(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) **1-0022426**

(51)[7] **H01L 41/00**

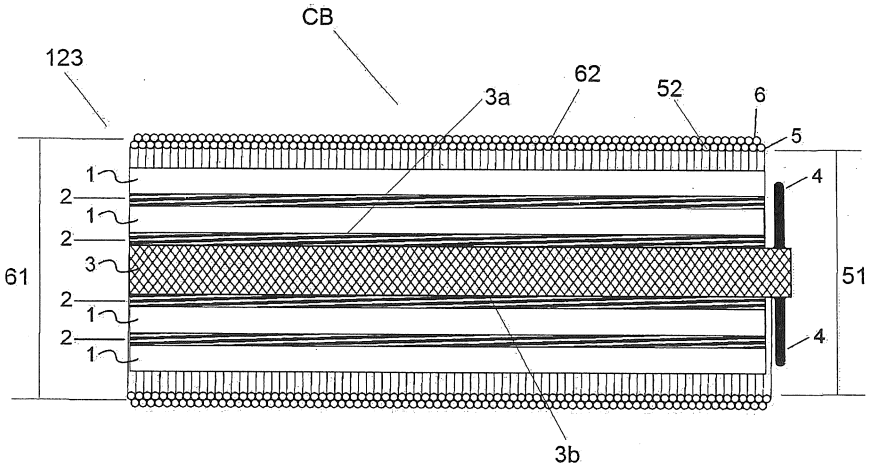
(13) **B**

(21) 1-2016-02309
(22) 24.06.2016
(45) 25.12.2019 381
(43) 25.12.2017 357
(73) ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ, ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI (VN)
144 Xuân Thủy, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội
(72) Đỗ Thị Hương Giang (VN), Nguyễn Hữu Đức (VN)
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) CẢM BIẾN NHẠY TỪ TRƯỜNG DỰA TRÊN HIỆU ỨNG TỪ GIẢO-ÁP ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO, VÀ LINH KIỆN CẢM BIẾN

(57) Sáng chế đề cập tới cảm biến nhạy từ trường (CB) có kết cấu bao gồm: tấm PZT (3), hai tấm từ giảo (1) được kết dính với nhau và kết dính với tấm PZT (3) bởi lớp kết dính định trước (2) để tạo cụm (123), mỗi tấm từ giảo (1) được tạo cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$, cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích (5) được tạo bao quanh cụm (123), cuộn dây tạo từ trường một chiều (6) được tạo bao quanh cuộn dây (5), điện cực đầu ra (4) được gắn cố định vào tấm PZT (3).

Sáng chế cũng đề cập tới linh kiện cảm biến (LCB) và phương pháp chế tạo cảm biến nhạy từ trường (CB).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế liên quan đến lĩnh vực của thiết bị điện tử cảm nhận những trạng thái hay quá trình vật lý, hóa học ở môi trường cần khảo sát và biến đổi thành tín hiệu điện để thu thập thông tin về trạng thái hay quá trình đó. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới cảm biến đo từ trường dựa trên hiệu ứng từ-điện của vật liệu từ giảo-áp điện cho phép đo được cả độ lớn từ trường một chiều và xoay chiềucũng nhưđịnh hướng của từ trường đo với độ nhạy và độ phân giải cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trên thế giới, cảm biến từ trường đã và đang được sử dụng rộng rãi và đa dạng tùy từng mục đích. Trong số đó, có thể kể đến ba loại cảm biến từ phổ biến là cảm biến dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ (flux-gate), cảm biến dựa trên hiệu ứng từ-điện trở và cảm biến dựa trên hiệu ứng Hall. Hầu hết các cảm biến này đều hoạt động dựa trên việc đo đạc và phân tích tín hiệu thu được trên cảm biến phụ thuộc vào cường độ (hay mật độ từ thông) và khả năng định hướng của từ trường tác dụng. Dựa vào nguyên lý này, mỗi loại đều có những ưu điểm và hạn chế riêng:

- Cảm biến flux-gate hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ cho đến nay vẫn được sử dụng nhiều hơn cả do đặc trưng của nó ổn định với nhiệt độ, giá thành rẻ và có khả năng phát hiện từ trường một chiều. Tuy nhiên, hạn chế của cảm biến loại này là kích thước lớn. Thêm vào đó, do cấu tạo của cảm biến có lõi sắt từ có độ từ thẩm cao đặt bên trong của các cuộn có đặc trưng trễ từ nên cảm biến này bị hạn chế hoạt động trong vùng từ trường thấp. Ngoài ra, hệ số trường khử từ lớn cũng là một trong các hạn chế cho việc thiết kế và chế tạo cảm biến loại này.

- Cảm biến dựa trên hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR, TMR) có thể cho độ nhạy khoảng 10 mV/mT. Cảm biến loại này là một trong các linh kiện của kỹ thuật điện tử spin (spintronics). Tuy nhiên, chúng đang gặp phải một hạn chế là bị giới hạn ở vùng từ trường lớn (thường chỉ làm việc trong khoảng 10^{-3} đến $10^{0}\mu T$), loại này cũng cần có từ trường nền và để có độ nhạy cao, các cảm biến này cần phải có nhiệt độ làm việc thấp.

- Các cảm biến dựa trên hiệu ứng Hall (senso Hall) đã được thương mại hóa thường làm việc trong từ trường lớn hơn 10^{-3} mT. Bằng cách tổ hợp nhiều cảm biến trên một thiết bị đo, nó có thể cho độ chính xác của từ trường và góc định hướng lên đến 10^{-5} mT và 0,5 độ, do đó rất có triển vọng được ứng dụng để phát hiện được từ trường trái đất. Tuy nhiên, cũng phải chờ thêm thời gian nữa để các senso Hall tổ hợp, hiệu ứng Hall phẳng... mới được ứng dụng rộng rãi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích cơ bản của sáng chế là đề xuất cảm biến nhạy từ trường có khả năng khắc phục các vấn đề của các cảm biến đo từ trường truyền thống đã biết nêu trên.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất cảm biến nhạy từ trường có nhiều tính năng nổi trội như phản ứng tuyến tính với từ trường đo do đặc trưng của hiệu ứng tổ hợp từ giảo và áp điện, có thể đo được cả từ trường một chiều và xoay chiều.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất cảm biến nhạy từ trường có khả năng nhạy với định hướng và cường độ từ trường, không có hiện tượng trễ từ khi sử dụng vật liệu từ mềm.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất cảm biến nhạy từ trường có khả năng tự động chuẩn hóa và tự động trừ nền, có thể làm việc trong các điều kiện rất khắc nghiệt khác nhau của môi trường.

Để đạt các mục đích nêu trên, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất

cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện có kết cấu bao gồm: tấm PZT gồm mặt trên và mặt dưới có dạng gần như chữ nhật với kích thước định trước nằm cách nhau bởi chiều dày định trước và được làm bằng vật liệu áp điện có phủ lớp điện cực bằng vật liệu xác định; ít nhất hai tấm từ giảo được kết dính với nhau và kết dính với tấm PZT ở mỗi mặt trên và mặt dưới của tấm này bởi lớp kết dính định trước có chiều dày định trước để tạo thành cụm tấm xếp chồng nhau nằm đối xứng qua tấm PZT, mỗi tấm từ giảo gần như có dạng băng chữ nhật có chiều dày và kích thước định trước, được tạo cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$ với x, y, z và k lần lượt là phần khối lượng của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu này; cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích có đường kính trong, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước được tạo bao quanh gần như toàn bộ chiều dài cụm tấm xếp chồng; cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá có đường kính trong, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước được tạo bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích nêu trên; và điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến được gắn cố định vào hai mặt đối diện của tấm PZT dọc theo trục phân cực của tấm.

Với cảm biến có kết cấu nêu trên, dưới tác dụng của từ trường một chiều DC và từ trường xoay chiều kích thích AC trong cảm biến, tạo ra điện áp xoay chiều lối ra có dạng tuyến tính trong toàn dải để giúp cảm biến có khả năng đo từ trường thấp với độ phân giải cao.

Tốt hơn nếu vật liệu xác định của lớp phủ điện cực vật liệu áp điện là bạc.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, các phần khối lượng x, y, z và k của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu làm tấm từ giảo lần lượt xấp xỉ bằng 76,8; 1,2; 13,2 và 8,8. Việc chọn các phần khối lượng này để tính đến sự bù trừ của thành phần dễ ôxy hoá và dễ bay hơi và có thể sử dụng phương pháp nguội nhanh (phương pháp tôi từ thể lỏng) để tạo ra tấm từ giảo.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, chiều dày định trước và kích thước định trước của tấm từ giảo lần lượt được chọn xấp xỉ bằng 18μm và 39,5 x 1 (mm x mm). Việc chọn các kích thước này của tấm từ giảo sẽ đáp ứng được điểm đặc trưng b) nêu trên để tăng cường đáp ứng từ và từ giảo của pha vật liệu.

Hơn nữa, chiều dày định trước và kích thước định trước của tấm PZT lần lượt được chọn xấp xỉ bằng 500μm và 40 x 1 (mm x mm).

Tốt hơn nếu lớp kết dính định trước là lớp keo dính epoxy hai thành phần.

Ngoài ra, chiều dày định trước của lớp keo dính epoxy hai thành phần giữa hai tấm từ giảo và giữa tấm từ giảo và tấm PZT được chọn trong khoảng từ 7μm đến 8μm.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, đường kính trong, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích và cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá lần lượt có giá trị xấp xỉ bằng 1,2mm và 1,3mm, 60μm và 60μm, 10,5 vòng/mm và 10,5 vòng/mm.

