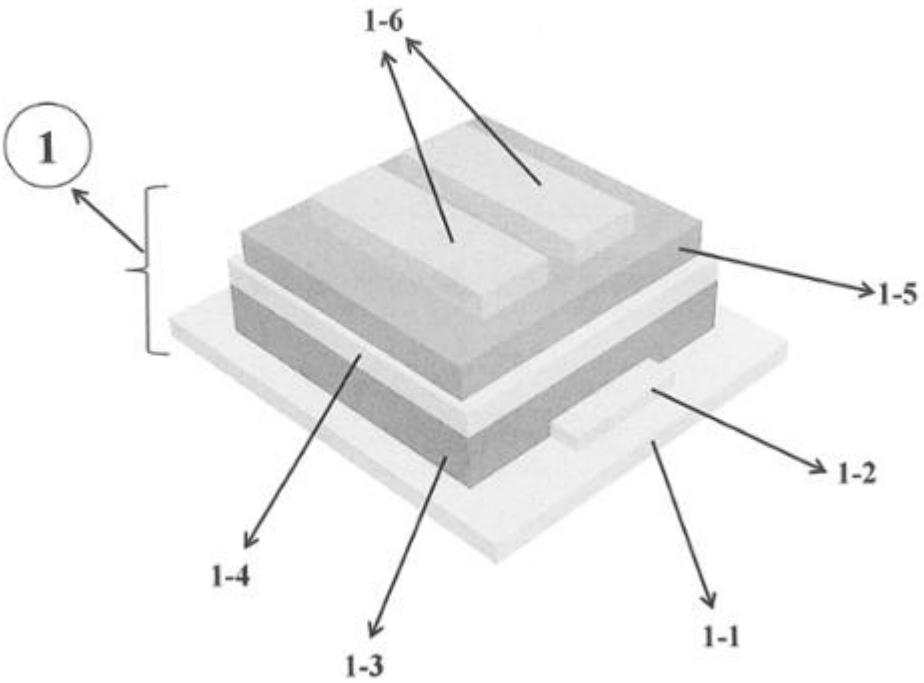
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(11) **1-0034330**
(51)[7] **H01L 51/00**; H01L 29/00
(13) **B**

(21) 1-2019-04969
(22) 11/09/2019
(45) 26/12/2022 417
(43) 30/01/2020 382A
(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) Đào Thanh Toản (VN); Hoàng Văn Phúc (VN); Khổng Đức Chiến (VN).

(54) TRANZITO MÀNG MỎNG HỮU CƠ THƯỜNG ĐÓNG CÔNG SUẤT THẤP, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO VÀ CẢM BIẾN ÁP LỰC HỮU CƠ TÍCH CỰC SỬ DỤNG TRANZITO NÀY

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp và ứng dụng của tranzito này trong xây dựng cảm biến áp lực hữu cơ tích cực. Tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp theo sáng chế bao gồm các lớp vật liệu hữu cơ: lớp nền (1-1), lớp điện môi cực cổng (1-3), lớp cực cổng thả nổi (1-4), lớp bán dẫn (1-5) và lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6). Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp chế tạo tranzito thường đóng công suất thấp sử dụng phương pháp quay phủ và bốc bay nhiệt độ cao và bao gồm các bước: vệ sinh lớp nền, tạo lớp điện môi cực cổng, tạo lớp cực cổng thả nổi, loại bỏ một phần lớp cực cổng thả nổi, tạo lớp bán dẫn, tạo lớp điện cực máng/điện cực nguồn, đóng gói và lập trình trạng thái thường đóng. Tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp có thể được ứng dụng để chế tạo cảm biến áp lực hữu cơ tích cực bao gồm: cảm biến áp lực hữu cơ thụ động và tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng (thường ở trạng thái dẫn) công suất thấp và ứng dụng của tranzito (transistor) này trong xây dựng cảm biến áp lực hữu cơ tích cực.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cảm biến áp lực là loại cảm biến chuyển đổi áp lực thành tín hiệu điện. Những năm gần đây cảm biến áp lực sử dụng vật liệu hữu cơ (organic material) đang nhận được sự quan tâm nghiên cứu rất lớn của cộng đồng khoa học và các công ty công nghệ bởi những ưu điểm riêng biệt của nó như: nhiệt độ sản xuất thấp, có thể sản xuất ở pha lỏng, giá thành rẻ, có tính mềm dẻo về cơ, và cho phép diện tích lớn. Các đặc tính này đặc biệt phù hợp để xây dựng các nút mạng kết nối vạn vật (IoT) kiểu mới, với yêu cầu các cảm biến không những công suất tiêu thụ và giá thành thấp mà còn có thể tích hợp với bề mặt đa dạng của vạn vật cần thu thập dữ liệu. Cụ thể, ứng dụng của cảm biến áp lực hữu cơ để đo nhịp tim, tín hiệu điện não, bám đối tượng, phát hiện xung đột qua da điện tử, đo trọng lượng, v.v. với cảm biến được dán trên da người và dữ liệu hiển thị trên máy tính hay điện thoại thông minh đã được giới thiệu trong thời gian qua.

Về cấu tạo, cảm biến áp lực tích cực bao gồm: thành phần thụ động (passive element) và tranzito màng mỏng hữu cơ OTFT (Organic Thin-Film Tranzito). Thành phần thụ động gồm: hai điện cực xem giữa là hệ vật liệu polyme nhạy áp như P(VDF-TrFE) hay hỗn hợp pha tạp polyme với hạt dẫn. Dựa vào các hiệu ứng áp trở (piezoresistivity), áp dung (piezocapacity), hay áp điện (piezoelectricity); khi có áp lực tác động, điện trở, điện dung, hay điện tích của lớp màng mỏng xen giữa thay đổi theo, từ đó làm thay đổi tín hiệu điện đầu ra của linh kiện.

