



(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)



1-0023872

(51)⁷ G01N 3/02; H01B 1/22

(13) B

(21) 1-2018-03421

(22) 06/08/2018

(45) 25/05/2020 386

(43) 25/01/2019 370A

(73) TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI (VN)

Số 3 đường Cầu Giấy, phường Láng Thượng, quận Đống Đa, thành phố Hà Nội

(72) Khổng Đức Chiến (VN); Hoàng Văn Phúc (VN); Đào Thanh Toàn (VN)

(54) CẢM BIẾN ÁP LỰC HỮU CƠ BẰNG VẬT LIỆU POLYME ĐỀ THEO DÕI SỨC KHỎE CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG VÀ HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG THEO DÕI SỨC KHỎE CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG SỬ DỤNG CẢM BIẾN NÀY

(57) Sáng chế đề cập tới cảm biến áp lực hữu cơ sử dụng vật liệu polyme bằng phương pháp ép nhiệt và ứng dụng các cảm biến này trong theo dõi tự động sức khỏe các công trình xây dựng. Cấu tạo cảm biến áp lực hữu cơ sử dụng vật liệu polyme bao gồm lớp vật liệu nhạy áp (1) được đặt giữa hai tấm điện cực nhôm (2). Điện cực và vật liệu polyme được liên kết và bảo vệ bởi lớp màng plastic (3) bên ngoài bằng phương pháp ép nhiệt. Ngoài ra, các điện cực còn được nối với dây dẫn (4). Phương pháp sản xuất cảm biến áp lực hữu cơ sử dụng vật liệu polyme bao gồm các bước: chuẩn bị điện cực, chuẩn bị vật liệu polyme và bước gia công hoàn thiện cảm biến. Hệ thống tự động theo dõi sức khỏe công trình xây dựng bao gồm: cảm biến, thiết bị thu thập dữ liệu, điện thoại thông minh/máy tính. Trong đó, thiết bị thu thập dữ liệu được kết nối vô tuyến (bluetooth) với điện thoại thông minh/máy tính bảng, do đó giảm thiểu được rất lớn số lượng dây kết nối trong hệ thống.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới cảm biến áp lực hữu cơ bằng vật liệu polyme để theo dõi sức khỏe công trình xây dựng, cụ thể là sáng chế được ứng dụng trong các công trình cầu đường.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, cảm biến áp lực hữu cơ đã được nghiên cứu phát triển mạnh mẽ và được ứng dụng rộng rãi trong màn hình cảm ứng, trong y học, tự động hóa, và theo dõi sức khỏe các công trình xây dựng. Có rất nhiều các nghiên cứu tập trung vào phát triển các loại cảm biến có độ nhạy cao bao gồm: cảm biến điện trở, cảm biến điện dung, cảm biến trên cơ sở ứng dụng OFET (Organic Field-Effect Transistors – Tranzito hiệu ứng trường hữu cơ), cảm biến dựa trên hiệu ứng áp điện.

So với cảm biến được chế tạo bằng vật liệu vô cơ truyền thống, cảm biến áp lực hữu cơ có ưu điểm nổi bật là tính mềm dẻo, khả năng tái sử dụng cao, đơn giản trong thiết kế và sản xuất. Hiện nay, nhiều hướng nghiên cứu, phát triển các loại cảm biến áp lực hữu cơ sử dụng vật liệu polyme cụ thể như: sử dụng vật liệu ống nano cacbon (CNT: Carbon Nanotube) và vật liệu hữu cơ PDMS (Poly-Demethylsiloxane) hoặc sử dụng kết hợp hai vật liệu trên. Vật liệu CNT và PDMS có đặc tính mềm dẻo và có các đặc tính vật lý, hóa học đặc biệt phù hợp trong thiết kế các cảm biến hữu cơ. Bằng cách thay đổi cấu trúc 3D bề mặt của CNT ở mức độ micro, nano hoặc kết hợp tạo ra các khe hở không khí trên bề mặt, nhiều hướng nghiên cứu đã công bố phát triển thành công các cảm biến có độ nhạy cao và thời gian đáp ứng tốt.

Với các cảm biến áp lực hữu cơ có quá trình sản xuất phức tạp hơn, thường sử dụng vật liệu hữu cơ PDMS kết hợp với FET hoặc OFET để tạo ra các cảm biến dạng tích cực. Ali Javey và các cộng sự đã phát triển tranzito hiệu ứng trường với các sợi nano Ge/Si kết hợp với vật liệu hữu cơ nhạy áp polyimide. Ở một hướng nghiên cứu khác, Zhenan Bao và các đồng nghiệp nghiên cứu PDMS ở cấu trúc micro kết hợp với tranzito hiệu ứng trường hữu cơ.

Trong các công trình nghiên cứu nhằm phát triển các loại cảm biến hữu cơ nêu trên, các bước của quá trình sản xuất cảm biến còn khá phức tạp, đòi hỏi phải có phòng thí nghiệm và các thiết bị chuyên dụng. Thông thường, trong quá trình sản xuất các cảm biến áp lực hữu cơ nói trên cần các bước pha chế, phối trộn các thành phần

hóa học khác nhau theo tỷ lệ nhất định để tạo ra vật liệu polyme, hoặc cần có các quá trình vật lý để xử lý bề mặt vật liệu polyme ở cấp độ nano hoặc micro.