Có ưu điểm nếu dây cuốn các cuộn dây là dây đồng có bọc lớp cách điện.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất linh kiện cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện có kết cấu bao gồm: vỏ bảo vệ làm bằng vật liệu xác định được tạo dạng gần như hình chữ nhật, phần giữa của vỏ được tạo miệng gần như hình chữ nhật;cảm biến nhạy từ trường mô tả ở khía cạnh thứ nhất được gài khớp vừa trong miệng của vỏ bảo vệ; các cặp điện cực thứ nhất và thứ hai được bố trí ở phía đầu cách xa đầu ra tín hiệu cảm biến và lần lượt được nối điện với hai đầu của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích và cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá nhờ các đường dẫn điện ở một mặt của vỏ bảo vệ; cặp điện cực thứ ba được bố trí đối diện với các cặp điện cực thứ nhất và thứ hai và được nối điện với đầu ra tín hiệu cảm biến nhờ

các đường dẫn điện ở cùng mặt nêu trên của vỏ bảo vệ; và lớp vật liệu định trước bao bọc toàn bộ cảm biến và các mặt của vỏ bảo vệ.

Với linh kiện cảm biến có két cấu nêu trên, khi được cấp dòng điện qua các cặp điện cực thứ nhất và thứ hai, dưới tác dụng của từ trường một chiều DC và từ trường xoay chiều kích thích AC trong cảm biến, sẽ tạo ra điện áp xoay chiều lối ra có dạng tuyến tính trong toàn dải ở cặp điện cực thứ ba để giúp linh kiện cảm biến có khả năng đo từ trường thấp với độ phân giải cao.

Tốt hơn nếu, lớp vật liệu định trước bao bọc toàn bộ cảm biến và các mặt của vỏ bảo vệ là epoxy. Việc chọn vật liệu epoxy sẽ giúp linh kiện cảm biến có khả năng chống ngấm nước và chống ẩm và cho phép linh kiện cảm biến có thể làm việc trong các môi trường có độ ẩm khác nhau.

Có lợi nếu vật liệu làm vỏ bảo vệ là vật liệu cách điện và không gây nhiễu từ lên cảm biến trong linh kiện.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, vỏ bảo vệ là tấm mạch in và các đường dẫn điện là các đường mạch đồng được tạo mẫu hình trên đó. Việc lựa chọn này giúp kết cấu của linh kiện cảm biến được đơn giản, dễ chế tạo và giảm được giá thành.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện, phương pháp bao gồm các bước: tạo tấm áp điện PZT có phủ lớp điện cực bằng bằng vật liệu xác định;tạo tấm từ giảo có cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$ với x, y, z và k lần lượt là phần khối lượng của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu;gắn dính hai tấm từ giảo với nhau bởi lớp kết dính định trước; gắn dính hai tấm từ giảo đã gắn dính lên một mặt của tấm áp điện PZT bởi lớp kết dính định trước; gắn dính hai tấm từ giảo đã gắn dính lên mặt kia đối diện của tấm áp điện PZT bởi lớp kết dính định trước sao cho tạo thành cụm tấm xếp chồng nhau nằm đối xứng qua tấm PZT; tạo cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích bằng cách quấn dây cuốn bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cụm tấm xếp chồng; tạo cuộn dây tạo từ trường một chiều

chuẩn hoá bằng cách quấn dây cuốn bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích nêu trên; và gắn cố định điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến vào hai mặt đối diện của tấm PZT dọc theo trục phân cực.

Tốt hơn nếu vật liệu xác định của lớp phủ điện cực vật liệu áp điện ở bước tạo tấm áp điện PZT là bạc.

Theo một phương án của sáng chế, bước tạo tấm áp điện PZT được thực hiện trên máy cắt phiến chuyên dụng.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, các phần khối lượng x, y, z và k của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu làm tấm từ giảo được chọn lần lượt xấp xỉ bằng 76,8; 1,2; 13,2 và 8,8. Việc chọn các phần khối lượng này để tính đến sự bù trừ của thành phần dễ ôxy hoá và dễ bay hơi của vật liệu làm tấm từ giảo.

Tốt hơn nếu bước tạo tấm từ giảo được thực hiện bằng cách tôi từ thể lỏng.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, lớp kết dính định trước là lớp keo dính epoxy hai thành phần. Hơn nữa, lớp kết dính epoxy hai thành phần được khống chế chiều dày nhờ sử dụng áp lực nén thích hợp. Có ưu điểm nếu áp lực nén thích hợp để đạt chiều dày lớp kết dính epoxy hai thành phần được chọn trong khoảng từ $6,5\times10^6$Pa đến $6,7\times10^6$Pa.

Ngoài ra, phương pháp chế tạo cảm biến còn gồm bước loại bỏ phần chất kết dính thừa bám xung quanh mép các tấm. Điều này không chỉ tăng cường hiệu suất truyền ứng suất giữa 2 pha từ giảo sang áp điện mà còn giúp tăng cường tính thẩm mỹ cho sản phẩm.

Theo phương án được ưu tiên, bước gắn cố định điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến vào hai mặt đối diện của tấm PZT dọc theo trục phân cực được thực hiện bằng cách hàn. Kết cấu này giúp điện cực đầu ra được gắn chắc chắn và đảm bảo tiếp xúc điện tin cậy với tấm PZT.

Hơn nữa, cũng thuận lợi nếu phương pháp còn gồm bước đo kiểm và

đánh giá các thông số làm việc của cảm biến và chế độ tự động trừ nền.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn, và các mục đích, các chi tiết, các dấu hiệu và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây. Các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế chỉ được đưa ra theo cách minh hoạ không nhằm mục đích hạn chế sáng chế và có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trong số các hình vẽ này:

H.1 là hình vẽ minh hoạ hiệu ứng từ-điện trên các vật liệu;

H.2 là hình vẽ minh hoạt hoạt động của hiệu ứng từ giảo – áp điện dưới tác dụng của từ trường một chiều DC và từ trường xoay chiều kích thích AC;

H.3 là hình vẽ minh hoạ các dữ liệu đo đường cong từ hóa của vật liệu trong từ trường ngoài và độ cảm từ đo trên các tấm từ giảo có tỉ số dài/rộng (r = L/W) khác nhau;

H.4 là hình phối cảnh thể hiện cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

H.5 là hình vẽ mặt cắt thể hiện cảm biến nhạy từ trường trên H.4;

H.6 hình phối cảnh thể hiện linh kiện cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

H.7 là hình vẽ thể hiện linh kiện cảm biến nhạy từ trường thành phẩm;

H.8 là đồ thị thể hiện kết quả khảo sát tín hiệu thế lối ra của cảm biến khi chưa qua bộ khuếch đại đo; và

H.9 là đồ thị thể hiện kết quả khảo sát tín hiệu của cảm biến thả trôi theo thời gian.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cảm biến đo từ trường nêu trong phần mô tả sáng chế dưới đây dựa trên hiệu ứng vật lý mới với tên gọi là hiệu ứng từ giảo-áp điện.

Hiệu ứng từ giảo-áp điện là sự kết hợp đồng thời của cả hai hiệu ứng từ giảo và áp điện và thường được quan sát thấy trên các vật liệu Multiferroics - vật liệu lưỡng pha sắt từ-sắt điện - với sự tồn tại đồng thời của cả tính chất từ, tính chất từ đàn hồi và tính chất áp điện. Nhờ có liên kết cơ học giữa hai pha này, dưới tác dụng của từ trường ngoài (vị trí c), pha từ (vị trí a) sẽ bị biến dạng (dài ra hoặc co ngắn lại) do hiệu ứng từ giảo, biến dạng này sẽ truyền ứng suất (vị trí d) lên tấm áp điện (vị trí b) và làm xuất hiện điện tích trên hai mặt đối diện của tấm áp điện do hiệu ứng áp điện (xem H.1). Hiện tượng phân cực điện sẽ lớn nhất khi tấm áp điện phân cực vuông góc (mũi tên mầu đen).

Để đo từ trường dựa trên hiệu ứng này, nguyên lý làm việc của cảm biến cần phải có từ trường xoay chiều kích thích với biên độ nhỏ, tần số kích thích cùng với tần số dao động cơ học riêng của tấm áp điện. H.2 minh họa nguyên lý hoạt động của hiệu ứng từ giảo-áp điện khi có mặt của từ trường tác dụng. Tường trường một chiều DC gây ra biến dạng tĩnh của pha từ giảo và do đó gây ra ứng suất tĩnh lên tấm áp điện làm xuất hiện điện tích trên 2 mặt của tấm áp điện. Khi có thêm từ trường xoay chiều AC, vật liệu từ sẽ biến dạng kiểu dao động sinh ra ứng suất động trên tấm áp điện và do vậy làm xuất hiện điện tích/điện áp xoay chiều lối ra dao động cùng tần số với tần số từ trường xoay chiều kích thích. Chính nhờ nguyên lý hoạt động này mà cảm biến này có ưu điểm thế điện áp lối ra có dạng tuyến tính với từ trường một chiều ($V \sim H_{DC}$) trong dải từ trường thấp do đặc trưng biến dạng từ giảo tĩnh thay đổi theo qui luật phụ thuộc dạng parabol với từ trường một chiều ($\sigma_{DC} \sim H_{DC}^2$) do đó điện áp xoay chiều lối ra do ứng suất động qui định sẽ có dạng tuyến tính theo từ trường một chiều tác dụng.

Nhờ vậy, cảm biến hoạt động không cần từ trường làm việc DC để đặt điểm làm việc như các dòng cảm biến hoạt động dựa trên các hiệu ứng từ-điện trở khổng lồ, từ điện trở xuyên ngầm. Với sự phụ thuộc tuyến tính trong toàn dải đo nên cảm biến loại này tỏ ra rất triển vọng với các ứng dụng đo từ trường

thấp với độ phân giải cao.