Để xây dựng cảm biến tích cực, trong một số nghiên cứu thành phần thụ động được mắc ở ngõ ra, giữa của cực máng (D: Drain electrode) và nguồn cấp. Khi áp lực thay đổi, trở kháng của cảm biến thay đổi theo, qua đó làm thay đổi dòng máng (I_D:

drain current) của OTFT. Khi đó, OTFT đóng vai trò là linh kiện chọn chip (chip selector) là chủ yếu, tín hiệu từ thành phần thụ động hầu như không được khuếch đại. Để sử dụng tính năng khuếch đại tín hiệu, thành phần thụ động được nối với ngõ vào, tức là cực cổng (G: Gate electrode) của OTFT. Tuy nhiên, bán dẫn hữu cơ không có sẵn hạt dẫn mà cần được cung cấp từ bên ngoài, cho nên khi chưa cấp điện áp cực cổng (V_G: gate voltage) cho OTFT thì kênh dẫn tại lớp bán dẫn chưa hình thành (trạng thái thường đóng: normally-off). Muốn chuyển OTFT của cảm biến sang trạng thái dẫn, cần cung cấp điện áp V_G đủ lớn để sinh trường điện hút hạt dẫn lỗ trống từ điện cực nguồn vào lớp bán dẫn. Khi đó, dù tín hiệu được khuếch đại, nhưng năng lượng tiêu thụ lớn do cần cung cấp điện áp cho cả cực máng (V_D: drain voltage) và điện áp cực cổng V_G. Đây là phương pháp được sử dụng khá phổ biến hiện nay của cảm biến áp lực tích cực. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng ở mức độ linh kiện để giảm công suất tiêu thụ, cần phải giảm nguồn cấp. Trong khi, V_D là điện áp không thể thiếu để gom hạt dẫn tạo dòng I_D ngõ ra, thì V_G là đối tượng nên được nghiên cứu nhằm giảm công suất cho cảm biến. Theo mục tiêu đó, gần đây một số nhóm đã nỗ lực nghiên cứu sử dụng thêm cực cổng thứ hai gọi là thả nổi (floating-gate) bằng kim loại hay electrolyte trong OTFT và nối trực tiếp với điện cực ra của thành phần thụ động. Với cấu trúc cảm biến như vậy, điện tích của thành phần thụ động sinh ra do áp lực tác động sẽ nạp trực tiếp cho cổng thả nổi và qua đó làm tăng nồng độ hạt dẫn trên kênh dẫn. Ý tưởng này tuy có thể giúp giảm độ lớn, nhưng vẫn phải cung cấp cho cực cổng một giá trị V_G nhất định để kênh dẫn được hình thành. Do đó, nguồn điện áp V_G và V_D vẫn tạo ra mức tiêu thụ công suất tương đối lớn khi tranzito làm việc.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giảm công suất tiêu thụ cho tranzito, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng bằng cách tạo ra lớp Cytop hoạt động tương tự như một cực cổng thả nổi, sẽ bẫy/giải phóng điện tử nhờ điện áp lập trình bên ngoài. Mật độ điện tử tại lớp cực cổng thả nổi tạo được trường điện bên trong đủ lớn để kéo các hạt dẫn vào lớp bán dẫn, khi đó kênh dẫn sẽ được hình thành mà không cần cung cấp điện áp cực cổng (V_G= 0 V), tức là tạo được OTFT thường đóng. OTFT được chế tạo bằng phương pháp quay phủ và bốc bay kim loại ở nhiệt độ cao. Và quá trình lập

trình trạng thái thường đóng cho OTFT được thực hiện khi sử dụng nguồn điện áp ngoài dưới bức xạ UV. OTFT thường đóng có thể làm việc ở chế độ khuếch đại với nguồn cung cấp thấp và không cần điện áp V_G cung cấp tới cực cổng. Khi đó sẽ giảm công suất tiêu thụ của trasistor một cách đáng kể.

Theo một phương án ưu tiên thực hiện thứ nhất của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp bao gồm các bước:

bước thứ nhất: vệ sinh lớp nền, trong đó lớp nền thủy tinh (1-1) bao gồm một lớp điện cực cổng (1-2) bằng oxit thiếc inđi (ITO) được làm sạch;

bước thứ hai: tạo lớp điện môi cực cổng, trong đó các phân tử quang hoạt DPA-CM (6-[4'-(N,N-diphenylamino)phenyl]-3-ethoxycarbonylcoumarin) và PMMA (Polymethyl Methacrylate) được hòa tan trong dung dịch cloroform với tỷ lệ mol tương ứng là 10:1, sau đó, lớp điện môi cực cổng (1-3) được tạo ra bằng cách quay phủ dung dịch trên trên lớp nền ở tốc độ 4000 vòng/phút trong 60 giây và nung nóng ở 100 °C trong 60 phút để loại bỏ dung môi còn lại;

bước thứ ba: tạo lớp cực cổng thả nổi, trong đó polyme hữu cơ Cytop được hòa tan trong dung dịch carbon fluoro 0,5%, sau đó, lớp cực cổng thả nổi (1-4) được tạo ra lên lớp điện môi cực cổng (1-3) bằng phương pháp quay phủ;