Ở một khía cạnh khác, các nghiên cứu ứng dụng các cảm biến dựa trên hiệu ứng áp điện vào quá trình theo dõi sức khỏe của các công trình xây dựng và đã đạt được các kết quả rất khả quan. Theo đó, các loại cảm biến làm việc dựa trên nguyên lý áp điện (như Lead Zirconate Titanate) sẽ được tích hợp vào bên trong các công trình xây dựng thông qua quá trình đổ cốt liệu bê tông. Các cảm biến này được đặt tại các vị trí khác nhau của công trình cần theo dõi để tạo thành hệ thống cảm biến. Khi bê tông đã đông cứng, bằng cách phân tích các tín hiệu nhận được từ hệ thống các cảm biến để giám sát tình trạng của công trình. Phương pháp này có ưu điểm là khi bê tông đã đông cứng thì các cảm biến được tích hợp bên trong được bảo vệ khá tốt, không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố tự nhiên bên ngoài. Tuy nhiên, nhược điểm thứ nhất là khi công trình cần giám sát rộng thì số lượng cảm biến sử dụng rất lớn dẫn đến hệ thống giám sát cồng kềnh với số lượng dây dẫn kết nối, cũng như hệ thống giám sát phải xử lý và phân tích một lượng thông tin rất lớn từ các cảm biến. Hơn nữa khi các cảm biến được tích hợp vào trong công trình xây dựng thì không có khả năng nâng cấp, sửa chữa, thay thế khi xảy ra hỏng hóc, không có tính tái sử dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục những hạn chế nêu trên, sáng chế đề xuất cảm biến áp lực hữu cơ bằng vật liệu polyme để theo dõi sức khỏe công trình xây dựng. Cảm biến này được sản xuất bởi quy trình sản xuất cảm biến áp lực hữu cơ sử dụng vật liệu polyme sử dụng phương pháp ép nhiệt. Sáng chế cũng đề xuất việc ứng dụng các cảm biến này trong hệ thống tự động theo dõi sức khỏe các công trình xây dựng.

Mục tiêu của sáng chế được thực hiện như sau: cảm biến áp lực hữu cơ theo phương án của sáng chế bao gồm lớp vật liệu nhạy áp được đặt giữa hai tấm điện cực. Điện cực và vật liệu polyme được liên kết, và bảo vệ bởi lớp màng plastic bên ngoài bằng phương pháp ép nhiệt. Toàn bộ các vật liệu sử dụng để chế tạo cảm biến có sẵn trên thị trường, trong đó vật liệu polyme sử dụng màng mỏng polyretan (PU - polyurethane) của hãng Takeda Sangyo - Nhật Bản. Aluminium Foil thường được sử dụng trong lĩnh vực công nghiệp thực phẩm, màng ép plastic được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực in ấn, ảnh và bảo quản các loại giấy tờ.

Các bước của quá trình sản xuất cảm biến được tiến hành như sau. Bước đầu tiên là quá trình chuẩn bị các điện cực, tấm điện cực nhôm (Aluminium foil) được đo, xác định kích thước 7 cm × 7 cm và phần tai để nối với dây dẫn. Tham số này được chọn để phù hợp với kích thước đầm bê tông hoặc các đối tượng cần giám sát. Sau khi

được cắt ra, hai tấm điện cực có kích thước giống nhau được vệ sinh, làm phẳng, phần tai tấm điện cực được cuộn tròn và luồn dây dẫn ra ngoài. Bước hai là chuẩn bị vật liệu polyme: màng mỏng polyuretan được cắt thành miếng với kích thước 8 cm × 8 cm. Kích thước này lớn hơn phần điện cực để tránh ngắn mạch. Sau đó, tấm polyuretan được gỡ bỏ phần bảo vệ, giữ lại phần làm việc. Bước ba là bước gia công, hoàn thiện cảm biến trong đó, tấm màng mỏng polyuretan được đặt vào giữa hai điện cực, quá trình này cần thao tác tỉ mỉ và chính xác để đảm bảo tấm polyuretan không bị lệch ra khỏi điện cực. Tiếp theo, tổ hợp gồm điện cực và màng mỏng polyuretan được đặt vào giữa hai tấm màng ép Plastic, sau đó hai tấm màng ép Plastic được liên kết với nhau sử dụng thiết bị ép tại nhiệt độ khoảng 80 °C.

