	1,4	Y	Y	E
11	0,1	1	50	0,1	10	0,2	N	3,2	N	5000	Y	10	N	25,1	48,3	81,2	51,5	Y	Y	CE
12	0,25	1	50	0,05	10	0,1	Y	1,6	N	10000	Y	4	N	21,2	23,3	29,6	24,7	Y	Y	CE
13	0,25	4	65	0,05	20	0,1	Y	1,6	Y	6500	Y	16	Y	-2,9	0,1	3,3	2,1	Y	Y	E
14	0,25	1	65	0,1	10	0,2	Y	3,2	Y	6500	Y	4	N	41,1	50,6	79,0	56,9	Y	Y	CE
15	0,25	4	150	0,1	20	0,2	Y	3,2	Y	7500	Y	16	Y	-3,8	-2,1	2,6	2,8	Y	Y	E
16	0,3	1	150	0,05	10	0,1	Y	1,6	N	30000	Y	3	N	5,9	8,2	11,1	8,4	Y	Y	CE
17	0,3	4	150	0,05	10	0,1	Y	1,6	Y	7500	Y	13	N	-4,3	2,2	3,9	3,5	Y	Y	E
18	0,3	10	150	0,1	20	0,2	Y	3,2	Y	3000	Y	33	Y	-4,2	2,1	2,8	3,0	Y	Y	E
19	0,5	10	500	0,25	10	0,5	Y	8	Y	2000	Y	20	Y	-1,1	2,3	4,1	2,5	Y	Y	E

Y: CÓ
N: KHÔNG

E: Ví dụ
CE: Ví dụ so sánh

<Tổng hợp các kết quả đánh giá>

Bảng 1 ở trên cho thấy rằng khi Công thức (II) đã được thỏa mãn, độ phân kỳ nhỏ hơn $\pm 5\%$ trong tất cả các Thử nghiệm 1 đến Thử nghiệm 3, và độ chính xác của phép đo tổn hao ăn mòn là ưu việt.

Khi Công thức (II) không được thỏa mãn, mặt khác, độ phân kỳ không nhỏ hơn $\pm 5\%$ trong bất kỳ thử nghiệm nào từ Thử nghiệm 1 đến Thử nghiệm 3.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1: cảm biến ăn mòn
- 11: phần cảm biến
- 11a, 11b: đầu cuối của phần cảm biến
- 21: phần tham chiếu
- 21a, 21b: đầu cuối của phần tham chiếu
- 31: nền
- 41: tấm cách điện
- 51: nhựa
- 61: chất cách điện
- 71: nguồn dòng
- 81: phần đo điện áp
- 91: phần đo điện áp

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn,

cảm biến ăn mòn là cảm biến ăn mòn loại điện trở, và

cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và đo tổn hao ăn mòn của phần cảm biến dựa trên giá trị điện trở của phần tham chiếu và giá trị điện trở của phần cảm biến,

trong đó chiều rộng của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (II) dưới đây:

$$w \geq (32 \times t_{\text{limit}}) \dots \text{(II)},$$

t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm], và

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm].

2. Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo điểm 1, trong đó chiều dày ban đầu của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (I) dưới đây:

$$t_{\text{init}} \geq (2 \times t_{\text{limit}}) \dots \text{(I)},$$

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm], và

t_{limit} : tổn hao ăn mòn tối đa sẽ được đo [mm].

3. Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chiều dài của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (III) dưới đây:

$$10^3 \leq \{L/(w \times t_{\text{init}})\} \times I \dots \text{(III)},$$

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm],

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm],

L : chiều dài của phần cảm biến [mm], và

I : giá trị dòng [mA].

4. Phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó chiều rộng và chiều dày ban đầu của phần cảm biến được thiết lập để thỏa mãn Công thức (VII) dưới đây:

$$(w/t_{\text{init}}) \geq 16 \dots \text{(VII)},$$

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm], và

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm].

5. Phương pháp sản xuất cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện,

phương pháp bao gồm thiết kế phần cảm biến theo phương pháp thiết kế cảm biến ăn mòn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

6. Phương pháp sản xuất cảm biến ăn mòn theo điểm 5, phương pháp còn bao gồm cán mỏng phần cảm biến và phần tham chiếu qua chất cách điện.

7. Cảm biến ăn mòn là cảm biến ăn mòn loại điện trở bao gồm phần cảm biến lộ ra với môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và phần tham chiếu tách biệt khỏi môi trường tùy ý và được tạo thành từ vật dẫn điện, và

đo tổn hao ăn mòn của phần cảm biến dựa trên giá trị điện trở của phần tham chiếu và giá trị điện trở của phần cảm biến,

trong đó chiều rộng và chiều dày của phần cảm biến thỏa mãn Công thức (VII) dưới đây:

$$40 \geq (w/t_{init}) \geq 16 \dots \text{(VII)},$$

w : chiều rộng của phần cảm biến [mm], và

t_{init} : chiều dày ban đầu của phần cảm biến [mm].