Người nộp đơn sáng chế này đã nghiên cứu, hướng đến các ứng dụng từ trường thấp, để tăng cường độ phân giải của cảm biến, hướng đến tăng cường độ nhạy (V/T) của cảm biến, tức là phải tăng hiệu ứng từ giảo-áp điện đáp ứng với một sự thay đổi nhỏ của từ trường với các điểm đặc trưng sau:

a) Tăng cường độ nhạy từ nhờ sử dụng pha vật liệu từ là vật liệu từ siêu mềm là các băng từ mềm vô định hình trên nền hợp kim FeNiBSi.

b) Tăng cường đáp ứng từ và từ giảocủa pha vật liệu từ trong từ trường thấp thể được thực hiện bằng cách tăng cường tính chất từ mềm của pha từ theo hướng tăng cường dị hướng hình dạng nhờ sử dụng các vật liệu hình chữ nhật mỏng có tỉ số dài/rộng (r = L/W) lớn thay vì sử dụng tấm hình vuông. Cơ sở khoa học phương pháp này dựa theo qui tắc với vật liệu từ càng dài thì phương từ hóa càng dễ dọc theo chiều dài của vật liệu.

c) Tăng cường chuyển đổi cơ điện của pha áp điện nhờ sử dụng vật liệu áp điện có hằng số áp điện lớn dọc theo phương phân cực (Piezoelectric Charge Constant) d_{33} = 630×10^{-2} C/Nvà hằng số điện môi lớn (*Relative Dielectric Constant*) K^T = 3300.

d) Tăng cường ứng suất truyền đến pha áp điện nhờ tăng tỉ phần pha từ giảo/áp điện trên vật liệu tổ hợp được thực hiện bằng cách tăng số lớp băng từ trong vật liệu tổ hợp theo cấu trúc bánh kẹp từ giảo/áp điện/từ giảo (sandwich)

e) Tăng hiệu suất hoạt động của hiệu ứng từ giảo/áp điện bằng cách lựa chọn tần số từ trường xoay chiều kích thích tại tần số cộng hưởng cơ học của tấm áp điện được tính toán từ dao động truyền sóng trên tấm phẳng. Với các tấm hình chữ nhật, tần số cộng hưởng (f_r) được tính toán theo công thức truyền sóng trên sợi dây (dao động 1 chiều) $f_r = \frac{\upsilon}{2L}$ (với υ là vận tốc truyền sóng của vật liệu áp điện, L là chiều dài tấm áp điện).

f) Tối ưu biên độ từ trường xoay chiều kích thích theo 2 tiêu chí: đủ lớn để tạo ra ứng suất động với biên độ lớn cho điện áp lối ra lớn; đủ nhỏ để không

làm biến điệu tín hiệu dạng xung hình sin của điện áp lối ra.

Phần mô tả dưới đây của phương án thực hiện ưu tiên chỉ nhằm mục đích minh hoạ và không nhằm hạn chế phạm vi ứng dụng, hoặc sử dụng sáng chế.

Phần mô tả phương án thực hiện được minh hoạ theo các nguyên lý của sáng chế, dự tính đọc có xem xét đến các hình vẽ kèm theo, được xem như một phần hoặc toàn bộ phần mô tả viết. Trong phần mô tả phương án thực hiện sáng chế bộc lộ ở đây, sự viện dẫn bất kỳ tới phương hoặc hướng chỉ nhằm mục đích thuận tiện cho việc mô tả và không nhằm hạn chế theo cách bất kỳ phạm vi của sáng chế. Các thuật ngữ tương đối như "dưới," "trên," "nằm ngang," "thẳng đứng," "bên trên," "bên dưới," "lên," "xuống," "đỉnh" và "đáy" cũng như các dẫn từ của chúng (ví dụ, "nằm theo phương ngang," "hướng xuống dưới," "hướng lên," v.v.) sẽ được xem như hướng như được mô tả sau đó hoặc như được thể hiện khi trình bày trên hình vẽ. Các thuật ngữ tương đối này chỉ để thuận tiện cho việc mô tả và không yêu cầu là thiết bị được tạo kết cấu hoặc vận hành theo hướng xác định trừ khi có chỉ thị riêng biệt. Các thuật ngữ như "gắn," "gắn cố định," và tương tự viện dẫn đến mối tương quan trong đó các kết cấu được gắn cố định hoặc gắn với nhau hoặc trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các kết cấu giữa chúng. Ngoài ra, các dấu hiệu và các ưu điểm của sáng chế được minh hoạ có viện dẫn đến phương án thực hiện để làm ví dụ. Do đó, sáng chế sẽ không bị hạn chế ở phương án thực hiện để làm ví dụ này minh hoạ một số kết hợp không hạn chế có thể có các dấu hiệu có thể tồn tại một mình hoặc các kết hợp khác của các dấu hiệu; phạm vi của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm theo đây.

Như được thể hiện trên H.4 và H.5, cảm biến nhạy từ trường CB được tạo kết cấu bao gồm:

Tấm PZT 3 gồm mặt trên 3a và mặt dưới 3b gần như có dạng chữ nhật với kích thước định trước nằm cách nhau bởi chiều dày định trước và được làm bằng vật liệu áp điện có phủ lớp điện cực bằng vật liệu xác định.

Các tấm từ giảo 1 gần như có dạng băng chữ nhật có chiều dày và kích thước định trước. Hai tấm từ giảo 1 được kết dính với nhau bởi lớp kết dính 2, hai tấm từ giảo 1 đã kết dính này được kết dính với mặt trên 3a của tấm PZT 3 bởi lớp kết dính 2. Hơn nữa, hai tấm từ giảo 1 đã kết dính này cũng được kết dính với mặt dưới 3b của tấm PZT 3bởi lớp kết dính 2. Nhờ kết cấu kết dính hai mặt này với tấm PZT 3, sẽ tạo thành cụm các tấm xếp chồng nhau123 nằm đối xứng qua tấm PZT.

Ngoài ra, mỗi tấm từ giảo 1 được tạo cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$ với x, y, z và k lần lượt là phần khối lượng của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si chứa trong vật liệu này.

Cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích 5 có đường kính trong 51 của cuộn dây, đường kính dây cuốn 52 và mật độ vòng dây định trước được tạo (được quấn) bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cụm tấm xếp chồng 123.

Cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá 6 có đường kính trong của cuộn dây, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước được tạo (được quấn) bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích 5.

Điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến 4 được gắn cố định vào hai mặt đối diện 3a và 3b của tấm PZT 3 dọc theo trục phân cực của tấm 3 này.

Với cảm biến CB có kết cấu nêu trên, dưới tác dụng của từ trường một chiều DC và từ trường xoay chiều kích thích AC trong cảm biến CB, điện áp xoay chiều lối ra (trên điện cực 4) có dạng tuyến tính trong toàn dải được tạo ra để giúp cảm biến CB có khả năng đo từ trường thấp với độ phân giải cao.

Tốt hơn nếu vật liệu xác định của lớp phủ điện cực vật liệu áp điện của tấm PZT 3 là bạc Ag.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, các phần khối lượng x, y, z và k của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu làm tấm từ giảo 1 lần lượt xấp xỉ bằng 76,8; 1,2; 13,2 và 8,8. Việc chọn các phần khối lượng này để tính

đến sự bù trừ của thành phần dễ ôxy hoá và dễ bay hơi và có thể sử dụng phương pháp nguội nhanh (phương pháp tôi từ thể lỏng) để tạo ra các tấm từ giảo 1 theo sáng chế.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, chiều dày định trước và kích thước định trước của tấm từ giảo 1 lần lượt được chọn xấp xỉ bằng 18μm và 39,5 x 1 (mm x mm). Việc chọn các kích thước này của tấm từ giảo 1 sẽ đáp ứng được điểm đặc trưng b) nêu trên để tăng cường đáp ứng từ và từ giảo của pha vật liệu.

Hơn nữa, chiều dày định trước và kích thước định trước của tấm PZT 3 lần lượt được chọn xấp xỉ bằng 500μm và 40 x 1 (mm x mm).

Tốt hơn nếu lớp kết dính định trước 2 là lớp keo dính epoxy hai thành phần.

Ngoài ra, chiều dày định trước của lớp keo dính epoxy hai thành phần 2 giữa hai tấm từ giảo 1 và giữa tấm từ giảo 1 và tấm PZT 3 được chọn trong khoảng từ 7μm đến 8μm.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, đường kính trong 51, đường kính dây cuốn 52 và mật độ vòng dây định trước của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích 5 được chọn lần lượt có giá trị xấp xỉ bằng 1,2mm, 60μm và 10,5 vòng/mm.

Hơn nữa, đường kính trong 61, đường kính dây cuốn 62 và mật độ vòng dây định trước của cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá 6 được chọn lần lượt có giá trị xấp xỉ bằng 1,3mm, 60μm và 10,5 vòng/mm.

Có ưu điểm nếu dây cuốn các cuộn dây 5 và 6 là dây đồng có bọc lớp cách điện.

Như được thể hiện trên H.6 và H.7, linh kiện cảm biến nhạy từ trường LCB dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện theo sáng chế có kết cấu bao gồm:

Vỏ bảo vệ 8 được tạo dạng gần như hình chữ nhật, vỏ 8 được làm bằng vật liệuxác định có khả năng bảo vệ cảm biến trong đó. Phần giữa của vỏ 8 được tạo miệng 81 có dạng gần như hình chữ nhật, miệng 81 này được làm

thích ứng để có thể giữ cố định (gài khớp) cảm biến nhạy từ trường CB theo sáng chế trong đó.

Cặp điện cực thứ nhất 10 và 10 được bố trí ở phía đầu cách xa đầu ra tín hiệu 4 của cảm biến CB được nối điện với hai đầu của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích 5 của cảm biến CB này nhờ các đường dẫn điện 9a trên một mặt (số chỉ dẫn 82) của vỏ bảo vệ 8.