Theo một phương án ưu tiên, sáng chế đề xuất cảm biến áp lực hữu cơ bằng vật liệu polyme để theo dõi sức khỏe công trình xây dựng bao gồm:

lớp vật liệu nhạy áp (1) bằng vật liệu polyme được đặt giữa hai tấm điện cực nhôm (2), trong đó:

lớp vật liệu nhạy áp (1) là màng mỏng polyuretan (PU) có kích thước 8 cm x 8 cm, màng mỏng PU được đặt để không bị lệch ra khỏi các tấm điện cực nhôm (2),

hai tấm điện cực nhôm (2) có hình dạng cơ bản là giống nhau, mỗi tấm là màng nhôm có kích thước 7 cm x 7 cm, có phần tai để nối với dây dẫn (4) để tạo thành đầu ra tín hiệu của cảm biến, hai tấm được đặt để phần tai so le nhau, khi nối với dây dẫn (4) phần tai được gấp mép vào bên trong và dây dẫn (4) được luồn vào bên trong phần tai,

lớp vật liệu nhạy áp (1) và hai tấm điện cực nhôm (2) đều có dạng tấm phẳng;

hai tấm màng bảo vệ plastic (3) được đặt ở trên và dưới lớp vật liệu nhạy áp (1) bằng vật liệu polyme được đặt giữa hai tấm điện cực nhôm (2) nên trên, sau đó tổ hợp vật liệu nhạy áp (1), hai tấm điện cực nhôm (2) và màng bảo vệ plastic được liên kết với nhau bởi thiết bị ép nhiệt tại nhiệt độ 80°C;

trong đó cảm biến áp lực này được sử dụng bằng cách gắn vào vị trí bề mặt của đối tượng cần theo dõi áp lực hoặc biến dạng cơ học của đối tượng.

Theo một phương án ưu tiên khác, sáng chế đề xuất hệ thống tự động theo dõi sức khỏe công trình xây dựng bao gồm:

cảm biến áp lực hữu cơ nêu trên được dán hoặc gắn vào vị trí bề mặt cần đo áp lực hoặc biến dạng của công trình xây dựng;

thiết bị thu thập dữ liệu sẽ thu thập các tín hiệu từ cảm biến, thiết bị thu thập dữ liệu bao gồm:

mạch tích hợp (IC) tạo dao động được nối với hai đầu ra tín hiệu của cảm biến nêu trên, khi đó tín hiệu tần số đầu ra f của IC được tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{C_{cb}(R_1 + 2R_2) \ln 2} \quad (1)$$

trong đó: C_{cb} là giá trị điện dung cảm biến, và

R_1, R_2 là giá trị điện trở trong bộ tạo dao động,

R_1 và R_2 được chọn các giá trị cố định tương ứng là 1 k Ω và 10 k Ω .

IC so sánh mức nhận tín hiệu đầu ra từ IC tạo dao động để chuẩn tín hiệu là xung vuông, sau đó:

mạch nhúng nhận tín hiệu đầu ra của IC so sánh mức, mạch nhúng này tích hợp bộ biến đổi tương tự số (ADC) và chip vi xử lý, khi áp lực thay đổi, giá trị điện dung của cảm biến được chip vi xử lý tính ra theo công thức:

$$C_{cb} = \frac{1}{f(R_1 + 2R_2) \ln 2} = \frac{0,687 \times 10^{-4}}{f} \quad (2)$$

trong đó: C_{cb} là giá trị điện dung cảm biến, và

R_1, R_2 là giá trị điện trở trong bộ tạo dao động,

bộ truyền tín hiệu để truyền tín hiệu giá trị điện dung của cảm biến qua tín hiệu bluetooth về điện thoại thông minh hoặc máy tính tính có cài phần mềm/ứng dụng để hiển thị và lưu trữ dưới dạng đồ thị các tín hiệu thu nhận từ cảm biến theo thời gian.

Hiệu quả kỹ thuật đạt được của sáng chế

Phương pháp sản xuất bằng phương pháp ép nhiệt sẽ đơn giản hóa quá trình sản xuất cảm biến, hơn nữa hệ thống tự động theo dõi sức khỏe công trình xây dựng sử dụng kết nối Bluetooth sẽ giảm được số lượng các dây kết nối được sử dụng trong hệ thống. Và theo phương pháp của sáng chế các cảm biến sản xuất có tính mềm dẻo cao, kích thước lớn, vì vậy sẽ giảm số lượng cảm biến được sử dụng. Các cảm biến sẽ được dán lên bề mặt của công trình cần giám sát (như dầm, sàn bê tông, cột, trụ, v.v..) để theo dõi tình trạng như cong, nứt của các đối tượng này. Do đó dễ dàng trong việc thay thế, sửa chữa cảm biến cũng như nâng cấp hệ thống.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ minh họa cấu tạo chi tiết cảm biến theo sáng chế;

Fig.2(a), Fig.2(b), Fig.2(c) lần lượt là các hình vẽ minh họa các bước chuẩn bị điện cực theo sáng chế;

Fig.3(a), Fig.3(b), Fig.3(c) lần lượt là các hình vẽ minh họa các bước gia công hoàn thiện cảm biến theo sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ cảm biến sau khi chế tạo theo sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ khối hệ thống tự động giám sát sức khỏe công trình xây dựng theo sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ nguyên lý hệ thống giám sát sức khỏe công trình xây dựng theo sáng chế;

Fig.7(a) là hình ảnh minh họa sơ đồ mạch in theo sáng chế;

Fig.7(b) là hình ảnh minh họa sơ đồ bố trí linh kiện theo sáng chế;

Fig.7(c) là hình ảnh của thiết bị thu thập dữ liệu theo sáng chế; và

Fig.8 là hình ảnh mô tả thí nghiệm kiểm tra ứng dụng của hệ thống.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả dưới đây về cảm biến áp lực hữu cơ và ứng dụng của cảm biến để theo dõi sức khỏe các công trình xây dựng chỉ nhằm mục đích minh họa và không nhằm hạn chế phạm vi ứng dụng, hoặc sử dụng sáng chế.