bước thứ tư: loại bỏ một phần lớp cực cổng thả nổi, trong đó lớp cực cổng thả nổi (1-4) và lớp điện môi cực cổng (1-3) được loại bỏ một phần khỏi lớp nền (1-1) tại vị trí của các điện cực nguồn và điện cực cổng;

bước thứ năm: tạo lớp bán dẫn, trong đó lớp bán dẫn (1-5) bằng pentacene ($C_{22}H_{44}$);

bước thứ sáu: tạo lớp điện cực máng/điện cực nguồn, trong đó lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6) được tạo ra trên lớp bán dẫn (1-5) bằng cách bốc bay kim loại đồng (Cu) để tạo các điện cực nguồn và điện cực máng;

bước thứ bảy: đóng gói, trong đó tấm nền OTFT được đóng gói bằng cách sử dụng nắp thủy tinh trong buồng nitơ khô; và

bước thứ tám: lập trình trạng thái thường đóng, trong đó một xung điện áp âm có giá trị -20 V được đặt vào điện cực cổng dưới bức xạ UV (λ = 365nm), các quang điện tử được tạo ra từ phân tử DPA-CM sau đó được tiêm và giữ lại ở lớp màng mỏng Cytop,

mật độ điện tử tại lớp cực cổng thả nổi tạo được trường điện bên trong đủ lớn để kéo các hạt dẫn vào lớp bán dẫn, khi đó kênh dẫn sẽ được hình thành mà không cần cung cấp điện áp cực cổng (V_G= 0 V), tức là tạo được OTFT thường đóng.

Theo một phương án ưu tiên khác của sáng chế khác, sáng chế đề xuất tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp được chế tạo bằng phương pháp chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp nêu trên, trong đó tranzito này bao gồm các lớp vật liệu được bố trí theo thứ tự tương ứng như sau: lớp nền (1-1), lớp điện cực cổng (1-2), lớp điện môi cực cổng (1-3), lớp cực cổng thả nổi (1-4), lớp bán dẫn (1-5) và lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6), trong đó:

lớp nền (1-1) bao gồm: tấm thủy tinh được phủ một lớp điện cực cổng (1-2) bằng oxit thiếc Inđi (ITO);

lớp điện môi cực cổng (1-3) và lớp cực cổng thả nổi (1-4) được tạo ra bên trên lớp nền (1-1) bằng phương pháp quay phủ;

lớp bán dẫn (1-5) và lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6) được tạo ra bên trên lớp cực cổng thả nổi (1-4) bằng phương pháp bốc bay nhiệt độ cao, trong đó:

Theo một phương án ưu tiên của sáng chế khác nữa, sáng chế đề xuất cảm biến áp lực hữu cơ tích cực sử dụng tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp theo điểm 6, trong đó cảm biến này bao gồm:

cảm biến áp lực hữu cơ thụ động (2); và

tranzito màng mỏng hữu cơ thường mở công suất thấp (1) như được mô tả ở phương án ưu tiên thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mô tả cấu tạo chi tiết tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng theo đề suất của sáng chế.

Fig.2a là hình vẽ mặt cắt tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng theo sáng chế.

Fig.2b là sơ đồ mô tả sự hình thành kênh dẫn trong tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp theo sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ mô tả các bước chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ.

Fig.4 là hình vẽ mô tả sơ đồ bước lập trình trạng thái thường đóng cho tranzito.

Fig.5 là hình vẽ mô tả sơ đồ cấu tạo cảm biến áp lực hữu cơ (thông thường).

Fig.6 là hình vẽ mô tả sơ đồ cấu tạo cảm biến áp lực hữu cơ theo đề xuất của sáng chế.

Các số tham chiếu trong bản vẽ kèm theo được liệt kê như sau:

1. Tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp.

1-1 Lớp nền.

1-2. Điện cực cổng.

1-3. Lớp điện môi cực cổng.

1-4. Lớp cực cổng thả nổi.

1-5. Lớp bán dẫn.

1-6. Lớp điện cực máng/điện cực nguồn.

2. Cảm biến áp lực hữu cơ thụ động.

3. Tranzito hữu cơ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả dưới đây của tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp và ứng dụng của tranzito này trong xây dựng cảm biến áp lực hữu cơ tích cực chỉ nhằm mục đích minh họa và không nhằm hạn chế phạm vi ứng dụng, hoặc sử dụng sáng chế.

Cấu tạo của tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp được thể hiện trên Fig.1, tranzito màng mỏng hữu cơ công suất thấp 1 theo phương án của sáng chế bao gồm 05 lớp vật liệu hữu cơ: lớp nền 1-1, lớp điện môi cực cổng 1-3, lớp cực cổng thả nổi 1-4, lớp bán dẫn 1-5 và lớp điện cực máng/điện cực nguồn 1-6. Trong đó lớp nền 1-1 bao gồm tấm thủy tinh được phủ một lớp điện cực cổng 1-2 có độ dày 150 nm bằng oxit thiếc Inđi (ITO). Lớp điện môi cực cổng 1-3 và lớp cực cổng thả nổi 1-4 được tạo ra bên trên lớp nền 1-1 bằng phương pháp quay phủ. Lớp bán dẫn 1-5 và lớp điện cực máng/điện cực nguồn 1-6 được tạo tra bên trên lớp cực cổng thả nổi 1-4 bằng phương pháp bốc bay nhiệt độ cao. Ngoài ra OTFT còn được bảo vệ bằng nắp thủy tinh được dán lên tấm nền để bảo vệ các lớp vật liệu hữu cơ. Các bước sản xuất tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp gồm 8 bước như sau:

Bước thứ nhất: vệ sinh lớp nền.