Cặp điện cực thứ hai 11 và 11 cũng được bố trí ở phía đầu cách xa đầu ra tín hiệu 4 của cảm biến CB được nối điện với hai đầu của cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá 6 của cảm biến CB này nhờ các đường dẫn điện 9b trên mặt 82 của vỏ bảo vệ 8. Tốt hơn là các cặp điện cực thứ nhất 10 và 10 và thứ hai 11 và 11 nằm trong cùng mặt phẳng và thẳng hàng với nhau khi nhìn theo hướng A trên H.6.

Thêm nữa, cặp điện cực thứ ba 12 và 12 được bố trí đối diện với các cặp điện cực thứ nhất 10 và 10 và thứ hai 11 và 11và được nối điện với đầu ra tín hiệu 4 của cảm biến CB nhờ các đường dẫn điện 9c ở cùng mặt 82 nêu trên của vỏ bảo vệ 8. Hơn nữa, lớp vật liệu định trước được tạo bao bọc toàn bộ cảm biến CB và các mặt của vỏ bảo vệ 8.

Với linh kiện cảm biến LCB có kết cấu nêu trên, khi được cấp dòng điện xoay chiều qua các cặp điện cực thứ nhất 10 và 10để tạo từ trường xoay chiều kích thích AC trong cảm biến, dưới tác dụng của từ trường một chiều DC sẽ tạo ra điện áp xoay chiều lối ra có dạng tuyến tính trong toàn dải ở cặp điện cực thứ ba 12 và 12 để giúp linh kiện cảm biến LCB có khả năng đo từ trường thấp với độ phân giải cao.

Tốt hơn nếu, lớp vật liệu định trước bao bọc toàn bộ miệng 81 của cảm biến LCB là epoxy. Việc chọn vật liệu epoxy sẽ giúp linh kiện cảm biến có khả năng chống ngấm nước và chống ẩm và cho phép linh kiện cảm biến có thể làm việc trong các môi trường có độ ẩm khác nhau.

Có lợi nếu vật liệu làm vỏ bảo vệ 8 là vật liệu cách điện và không gây nhiễu từ lên cảm biến CB trong linh kiện LCB.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, vỏ bảo vệ 8 là tấm mạch in và các đường dẫn điện 9a, 9b và 9c là các đường mạch đồng có phủ lớp sơn cách điện được tạo mẫu hình trên đó. Việc lựa chọn này giúp kết cấu của linh kiện cảm biến LCB được đơn giản, dễ chế tạo và giảm được giá thành.

Tiếp theo, phương pháp chế tạo cảm biến nhạy từ trường CB dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây và bao gồm các bước:

Trước hết, tạo tấm áp điện PZT 3 có phủ lớp điện cực bằng bằng vật liệu xác định.

Tạo tấm từ giảo 1 có cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$ với x, y, z và k lần lượt là phần khối lượng của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu.

Gắn dính hai tấm từ giảo 1 với nhau bởi lớp kết dính định trước 2.

Gắn dính hai tấm từ giảo 1 đã gắn dính lên một mặt 3a của tấm áp điện PZT 3 bởi lớp kết dính định trước 2.

Gắn dính hai tấm từ giảo 1 đã gắn dính lên mặt kia 3b đối diện của tấm áp điện PZT 3 bởi lớp kết dính định trước 2 sao cho tạo thành cụm tấm xếp chồng nhau 123 nằm đối xứng qua tấm PZT 3.

Tạo cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích 5 bằng cách quấn dây cuốn bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cụm tấm xếp chồng 123.

Tạo cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá 6 bằng cách quấn dây cuốn bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích 5 nêu trên.

Gắn cố định điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến 4 vào hai mặt đối diện 3a và 3b của tấm PZT 3 dọc theo trục phân cực của nó.

Tốt hơn nếu vật liệu xác định của lớp phủ điện cực vật liệu áp điện ở bước tạo tấm áp điện PZT 3 là bạc.

Theo một phương án của sáng chế, bước tạo tấm áp điện PZT 3 được thực hiện trên máy cắt phiến chuyên dụng.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, các phần khối lượng x, y, z và k của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu làm tấm từ giảo 1 được chọn lần lượt xấp xỉ bằng 76,8, 1,2, 13,2 và 8,8. Việc chọn các phần khối lượng này để tính đến sự bù trừ của thành phần dễ ôxy hoá và dễ bay hơi của vật liệu làm tấm từ giảo.

Tốt hơn nếu bước tạo tấm từ giảo 1 được thực hiện bằng cách tôi từ thể lỏng.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, lớp kết dính định trước 2 là lớp keo dính epoxy hai thành phần. Hơn nữa, lớp kết dính epoxy hai thành phần 2 được khống chế chiều dày nhờ sử dụng áp lực nén thích hợp. Có ưu điểm nếu áp lực nén thích hợp để đạt chiều dày lớp kết dính epoxy hai thành phần được chọn trong khoảng từ $6,5\times10^6$ Pa đến $6,7\times10^6$ Pa.

Ngoài ra, phương pháp chế tạo cảm biến CB còn gồm bước loại bỏ phần chất kết dính thừa bám xung quanh mép các tấm. Điều này giúp tăng cường không chỉ hiệu suất truyền ứng suất của từ giảo sang áp điện mà còn tăngtính thẩm mỹ cho sản phẩm.

Theo phương án được ưu tiên, bước gắn cố định điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến vào hai mặt đối diện của tấm PZT 3 dọc theo trục phân cực được thực hiện bằng cách hàn. Kết cấu này giúp điện cực đầu ra 4 được gắn chắc chắn và tiếp xúc điệntin cậy với tấm PZT 3.

Hơn nữa, cũng thuận lợi nếu phương pháp còn gồm bước đo kiểm và đánh giá các thông số làm việc của cảm biến và chế độ tự động trừ nền.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để thử nghiệm sáng chế, nhóm tác giả đã chế tạo thiết bị thử nghiệm với vỏ thiết bị làm bằng mạch in không từ tính, đảm bảo không gây nhiễu từ lên cảm biến, được phủ bảo vệ bởi epoxy chống ngấm nước và chống độ ẩm cho phép cảm biến có thể làm việc trong các điều điện độ ẩm khác nhau. H.7 là ảnh chụp đầu đo cảm biến sau khi được chế tạo và đóng gói hoàn thiện.

Độ nhạy cảm biến

Kết quả khảo sát tín hiệu thế lối ra của cảm biến khi chưa qua bộ khuếch đại đo tại tần số cộng hưởng 39,6 kHz được thể hiện trên H.8. Với cảm biến được chế tạo theo kết cấu nêu trên, đáp ứng từ trường của cảm biến cho độ nhạy 44,78 mV/μT và đặc biệt cảm biến đáp ứng với cả độ lớn và dấu của từ trường đo. Dấu dương hay âm của tín hiệu cảm biến được xác định dựa vào sự nhanh pha hay chậm pha của tín hiệu điện áp xoay chiều lối ra và tín hiệu xoay chiều nuôi cho cuộn dây kích thích. Với đáp ứng này, độ nhạy của cảm biến lớn vượt trội so với các dòng cảm biến đo dựa trên các hiệu ứng từ điện trở đang được sử dụng hiện nay (vào khoảng mV/mT).

Độ phân giải của cảm biến

Kết quả khảo sát tín hiệu của cảm biến thả trôi theo thời gian để khảo sát độ phân giải của cảm biến được thể hiện trên H.9. Theo kết quả khảo sát này thì độ phân giải của cảm biến được đánh giá vào khoảng 1 nanoTesla.

Chế độ tự động trừ nền của cảm biến

Thế nền cảm biến có thể được tự động bù trừ bằng mạch điện tử được thực hiện theo giải pháp sau:

- Cấp từ trường xoay chiều cho cuộn dây kích thích số 5 và ghi nhận tín hiệu điện áp lối ra V_{out}^{1}
- Đảo pha từ trường xoay chiều (đảo cực) cho cuộn dây kích thích số 5 và ghi nhận tín hiệu điện áp lối ra V_{out}^{2}
- Thế nền offset được tính toán theo công thức: $V_{offset} = \frac{V_{out}^{1} + V_{out}^{2}}{2}$
- Tín hiệu ghi nhận được từ cảm biến sẽ được mạch điện tử tự động xử lý trừ nền theo công thức: $V = V_{out} - V_{offset}$

Thông thường sau một thời gian sử dụng, để đảm bảo độ chính xác cao của phép đo, thao tác đo đạc và tính toán thế nền sẽ được định kỳ thực hiện (1 lần/tháng).

Chế độ tự động chuẩn hóa của cảm biến

Chế độ tự động chuẩn hóa của cảm biến được thực hiện thông qua giải pháp sử dụng cuộn dây 6 tạo từ trường một chiều nhờ sử dụng một nguồn nuôi dòng DC với độ chính xác cao theo các bước sau:

- Khi cuộn dây 6 chưa được cấp dòng điện một chiều, ghi nhận điện áp cảm biến: $V(0) = V_{out}(0) - V_{offset}$
- Khi cấp một dòng điện I = 2 mA tương đương với một từ trường một chiều có giá trị 28,75 μT đặt vào cảm biến, ghi nhận điện áp của cảm biến: $V(I) = V_{out}(I) - V_{offset}$
- Hệ số chuyển đổi của cảm biến được tự động tính toán bằng mạch điện tử xử lý theo công thức: $k = \frac{\text{Tín hiệu điện áp}}{\text{Từ trường}} = \frac{V(I) - V(0)}{28.75} \left(\frac{\text{mV}}{\text{mT}}\right)$
- Từ trường đo được sử dụng cảm biến được tính toán sử dụng hệ số chuyển đổi của thao tác chuẩn hóa ở trên theo công thức: $B = \frac{V}{k}$

Thông thường sau một thời gian sử dụng, để đảm bảo độ chính xác cao của phép đo, thao tác chuẩn hóa này sẽ được định kỳ thực hiện (1 lần/tháng).