Cấu tạo của cảm biến áp lực hữu cơ được thể hiện trên Fig.1, cảm biến áp lực hữu cơ theo phương án của sáng chế bao gồm lớp vật liệu nhạy áp 1 được đặt giữa hai tấm điện cực nhôm 2. Điện cực và vật liệu polyme được liên kết và bảo vệ bởi lớp màng plastic 3 bên ngoài bằng phương pháp ép nhiệt. Ngoài ra, các điện cực còn được nối với dây dẫn 4.

Các bước sản xuất cảm biến áp lực hữu cơ gồm các bước như sau:

Bước 1: chuẩn bị điện cực.

Các bước của quá trình chuẩn bị điện cực được thể hiện trên Fig.2. Hai tấm điện cực nhôm 2 có hình dạng cơ bản là giống nhau, mỗi tấm là màng nhôm có kích thước 7 cm x 7 cm, mỗi điện cực bao gồm phần tai 5 để nối với dây dẫn 4 (xem Fig.2(a)). Phần tai 5 sau đó được gấp mép từ hai bên vào trong (xem Fig.2(b)). Dây dẫn 4 được luồn vào trong phần tai 5 của điện cực (xem Fig.2(c)).

Bước 2: Chuẩn bị vật liệu polyme.

Màng mỏng polyuretan được đo, xác định kích thước sao cho kích thước của màng mỏng polyuretan lớn hơn kích thước của điện cực để tránh hiện tượng ngắn mạch giữa hai điện cực. Sau đó tấm polyuretan được tách bỏ lớp vỏ bảo vệ bên ngoài.

Bước 3: Gia công hoàn thiện cảm biến.

Các bước của quá trình gia công hoàn thiện cảm biến được thể hiện trên Fig.3. Lớp vật liệu nhạy áp 1 là màng mỏng polyuretan được đặt vào giữa hai điện cực 2, quá trình này cần thao tác tỉ mỉ và chính xác để đảm bảo tấm polyuretan không bị lệch ra khỏi điện cực (Fig.3(a) và Fig.3(b)). Tiếp theo, tổ hợp gồm điện cực 2 và lớp vật liệu nhạy áp 1 là lớp màng mỏng polyuretan được đặt vào giữa hai tấm màng plastic 3, sau đó tổ hợp điện cực, màng mỏng polyuretan đặt trong lớp bảo vệ polyme 3 được

liên kết với nhau sử dụng thiết bị ép tại nhiệt độ 80°C (xem Fig.3(c)). Các thiết bị gia nhiệt 8 sẽ cung cấp nhiệt cho quá trình ép. Các trục lăn đầu vào 6 và trục lăn đầu ra 7 luôn quay cùng chiều trong quá trình ép.

Hình ảnh cảm biến sau khi chế tạo được thể hiện trên Fig.4.

Nhóm tác giả nhận thấy rằng cảm biến áp lực hữu cơ mới phát triển có khả năng uốn cong rất phù hợp cho theo dõi sức khỏe của các công trình xây dựng. Bằng cách gắn các cảm biến vào đối tượng cần theo dõi, ví dụ như dầm, xà bê tông của các công trình như cầu, cống, nhà cao tầng. Khi có sự biến dạng cơ học của các đối tượng này như: uốn cong, nứt gãy thì tín hiệu sẽ được cảm nhận bởi cảm biến. Sơ đồ khối của hệ thống tự động giám sát sức khỏe công trình xây dựng được thể hiện trên Fig.5. Theo Fig.5, thiết bị thu thập dữ liệu sẽ thu thập các tín hiệu từ cảm biến, sau đó tín hiệu được xử lý, tính toán và truyền bằng tín hiệu bluetooth về điện thoại, hoặc máy tính có cài phần mềm/ứng dụng để hiển thị và lưu trữ các tín hiệu thu nhận từ cảm biến.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ nguyên lý của hệ thống. Fig.7 thể hiện sơ đồ mạch in, sơ đồ bố trí linh kiện và hình ảnh của thiết bị thu thập dữ liệu. Theo sơ đồ Fig.6 và Fig.7, IC tạo dao động IC NE555 được nối với cảm biến qua hai cổng A và B. Khi đó tần số tín hiệu đầu ra của NE555 được tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{C_{cb}(R_1 + 2R_2)\ln 2} \quad (1)$$

Trong đó: C_{cb} là giá trị điện dung cảm biến,

R_1, R_2 là giá trị điện trở trong bộ tạo dao động.