Bước vệ sinh lớp nền được thể hiện trên Fig.3a. Lớp nền thủy tinh 1-1 bao gồm một lớp điện cực cổng 1-2 có độ dày 150nm bằng oxit thiếc inđi (ITO) được làm sạch trong dung dịch acetone và isopropanol theo trình tự trong 10 phút mỗi lần kết hợp với sóng siêu âm, sau đó là quá trình xử lý UV-O3.

Bước thứ hai: tạo lớp điện môi cực cổng.

Bước tạo lớp điện môi cực cổng được thể hiện trên Fig.3b. Các phân tử quang hoạt DPA-CM (6-[4'-(N,N-diphenylamino)phenyl]-3-ethoxycarbonylcoumarin) và PMMA (Polymethyl Methacrylate) được hòa tan trong dung dịch cloroform với tỷ lệ mol tương ứng là 10:1. Sau đó, lớp điện môi cực cổng 1-3 được tạo ra bằng cách quay phủ dung dịch trên trên lớp nền ở tốc độ 4000 vòng/phút trong 60 giây và nung nóng ở 100 °C trong 60 phút để loại bỏ dung môi còn lại.

Bước thứ ba: tạo lớp cực cổng thả nổi.

Bước tạo lớp cực cổng thả nổi được thể hiện trên Fig.3c. Polyme hữu cơ Cytop được hòa tan trong dung dịch carbon fluoro 0,5%. Sau đó, lớp cực cổng thả nổi 1-4 được tạo ra lên lớp điện môi cực cổng 1-3 bằng phương pháp quay phủ ở tốc độ 2000 vòng/phút trong 60 giây bằng dung dịch trên và sấy khô ở 100 °C trong 1 h.

Bước thứ tư: loại bỏ một phần lớp cực cổng thả nổi.

Bước loại bỏ một phần lớp cực cổng thả nổi được thể hiện trên Fig.3d. Lớp cực cổng thả nổi 1-4 và lớp điện môi cực cổng 1-3 được loại bỏ một phần khỏi lớp nền 1-1 tại vị trí của các điện cực nguồn và điện cực cổng.

Bước thứ năm: tạo lớp bán dẫn.

Bước tạo lớp bán dẫn được thể hiện trên Fig.3e. Lớp bán dẫn 1-5 bằng pentacene ($C_{22}H_{44}$) có độ dày 30nm được tạo ra trên lớp cực cổng thả nổi bằng phương pháp bốc bay nhiệt độ cao với tốc độ bốc bay 0,02nm s^{-1}. Quá trình bốc bay nhiệt độ cao được thực hiện trong môi trường chân không ở áp suất 2×10^{-6} Torr.

Bước thứ sáu: tạo lớp điện cực máng/điện cực nguồn.

Bước tạo lớp điện cực máng/điện cực nguồn được thể hiện trên Fig.3f. Lớp điện cực máng/điện cực nguồn 1-6 được tạo ra trên lớp bán dẫn 1-5 bằng cách bốc bay kim loại đồng (Cu) để tạo các điện cực nguồn và điện cực máng với tốc độ bốc bay 0,1nm s^{-1} thông qua mặt nạ. Độ dài kênh và độ rộng kênh của OTFT lần lượt là 50 μm và 2000

μm. Quá trình bốc bay được thực hiện trong môi trường chân không ở áp suất 5×10^{-6} Torr.

Bước thứ bảy: đóng gói.

Tấm nền OTFT được đóng gói bằng cách sử dụng nắp thủy tinh trong buồng nitơ khô.

Bước thứ tám: lập trình trạng thái thường đóng.

Bước lập trình trạng thái thường đóng được thể hiện trên Fig.4. Một xung điện áp âm có giá trị -20 V được đặt vào điện cực cổng dưới bức xạ UV ($\lambda = 365$nm). Các quang điện tử được tạo ra từ phân tử DPA-CM sau đó được tiêm và giữ lại ở lớp màng mỏng Cytop. Mật độ điện tử tại lớp cực cổng thả nổi tạo được trường điện bên trong đủ lớn để kéo các hạt dẫn vào lớp bán dẫn như được mô tả trên Fig.2b, khi đó kênh dẫn sẽ được hình thành mà không cần cung cấp điện áp cực cổng (V_G= 0 V), tức là tạo được OTFT thường đóng.

Nhóm tác giả nhận thấy rằng tranzito màng mỏng hữu cơ có khả năng làm việc ở điện áp thấp cỡ -2 V mà không cần cung cấp điện áp tới cực cổng. Do đó, thứ nhất tranzito màng mỏng hữu cơ mang lại hiệu quả về mặt công suất tiêu thụ. Thứ hai là với trạng thái thường đóng, tranzito sẽ đơn giản hóa việc thiết kế bo mạch phần cứng vì không cần cung cấp điện áp tới cực cổng để chuyển tranzito sang trạng thái mở.

Kết quả thử nghiệm cho thấy rằng, tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng rất phù hợp để xây dựng các cảm biến áp lực hữu cơ tích cực. Đặc biệt là các loại cảm biến yêu cầu độ di động cao và công suất thấp. Sơ đồ cấu tạo của cảm biến áp lực hữu cơ tích cực được thể hiện trên Fig.5. Cảm biến áp lực hữu cơ tích cực bao gồm cảm biến áp lực hữu cơ thụ động 2 và tranzito hữu cơ 3.