Hiệu quả đạt được của sáng chế

- Nhờ kết hợp các phương án nêu trên, cảm biến đo từ trường có độ nhạy rất lớn đạt giá trị 44,78 mV/μT với độ phân giải cỡ nanoTesla.
- Cảm biến hoạt động dựa trên hiệu ứng từ giảo áp điện có tính năng vượt trội hơn so với các cảm biến cùng tính năng ở đặc tính tự động trừ nền.
- Nhờ cuộn dây tạo từ trường một chiều nên cảm biến có tính năng tự động chuẩn hóa nhờ cấp dòng điện một chiều để tạo một từ trường cho

trước, hệ số chuyển đổi được tính toán từ giá trị điện áp đo được chia cho từ trường tạo ra bởi cuộn dây này.

- Kết cấu cảm biến theo sáng chế không chỉ phù hợp với các công nghệ chế tạo ở Việt Nam do công nghệ chế tạo đơn giản, giá thành thấp, tính lặp lại cao, vật liệu rẻ tiền mà vẫn cho độ nhạy cực lớn và độ phân giải cao so với các thiết bị đo dựa trên công nghệ hiện đại hiện nay. Sản phẩm này không chỉ phù hợp với nhu cầu sản xuất đơn lẻ mà còn rất phù hợp cho các nhà sản xuất với số lượng lớn.

Mặc dù phần mô tả trên đây và các hình vẽ biểu thị phương án thực hiện để làm ví dụ sáng chế, song cần hiểu rằng nhiều thay đổi, biến thể và thay thế khác nhau có thể được thực hiện trong đó mà không nằm ngoài phạm vi và ý đồ của sáng chế như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Cụ thể là, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật dễ dàng nhận thấy rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các dạng cụ thể khác, các kết cấu, cách bố trí, các tỷ lệ, các kích cỡ, và với các thành phần khác, các vật liệu, và các linh kiện, mà không nằm ngoài các đặc tính cơ bản hoặc ý đồ của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận thấy rằng sáng chế có thể được sử dụng với nhiều thay đổi về kết cấu, cách bố trí, các tỷ lệ, các kích cỡ, các vật liệu, và các thành phần và các thông số khác, sử dụng trong thực tế của sáng chế, được làm thích ứng một cách đặc biệt với các môi trường xác định và các yêu cầu vận hành mà không nằm ngoài các nguyên lý của sáng chế. Vì vậy, phương án thực hiện bộc lộ ở đây sẽ được xem xét ở tất cả các khía cạnh như đã minh hoạ và không bị hạn chế, phạm vi của sáng chế sẽ được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và không bị hạn chế ở phần mô tả đã nêu hoặc các phương án thực hiện sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện có kết cấu bao gồm:

tấm PZT gồm mặt trên và mặt dưới gần như có dạng chữ nhật với kích thước định trước nằm cách nhau bởi chiều dày định trước và được làm bằng vật liệu áp điện có phủ lớp điện cực bằng vật liệu xác định;

ít nhất hai tấm từ giảo được kết dính với nhau và kết dính với tấm PZT ở mỗi mặt trên và mặt dưới của tấm này bởi lớp kết dính định trước có chiều dày định trước để tạo thành cụm tấm xếp chồng nhau nằm đối xứng qua tấm PZT, mỗi tấm từ giảo gần như có dạng băng chữ nhật có chiều dày và kích thước định trước, được tạo cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$với x, y, z và k lần lượt là phần khối lượng của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu này;

cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thíchcó đường kính trong, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước được tạo bao quanh gần như toàn bộ chiều dài cụm tấm xếp chồng;

cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá có đường kính trong, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước được tạo bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích nêu trên; và

điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến được gắn cố định vào hai mặt đối diện của tấm PZT dọc theo trục phân cực của nó,

nhờ vậy dưới tác dụng của từ trường một chiều DC và từ trường xoay chiều kích thích AC trong cảm biến, tạo ra điện áp xoay chiều lối ra có dạng tuyến tính trong toàn dải để giúp cảm biến có khả năng đo từ trường thấp với độ phân giải cao.

2. Cảm biến theo điểm 1, trong đó vật liệu xác định của lớp phủ điện cực vật

liệu áp điện là bạc.

3. Cảm biến theo điểm 1, trong đó các phần khối lượng x, y, z và k của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu làm tấm từ giảo lần lượt xấp xỉ bằng 76,8, 1,2, 13,2 và 8,8.

4. Cảm biến theo điểm 1, trong đó chiều dày định trước và kích thước định trước của tấm từ giảo lần lượt xấp xỉ bằng 18µm và 39,5 x 1 (mm x mm).

5. Cảm biến theo điểm 1, trong đó chiều dày định trước và kích thước định trước của tấm PZT lần lượt xấp xỉ bằng 500µm và 40 x 1 (mm x mm).

6. Cảm biến theo điểm 1, trong đó lớp kết dính định trước là lớp keo dính epoxy hai thành phần.

7. Cảm biến theo điểm 6, trong đó chiều dày định trước của lớp keo dính epoxy hai thành phần giữa hai tấm từ giảo và giữa tấm từ giảo và tấm PZT được chọn trong khoảng từ 7µm đến 8µm.

8. Cảm biến theo điểm 1, trong đó đường kính trong, đường kính dây cuốn và mật độ vòng dây định trước của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích và cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá lần lượt có giá trị xấp xỉ bằng 1,2mm và 1,4mm, 60µm và 60µm, 10,5 vòng/mm và 10,5 vòng/mm.

9. Cảm biến theo điểm 8, trong đó dây cuốn các cuộn dây là dây đồng có bọc lớp cách điện.

10. Linh kiện cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện có kết cấu bao gồm:

vỏ bảo vệ làm bằng vật liệu xác định được tạo dạng gần như hình chữ nhật, phần giữa của vỏ được tạo miệng gần như hình chữ nhật;

cảm biến nhạy từ trường theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9 được gài khớp vừa trong miệng của vỏ bảo vệ;

các cặp điện cực thứ nhất và thứ hai được bố trí ở phía đầu cách xa đầu ra tín hiệu cảm biến và lần lượt được nối điện với hai đầu của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích và cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá nhờ các đường dẫn điện ở một mặt của vỏ bảo vệ;

cặp điện cực thứ ba được bố trí đối diện với các cặp điện cực thứ nhất và thứ hai và được nối điện với đầu ra tín hiệu cảm biến nhờ các đường dẫn điện ở cùng mặt nêu trên của vỏ bảo vệ; và

lớp vật liệu định trước bao bọc toàn bộ cảm biến và các mặt của vỏ bảo vệ;

nhờ vậy khi được cấp dòng điện xoay chiều qua các cặp điện cực thứ nhất để tạo từ trường xoay chiều kích thích AC trong cảm biến, dưới tác dụng của từ trường một chiều DC sẽ tạo ra điện áp xoay chiều lối ra có dạng tuyến tính trong toàn dải ở cặp điện cực thứ ba để giúp linh kiện cảm biến có khả năng đo từ trường thấp với độ phân giải cao.

11. Linh kiện cảm biến theo điểm 10, trong đólớp vật liệu định trước bao bọc toàn bộ cảm biến và các mặt của vỏ bảo vệ là epoxy.

12. Linh kiện cảm biến theo điểm 10, trong đó vật liệu làm vỏ bảo vệ là vật liệu cách điện và không gây nhiễu từ lên cảm biến trong đó.

13. Linh kiện cảm biến theo điểm 12, trong đó vỏ bảo vệ là tấm mạch in và các đường dẫn điện là các đường mạch đồng được tạo mẫu hình trên đó.

14. Phương pháp chế tạo cảm biến nhạy từ trường dựa trên hiệu ứng từ giảo - áp điện, phương pháp bao gồm các bước:

tạo tấm áp điện PZT có phủ lớp điện cực bằng bằng vật liệu xác định;

tạo tấm từ giảo có cấu trúc vô định hình và làm bằng vật liệu có công thức $Fe_xNi_yB_zSi_k$ với x, y, z và k lần lượt là phần khối lượng của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu;

gắn dính hai tấm từ giảo với nhau bởi lớp kết dính định trước;

gắn dính hai tấm từ giảo đã gắn dính lên một mặt của tấm áp điện PZT bởi lớp kết dính định trước;

gắn dính hai tấm từ giảo đã gắn dính lên mặt kia đối diện của tấm áp điện PZT bởi lớp kết dính định trước sao cho tạo thành cụm tấm xếp chồng nhau nằm đối xứng qua tấm PZT;

tạo cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích bằng cách quấn dây cuốn bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cụm tấm xếp chồng;

tạo cuộn dây tạo từ trường một chiều chuẩn hoá bằng cách quấn dây cuốn bao quanh gần như toàn bộ chiều dài của cuộn dây tạo từ trường xoay chiều kích thích nêu trên; và

gắn cố định điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến vào hai mặt đối diện của tấm PZT dọc theo trục phân cực.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó vật liệu xác định của lớp phủ điện cực vật liệu áp điện ở bước tạo tấm áp điện PZT là bạc.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó đó bước tạo tấm áp điện PZT được thực hiện trên máy cắt phiến chuyên dụng.

17. Phương pháp theo điểm 14, trong đó các phần khối lượng x, y, z và k của các nguyên tử Fe, Ni, B và Si trong vật liệu làm tấm từ giảo được chọn để

lần lượt xấp xỉ bằng 76,8; 1,2; 13,2 và 8,8.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó bước tạo tấm từ giảo được thực hiện bằng cách tôi từ thể lỏng.