Tín hiệu đầu ra của IC NE555 9 sau khi qua IC so sánh mức 74HC14 10 để chuẩn tín hiệu là xung vuông được đưa tới đầu vào của bo mạch nhúng Arduino Nano 11 được tích hợp bộ ADC và chip vi xử lý Atmega328. R_1 và R_2 được chọn tương ứng là 1 kΩ và 10 kΩ tương ứng, như vậy tần số tín hiệu đầu ra từ NE555 đến chip nhúng chỉ phụ thuộc vào điện dung của cảm biến:

$$C_{cb} = \frac{1}{f(R_1 + 2R_2)\ln 2} = \frac{0,687 \times 10^{-4}}{f} \quad (2)$$

Trong đó: C_{cb} là giá trị điện dung cảm biến,

R_1, R_2 là giá trị điện trở trong bộ tạo dao động.

Giá trị điện dung của cảm biến sau đó sẽ được tính qua tần số trên cơ sở công thức (2) rồi được truyền bằng tín hiệu bluetooth về điện thoại thông minh/máy tính và hiển thị, lưu trữ dưới dạng đồ thị tín hiệu theo thời gian.

Sau khi hoàn thiện phần thiết kế và chế tạo hệ thống thu thập dữ liệu, nhóm tác giả đã tiến hành thử nghiệm ứng dụng sử dụng với hình ảnh mô tả quá trình thử nghiệm

được thể hiện trên Fig.8. Dầm bê tông được nén với thiết bị nén thủy lực SANS-3000 kN. Cảm biến được gắn lên dầm bê tông cần theo dõi bằng keo thông thường, và được kết nối tới mạch thu thập dữ liệu để thu nhận tín hiệu về sự biến dạng của dầm bê tông. Mạch đo điện dung cảm biến được kết nối với máy tính để hiển thị và lưu các thông tin nhận được.

Kết quả thử nghiệm cho thấy, tín hiệu nhận được từ cảm biến trên màn hình máy tính có sự thay đổi lớn về giá trị điện dung của cảm biến khi dầm bê tông bắt đầu có hiện tượng rạn, nứt. Ngoài ra, cảm biến áp lực theo sáng chế còn thể hiện kết quả đo có độ nhạy ở mức tương đồng hoặc tốt hơn, khoảng đo tương đối rộng so với các cảm biến áp lực so sánh trong cùng lĩnh vực. Tuy nhiên, quy trình sản xuất cảm biến theo sáng chế lại đơn giản, chi phí sản xuất thấp. Kết quả này là cơ sở cho các phân tích sâu hơn các tiêu chuẩn an toàn trong xây dựng công trình, qua đó có thể giúp cho việc quan trắc, cảnh báo công trình xây dựng như nhà xưởng, cầu cống, v.v..

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cảm biến áp lực hữu cơ bằng vật liệu polyme để theo dõi sức khỏe công trình xây dựng bao gồm:

lớp vật liệu nhạy áp (1) bằng vật liệu polyme được đặt giữa hai tấm điện cực nhôm (2), trong đó:

lớp vật liệu nhạy áp (1) là màng mỏng polyuretan (PU) có kích thước 8 cm x 8 cm, màng mỏng PU được đặt để không bị lệch ra khỏi các tấm điện cực nhôm (2),

hai tấm điện cực nhôm (2) có hình dạng cơ bản là giống nhau, mỗi tấm là màng nhôm có kích thước 7 cm x 7 cm, có phần tai (5) để nối với dây dẫn (4) để lấy ra tín hiệu của cảm biến, hai tấm được đặt để phần tai (5) so le nhau, khi nối với dây dẫn (4), phần tai (5) được gấp mép vào bên trong và dây dẫn (4) được luồn vào bên trong phần tai,

lớp vật liệu nhạy áp (1) và hai tấm điện cực nhôm (2) đều có dạng tấm phẳng;

hai tấm màng bảo vệ plastic (3) được đặt ở trên và dưới lớp vật liệu nhạy áp (1) bằng vật liệu polyme được đặt giữa hai tấm điện cực nhôm (2) nêu trên, sau đó tổ hợp vật liệu nhạy áp (1), hai tấm điện cực nhôm (2) và màng bảo vệ plastic được liên kết với nhau bởi thiết bị ép nhiệt tại nhiệt độ 80°C;

trong đó cảm biến áp lực này được sử dụng bằng cách dán hoặc gắn vào vị trí bề mặt của đối tượng cần theo dõi áp lực hoặc biến dạng cơ học của đối tượng.