Sơ đồ cấu tạo của cảm biến áp lực hữu cơ tích cực theo đề suất sáng chế được thể hiện trên Fig.6. Trong đó, cảm biến áp lực hữu cơ tích cực bao gồm cảm biến áp lực hữu cơ thụ động 2 và tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp 1.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp bao gồm các bước:

bước thứ nhất: vệ sinh lớp nền, trong đó lớp nền thủy tinh (1-1) bao gồm một lớp điện cực cổng (1-2) bằng oxit thiếc inđi (ITO) được làm sạch;

bước thứ hai: tạo lớp điện môi cực cổng, trong đó các phân tử quang hoạt DPA-CM (6-[4'-(N,N-diphenylamino)phenyl]-3-ethoxycarbonylcoumarin) và PMMA (Polymethyl Methacrylate) được hòa tan trong dung dịch cloroform với tỷ lệ mol tương ứng là 10:1, sau đó, lớp điện môi cực cổng (1-3) được tạo ra bằng cách quay phủ dung dịch trên trên lớp nền ở tốc độ 4000 vòng/phút trong 60 giây và nung nóng ở 100 °C trong 60 phút để loại bỏ dung môi còn lại;

bước thứ ba: tạo lớp cực cổng thả nổi, trong đó polyme hữu cơ Cytop được hòa tan trong dung dịch carbon fluoro 0,5%, sau đó, lớp cực cổng thả nổi (1-4) được tạo ra lên lớp điện môi cực cổng (1-3) bằng phương pháp quay phủ;

bước thứ tư: loại bỏ một phần lớp cực cổng thả nổi, trong đó lớp cực cổng thả nổi (1-4) và lớp điện môi cực cổng (1-3) được loại bỏ một phần khỏi lớp nền (1-1) tại vị trí của các điện cực nguồn và điện cực cổng;

bước thứ năm: tạo lớp bán dẫn, trong đó lớp bán dẫn (1-5) bằng pentacene ($C_{22}H_{44}$);

bước thứ sáu: tạo lớp điện cực máng/điện cực nguồn, trong đó lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6) được tạo ra trên lớp bán dẫn (1-5) bằng cách bốc bay kim loại đồng (Cu) để tạo các điện cực nguồn và điện cực máng;

bước thứ bảy: đóng gói, trong đó tấm nền OTFT được đóng gói bằng cách sử dụng nắp thủy tinh trong buồng nitơ khô; và

bước thứ tám: lập trình trạng thái thường đóng, trong đó một xung điện áp âm có giá trị -20 V được đặt vào điện cực cổng dưới bức xạ UV (λ = 365nm), các quang điện tử được tạo ra từ phân tử DPA-CM sau đó được tiêm và giữ lại ở lớp màng mỏng Cytop, mật độ điện tử tại lớp cực cổng thả nổi tạo được trường điện bên trong đủ lớn để kéo các hạt dẫn vào lớp bán dẫn, khi đó kênh dẫn sẽ được hình thành mà không cần cung cấp điện áp cực cổng (V_G= 0 V), tức là tạo được OTFT thường đóng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước thứ nhất, lớp điện cực cổng (1-2) có độ dày 150nm bằng oxit thiếc inđi (ITO) được làm sạch trong dung dịch acetone và isopropanol theo trình tự trong 10 phút mỗi lần kết hợp với sóng siêu âm, sau đó là quá trình xử lý UV-O3.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước thứ ba, lớp cực cổng thả nổi (1-4) được tạo ra lên lớp điện môi cực cổng (1-3) bằng phương pháp quay phủ ở tốc độ 2000 vòng/phút trong 60 giây bằng dung dịch trên và sấy khô ở 100 °C trong 1 h.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước thứ năm, lớp bán dẫn (1-5) bằng pentacene ($C_{22}H_{44}$) có độ dày 30nm được tạo ra trên lớp cực cổng thả nổi bằng phương pháp bốc bay nhiệt độ cao với tốc độ bốc bay 0,02nm s^{-1}, quá trình bốc bay nhiệt độ cao được thực hiện trong môi trường chân không ở áp suất 2×10^{-6} Torr.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước thứ sáu, lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6) được tạo ra trên lớp bán dẫn (1-5) bằng cách bốc bay kim loại đồng (Cu) với tốc độ bốc bay 0,1nm s^{-1} thông qua mặt nạ, độ dài kênh và độ rộng kênh của OTFT lần lượt là 50μm và 2000μm, quá trình bốc bay được thực hiện trong môi trường chân không ở áp suất 5×10^{-6} Torr.

6. Tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp được chế tạo bằng phương pháp chế tạo tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp theo một trong các điểm nêu trên, trong đó tranzito này bao gồm các lớp vật liệu được bố trí theo thứ tự tương ứng như sau: lớp nền (1-1), lớp điện cực cổng (1-2), lớp điện môi cực cổng (1-3), lớp cực cổng thả nổi (1-4), lớp bán dẫn (1-5) và lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6), trong đó:

lớp nền (1-1) bao gồm: tấm thủy tinh được phủ một lớp điện cực cổng (1-2) bằng oxit thiếc Inđi (ITO);

lớp điện môi cực cổng (1-3) và lớp cực cổng thả nổi (1-4) được tạo ra bên trên lớp nền (1-1) bằng phương pháp quay phủ;

lớp bán dẫn (1-5) và lớp điện cực máng/điện cực nguồn (1-6) được tạo ra bên trên lớp cực cổng thả nổi (1-4) bằng phương pháp bốc bay nhiệt độ cao.