19. Phương pháp theo điểm 14, trong đó trong đó lớp kết dính định trước là lớp keo dính epoxy hai thành phần.

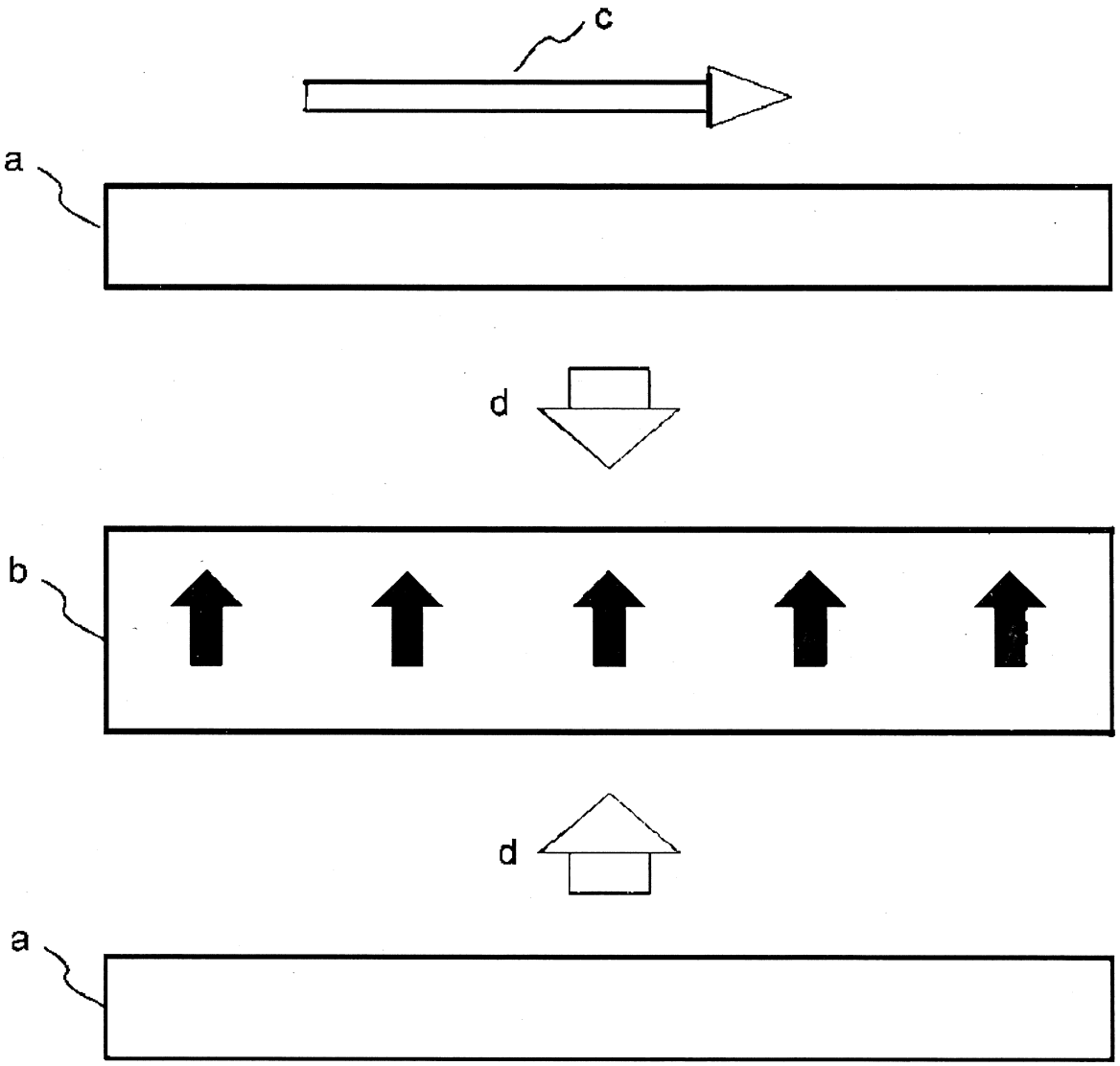
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đólớp kết dính epoxy hai thành phần được khống chế chiều dày nhờ sử dụng áp lực nén thích hợp.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó áp lực nén thích hợp để đạt chiều dày lớp kết dính epoxy hai thành phần được chọn trong khoảng từ $6,5\times10^6$ Pa đến $6,7\times10^6$ Pa.

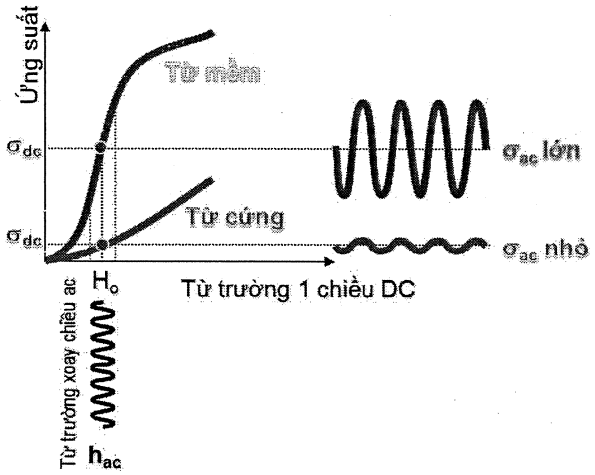
22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 đến 21, trong đó còn gồm bước loại bỏ phần chất kết dính thừa bám xung quanh mép các tấm.

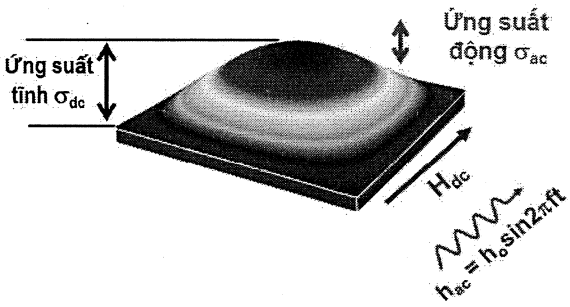
23. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước gắn cố định điện cực đầu ra tín hiệu cảm biến vào hai mặt đối diện của tấm PZT dọc theo trục phân cực được thực hiện bằng cách hàn.

24. Phương pháp theo điểm 14, trong đó còn gồm bước đo kiểm và đánh giá các thông số làm việc của cảm biến và chế độ tự động trừ nền.

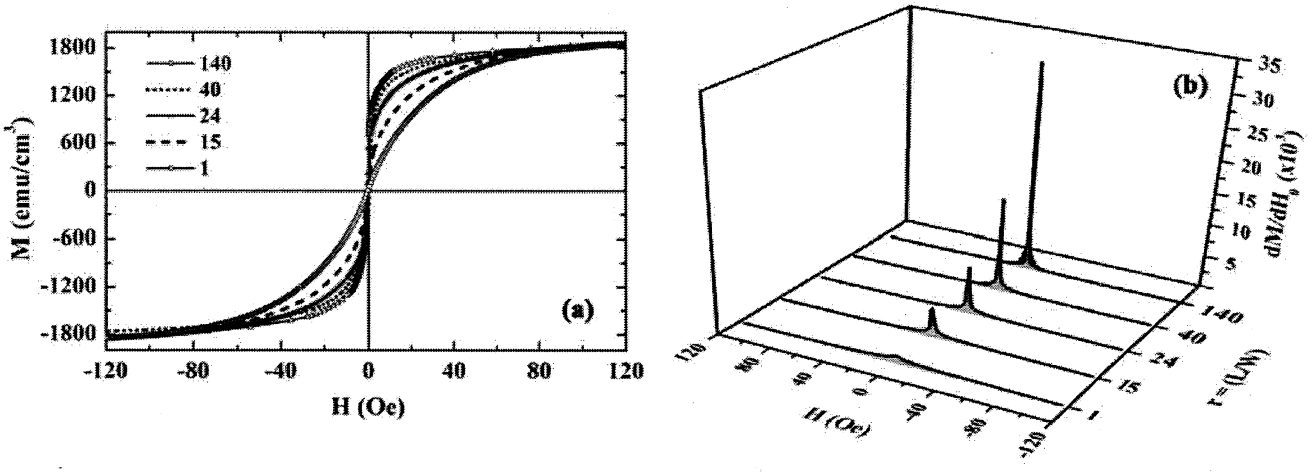


H.1


Ứng suất
Từ mềm
σ_{dc}
σ_{ac} lớn
Từ cứng
σ_{dc}
σ_{ac} nhỏ
H_o
Từ trường 1 chiều DC
Từ trường xoay chiều ac
h_{ac}