2. Hệ thống tự động theo dõi sức khỏe công trình xây dựng bao gồm:

cảm biến áp lực hữu cơ theo điểm 1 được dán hoặc gắn vào vị trí bề mặt cần đo áp lực hoặc biến dạng của công trình xây dựng;

thiết bị thu thập dữ liệu sẽ thu thập các tín hiệu từ cảm biến, thiết bị thu thập dữ liệu bao gồm:

mạch tích hợp (IC) tạo dao động được nối với hai đầu ra tín hiệu của cảm biến nêu trên, khi đó tín hiệu tần số đầu ra f của IC được tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{C_{Cb}(R_1 + 2R_2) \ln 2} \quad (1)$$

trong đó: C_{Cb} là giá trị điện dung cảm biến, và

R_1, R_2 là giá trị điện trở trong bộ tạo dao động,

R_1 và R_2 được chọn các giá trị cố định tương ứng là 1 kΩ và 10 kΩ;

IC so sánh mức nhận tín hiệu đầu ra từ IC tạo dao động để chuẩn tín hiệu là xung vuông, sau đó:

mạch nhúng nhận tín hiệu đầu ra của IC so sánh mức, mạch nhúng này tích hợp bộ biến đổi tương tự số (ADC) và chip vi xử lý, khi áp lực thay đổi, giá trị điện dung của cảm biến được chip vi xử lý tính ra theo công thức:

$$C_{cb} = \frac{1}{f(R_1 + 2R_2) \ln 2} = \frac{0,687 \times 10^{-4}}{f} \quad (2)$$

trong đó: C_{cb} là giá trị điện dung cảm biến, và

R_1, R_2 là giá trị điện trở trong bộ tạo dao động,

bộ truyền tín hiệu để truyền tín hiệu giá trị điện dung của cảm biến qua tín hiệu bluetooth về điện thoại thông minh hoặc máy tính có cài phần mềm/ứng dụng để hiển thị và lưu trữ dưới dạng đồ thị các tín hiệu thu nhận từ cảm biến theo thời gian.

Fig. 1

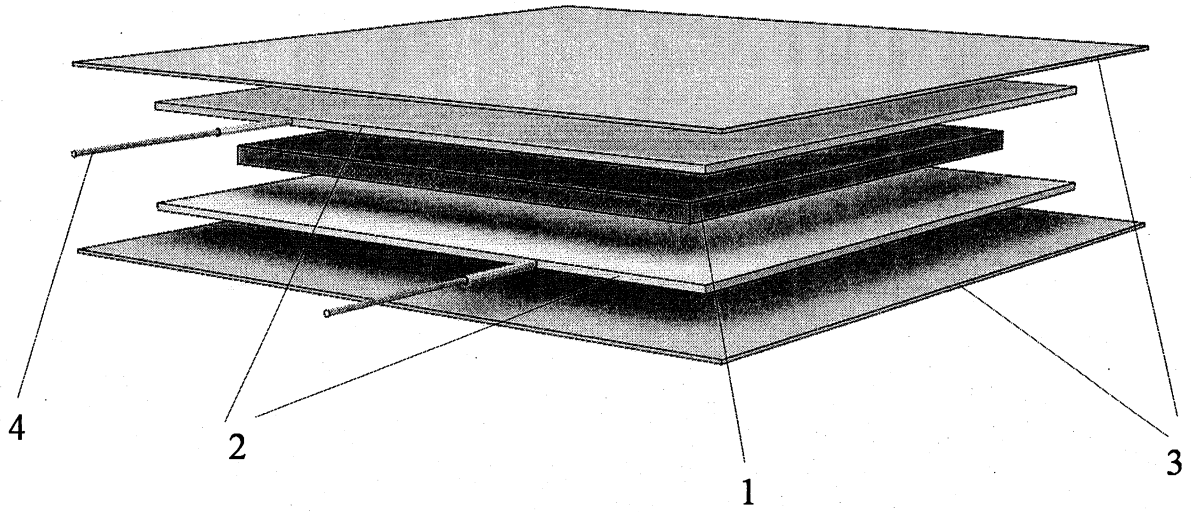


Fig. 2(a)

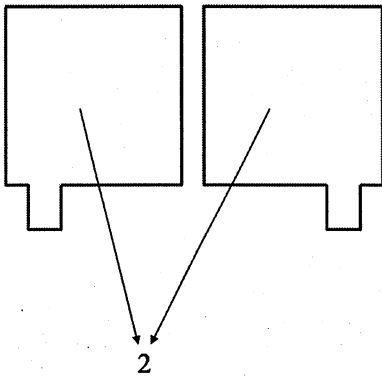


Fig. 2(b)

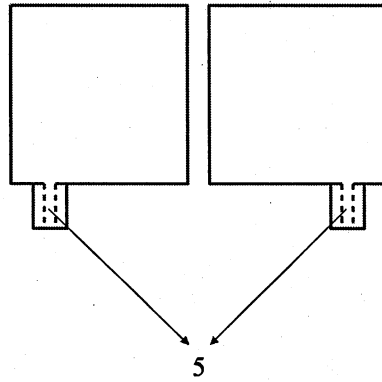


Fig. 2(c)

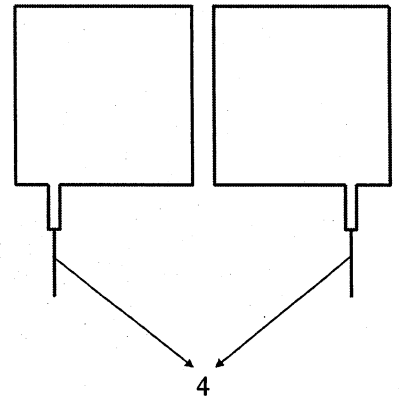


Fig. 3(a)