FIG. 1

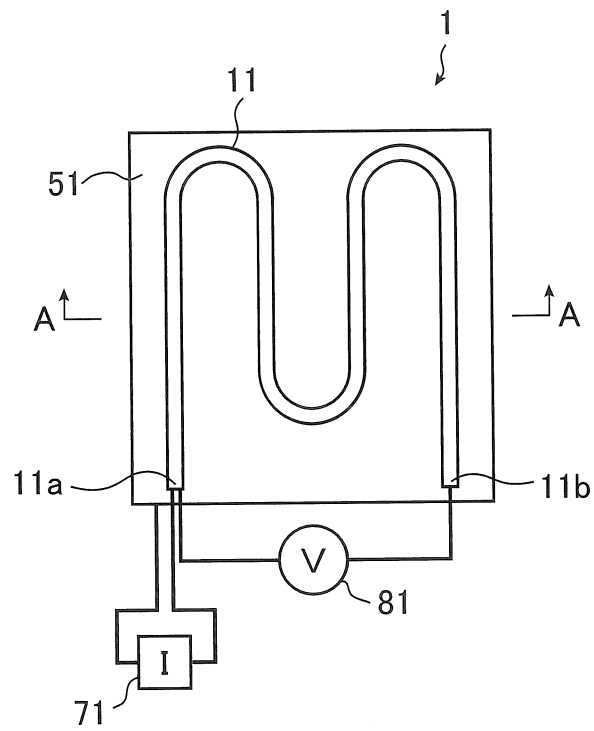


FIG. 2

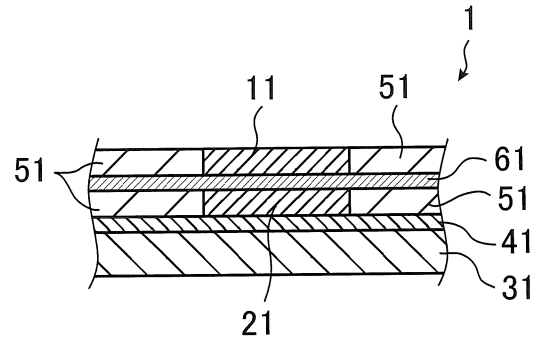


FIG. 3

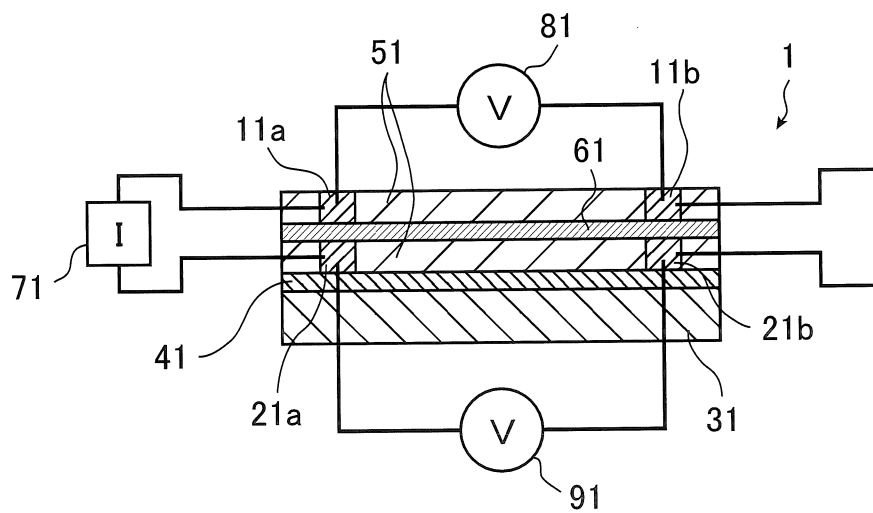


FIG. 4

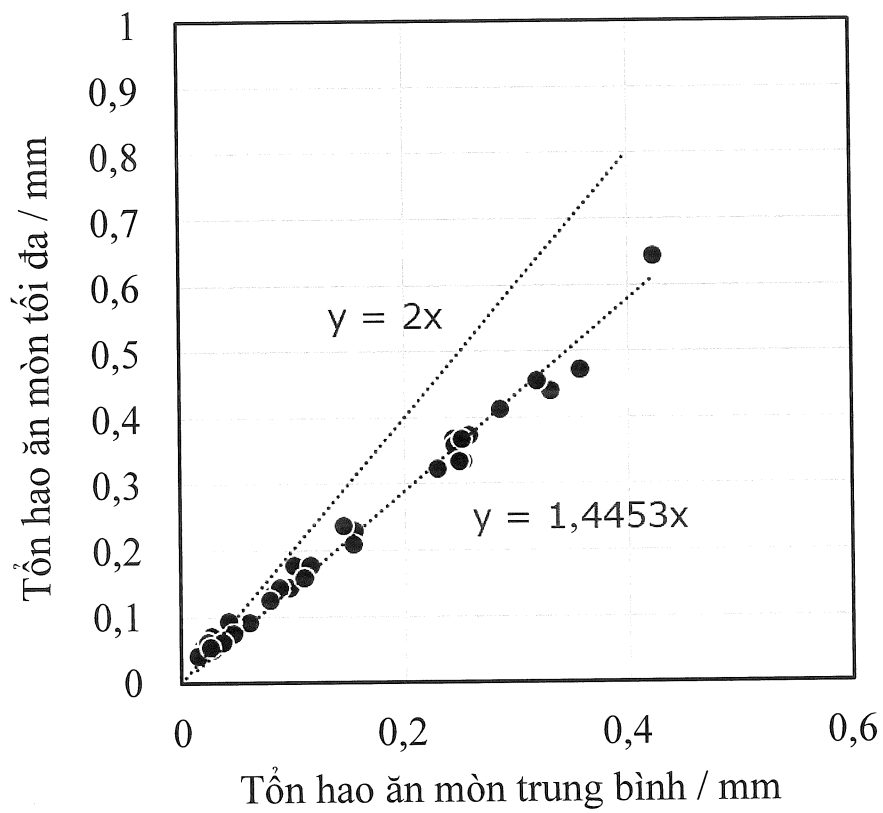


FIG. 5