7. Cảm biến áp lực hữu cơ tích cực sử dụng tranzito màng mỏng hữu cơ thường đóng công suất thấp theo điểm 1, trong đó cảm biến này bao gồm:

cảm biến áp lực hữu cơ thụ động (2); và

tranzito màng mỏng hữu cơ thường mở công suất thấp (1) theo điểm 6.

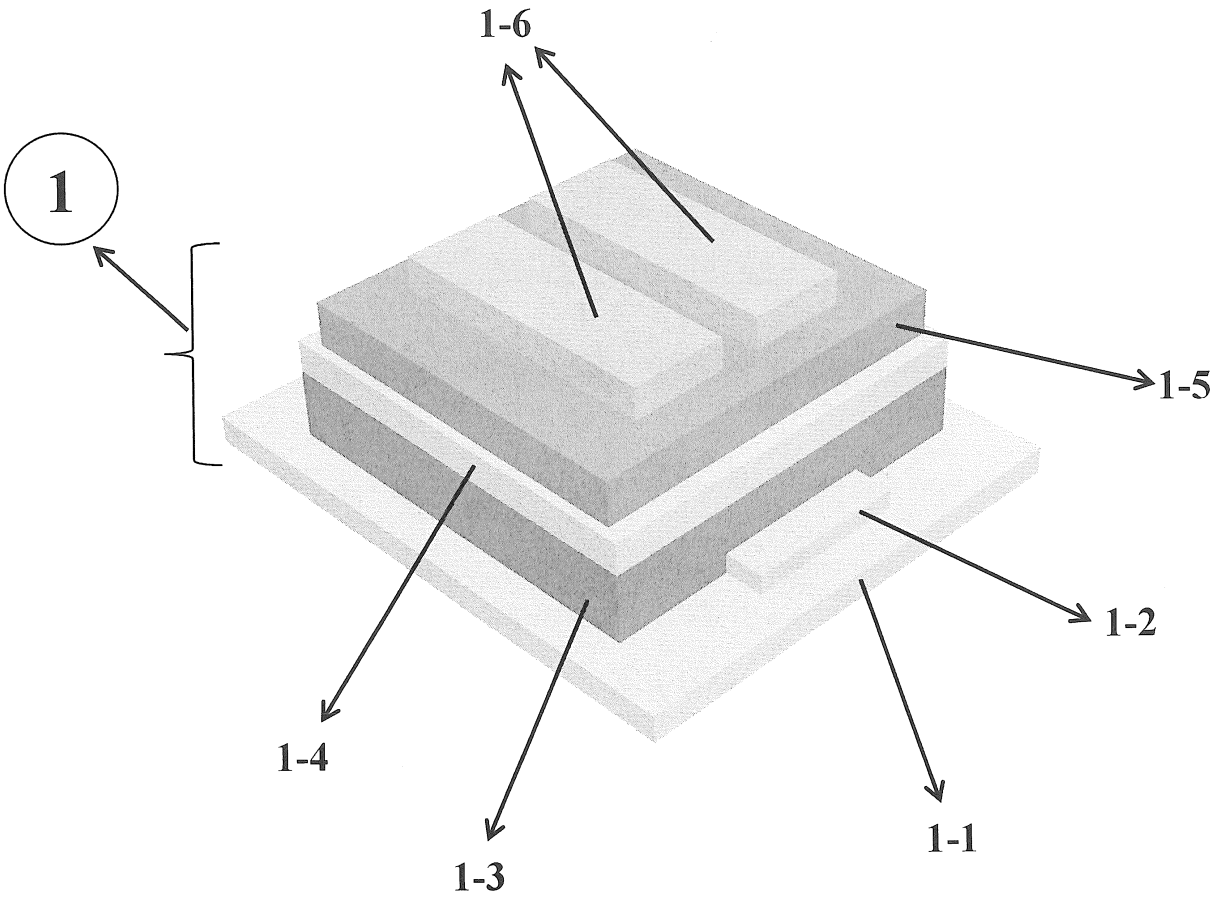

1-6
1
1-5
1-2
1-4
1-1
1-3

Fig. 1

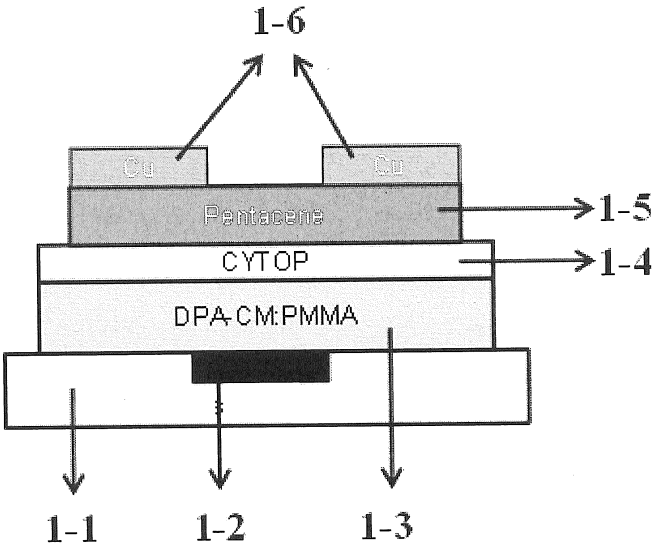

1-6
Cu
Cu
Pentacene
1-5
CYTOP
1-4
DPA-CM:PMMA
1-1
1-2