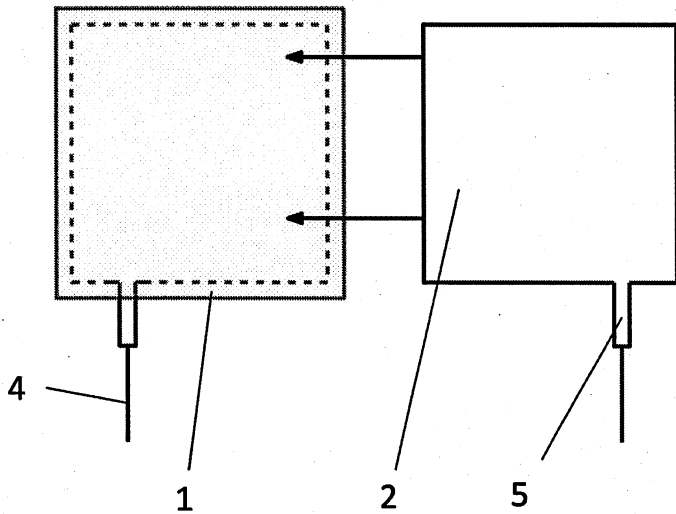


Fig. 3(b)

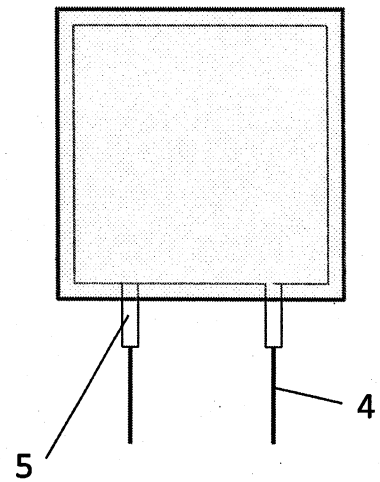


Fig. 3(c)