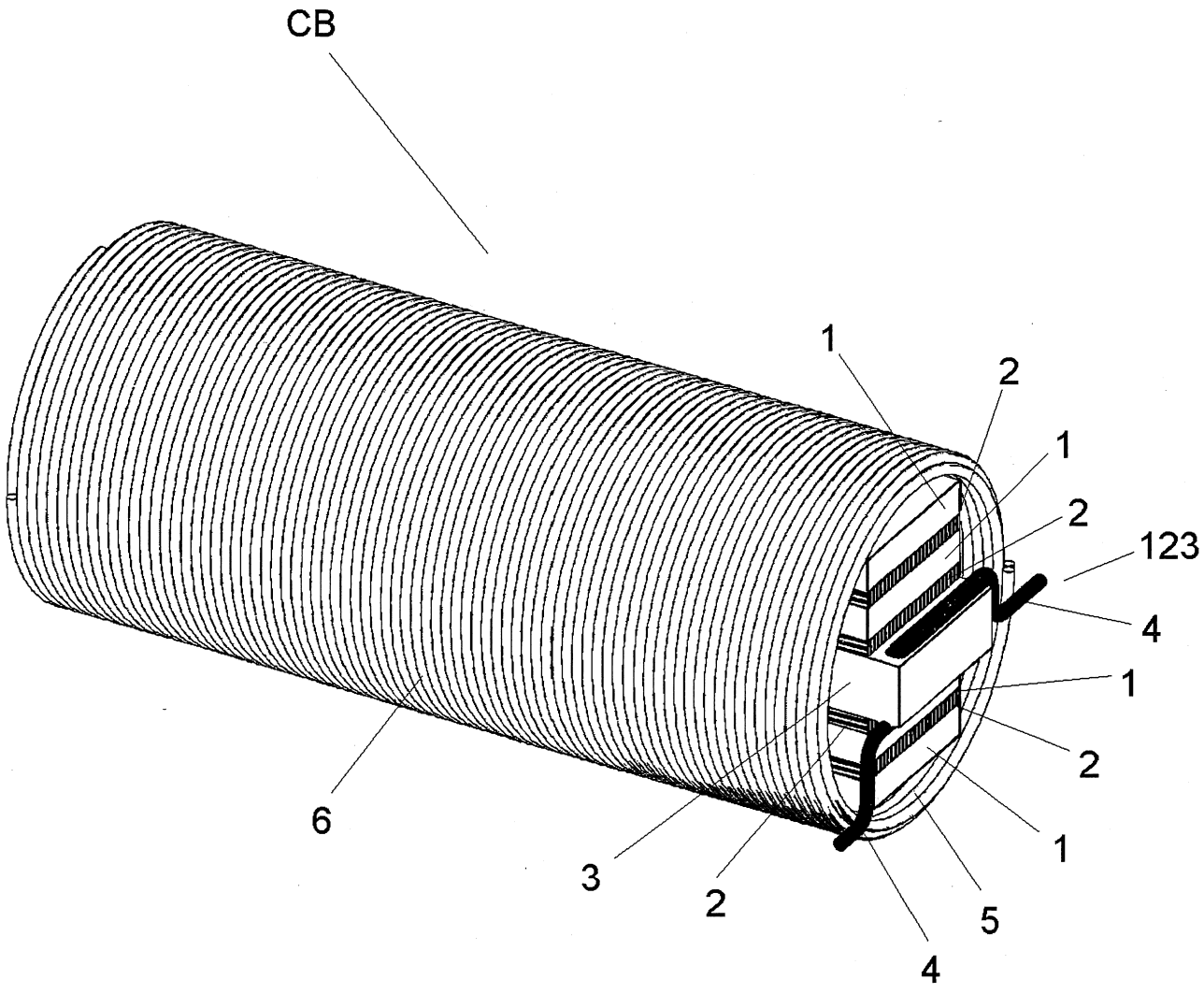

Ứng suất động σ_{ac}
Ứng suất tĩnh σ_{dc}
H_{dc}
$h_{ac} = h_o \sin 2\pi ft$

H.2

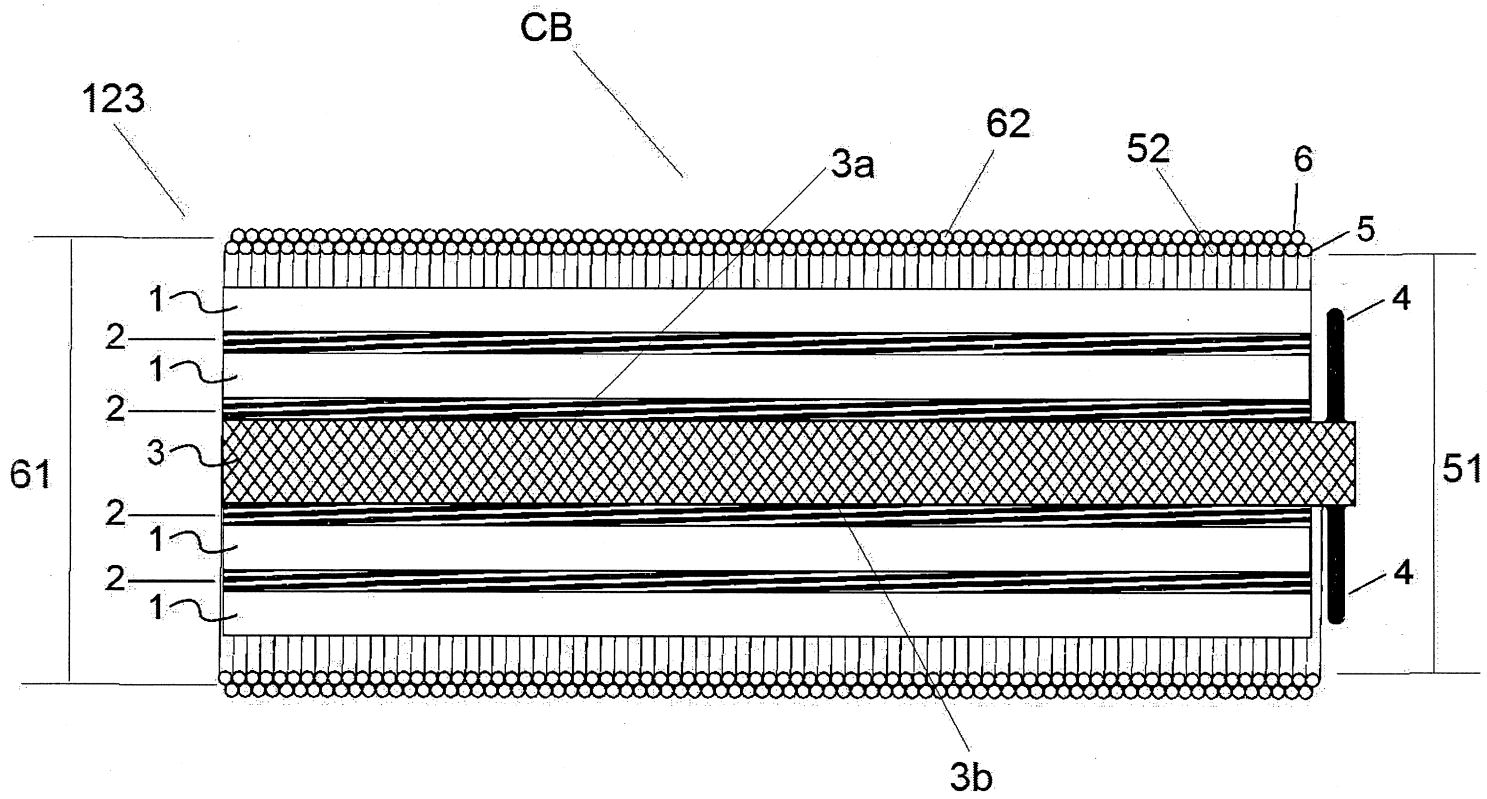


1800
1200
600
0
-600
-1200
-1800
M (emu/cm^3)
140
40
24
15
1
(a)
-120
-80
-40
0
40
80
120
H (Oe)
(b)
35
30
25
20
15
10
5
dM/dH$_0$ (x10^3)
140
40
24
15
1
τ = (L/W)
120
80
40
0
-40
-80
-120
H (Oe)