1-3

Fig. 2a

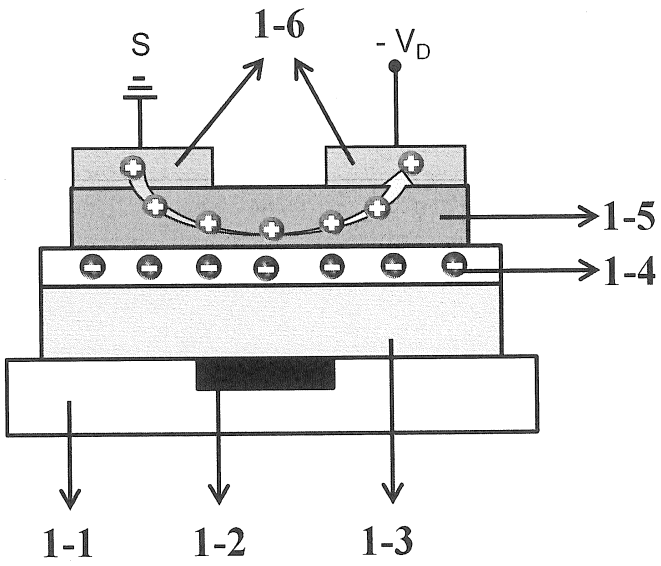

S
1-6
- V_D
1-5
1-4
1-1
1-2
1-3

Fig. 2b

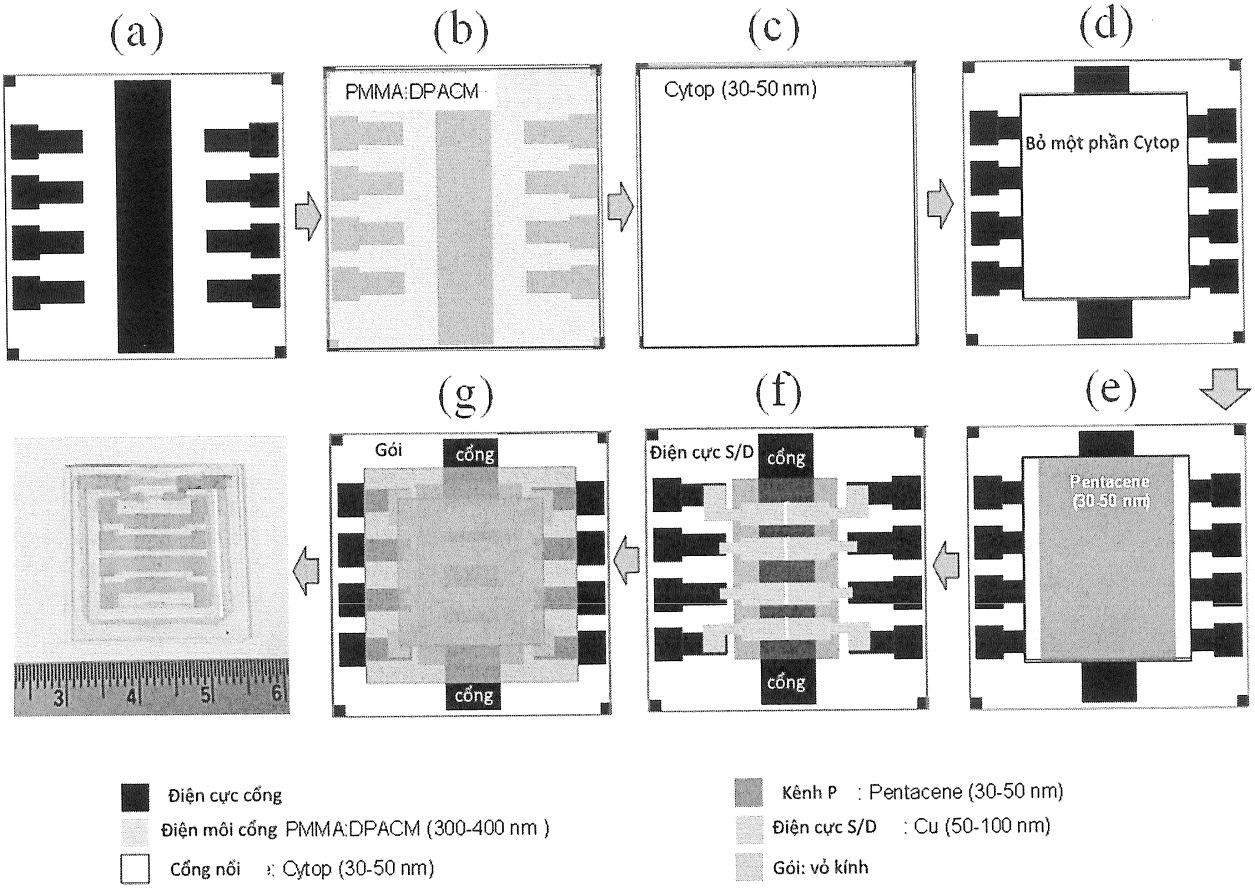

(a)
(b)
(c)
(d)
PMMA:DPACM
Cytop (30-50 nm)
Bỏ một phần Cytop
(g)
(f)
(e)
Gói
cổng
cổng
Điện cực S/D
cổng
cổng
Pentacene
(30-50 nm)
Điện cực cổng
Điện môi cổng PMMA:DPACM (300-400 nm)
Cổng nối : Cytop (30-50 nm)
Kênh P : Pentacene (30-50 nm)
Điện cực S/D : Cu (50-100 nm)
Gói: vỏ kính