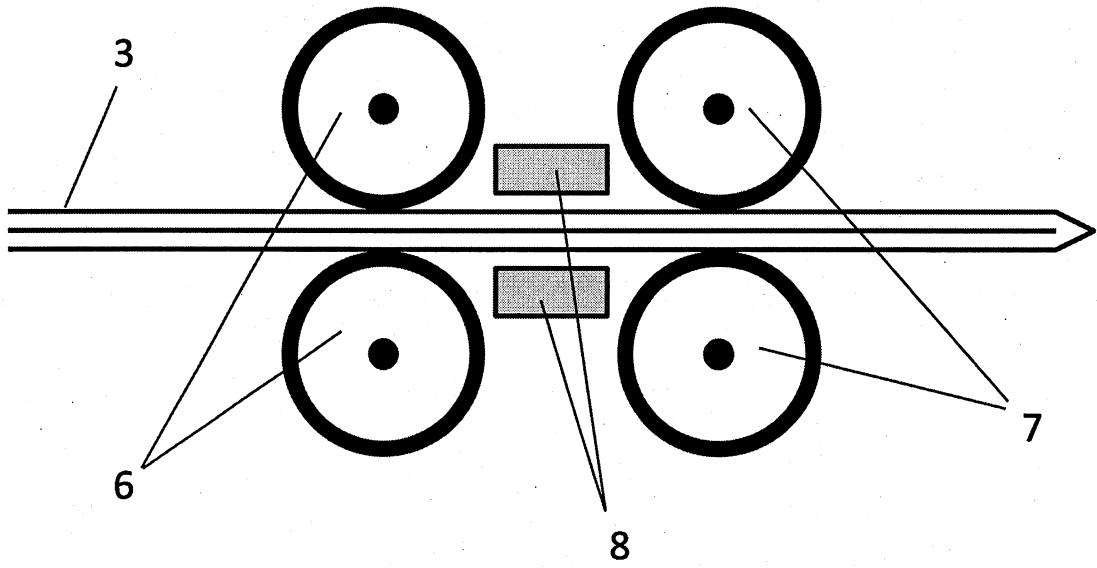


Fig. 4

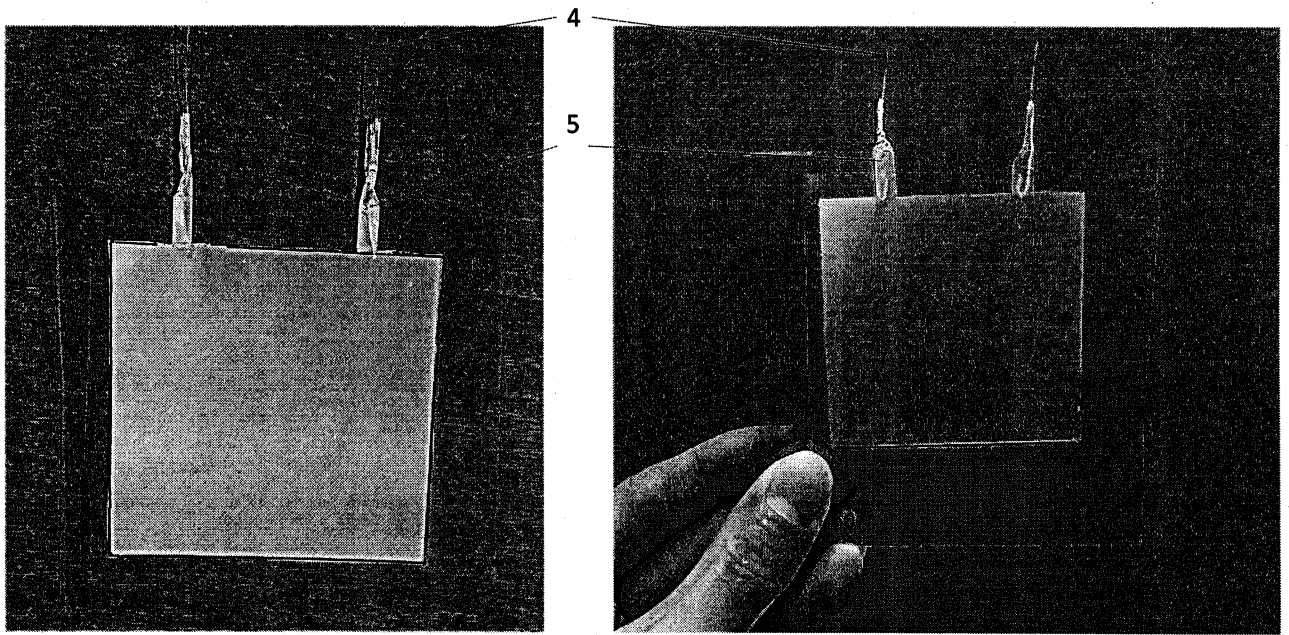


Fig. 5

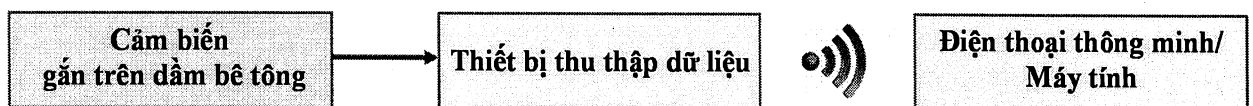


Fig. 6

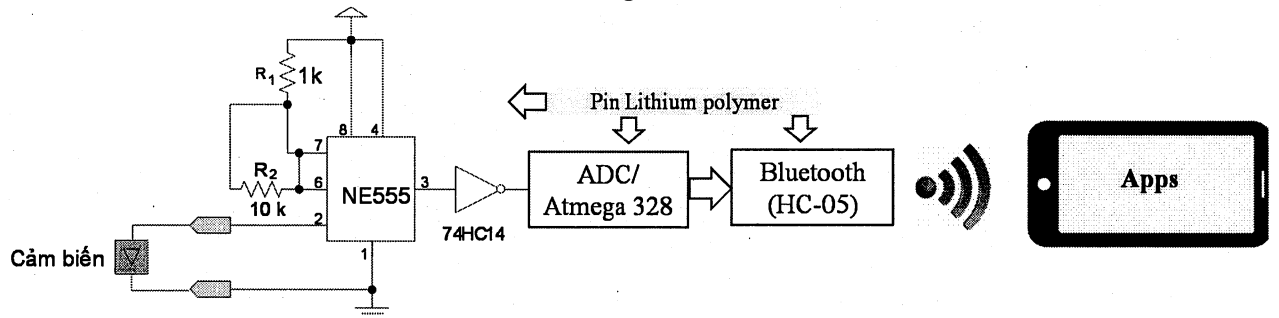


Fig. 7(a)

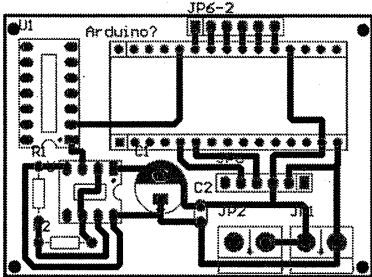


Fig. 7(b)

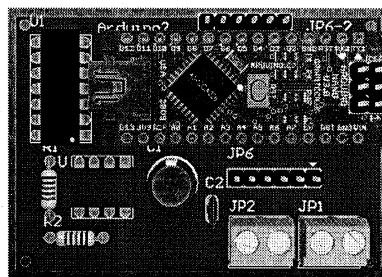


Fig. 7(c)

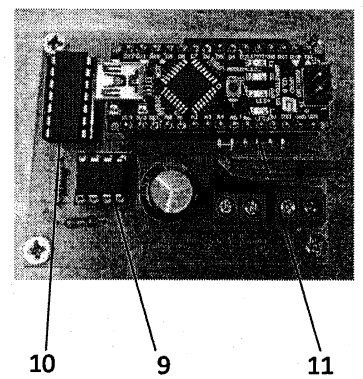


Fig. 8