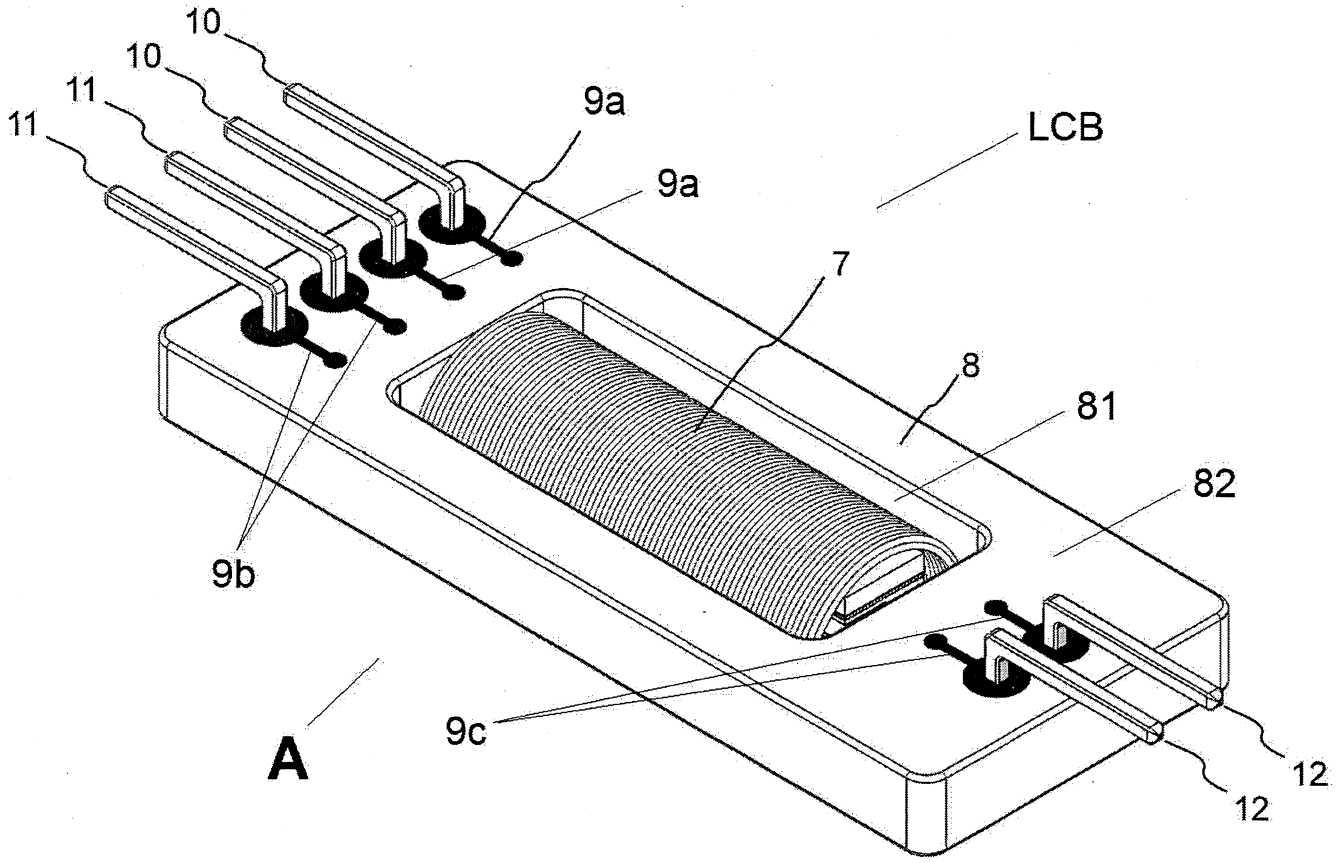
H.3



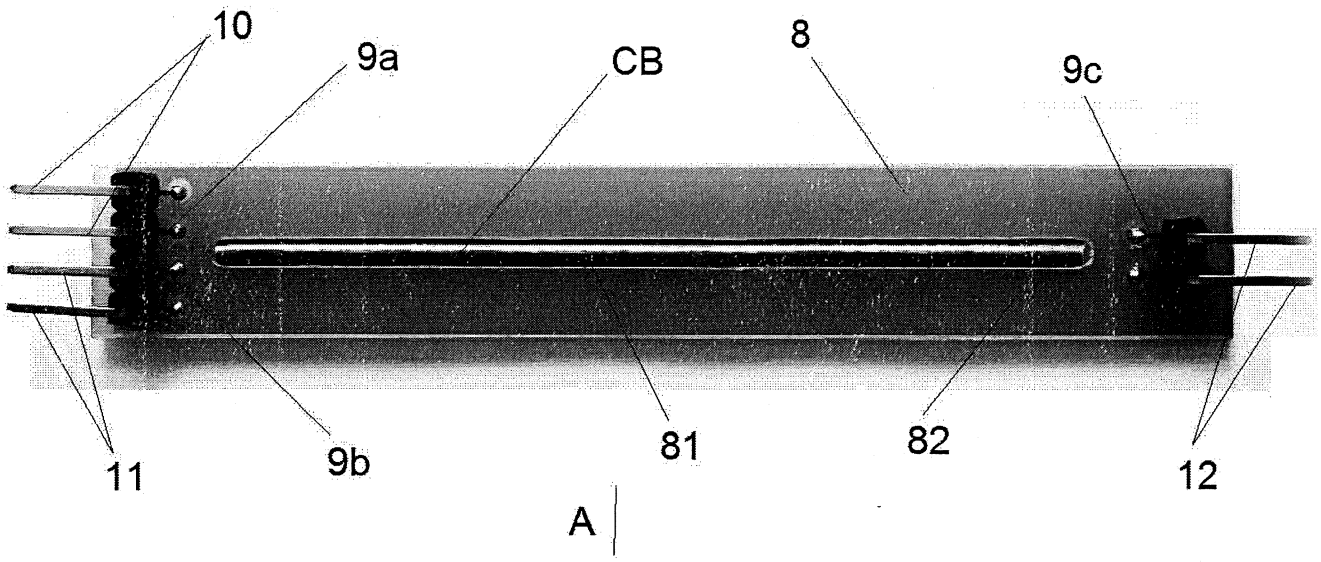
H.4



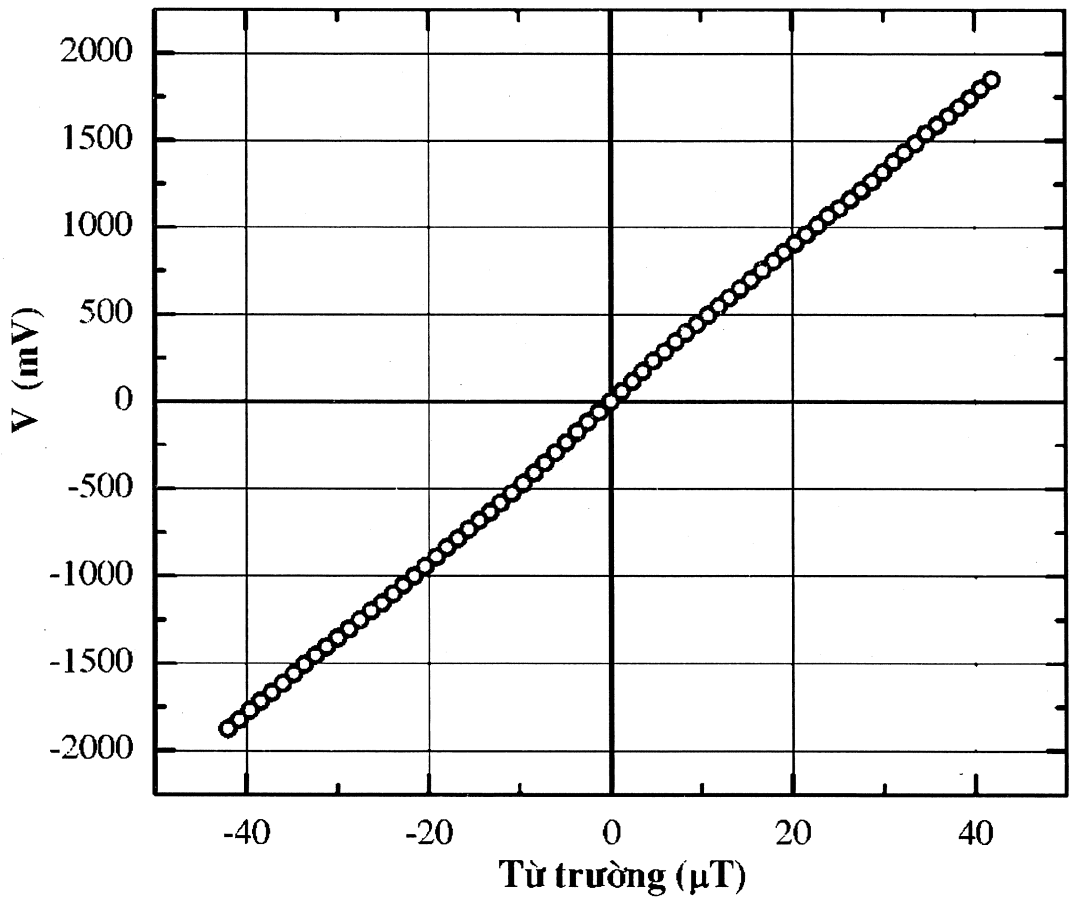
H.5



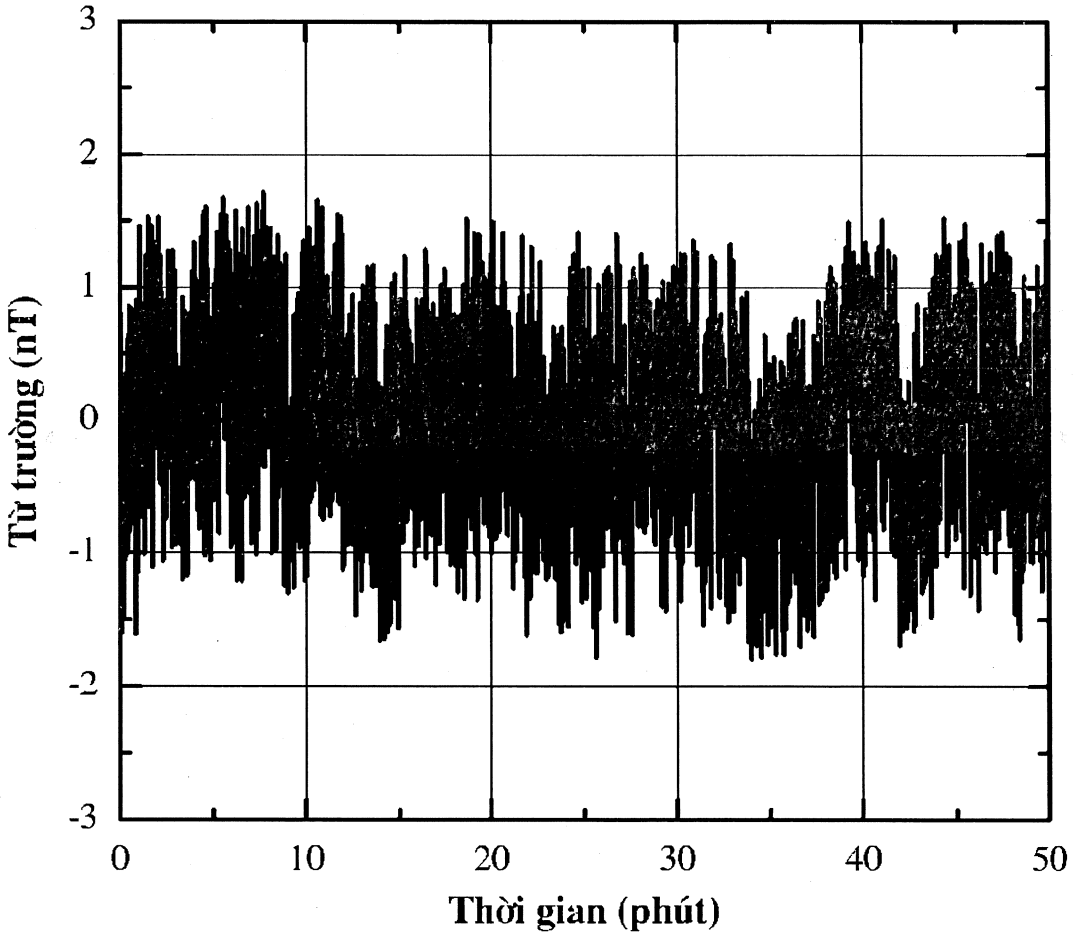
H.6



H.7


2000
1500
1000
500
0
-500
-1000
-1500
-2000
V (mV)
-40
-20
0
20
40
Từ trường (μT)

H.8



H.9