Fig. 3

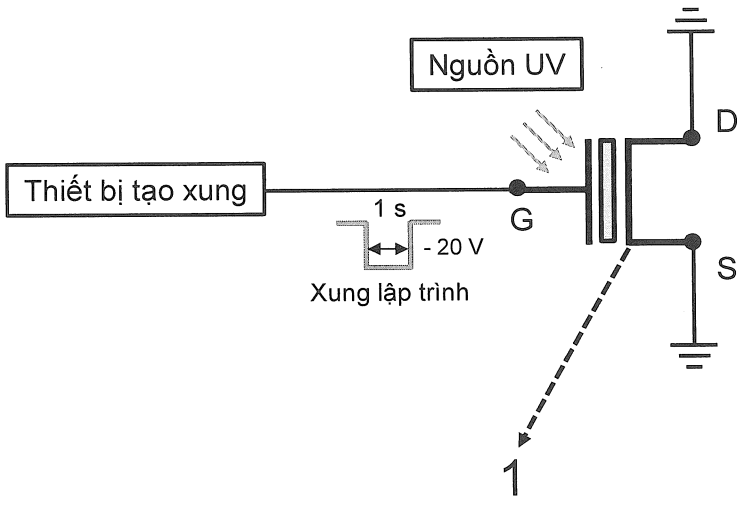

Nguồn UV
D
Thiết bị tạo xung
1 s
G
- 20 V
S
Xung lập trình
1

Fig. 4

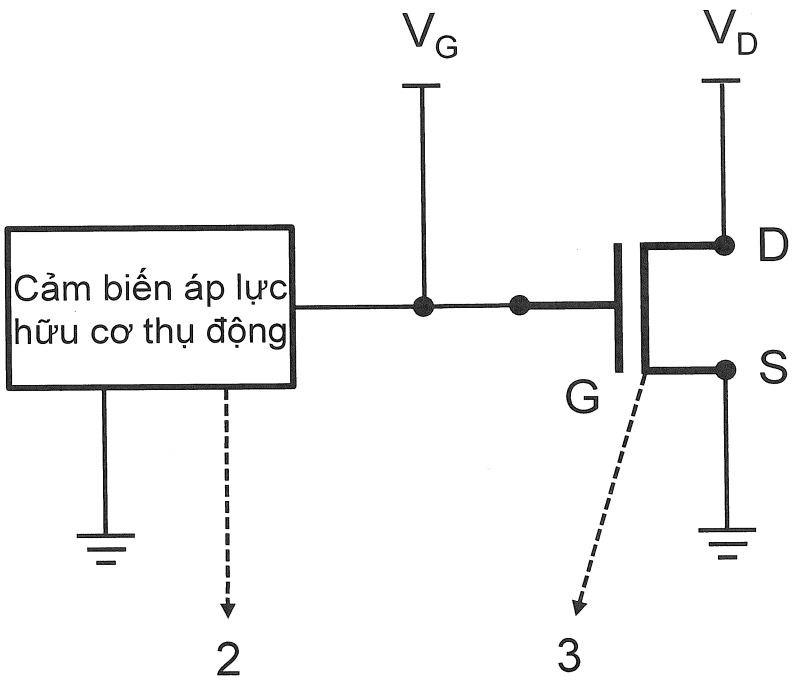

V_G
V_D
D
Cảm biến áp lực hữu cơ thụ động
S
G
2
3

Fig. 5

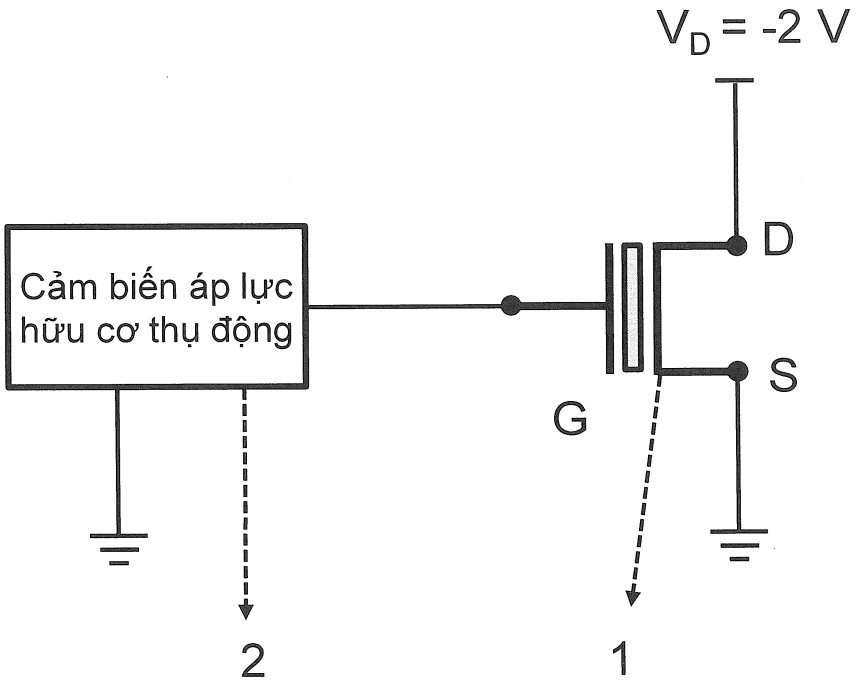


Fig. 6