



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11) 
2-0002247

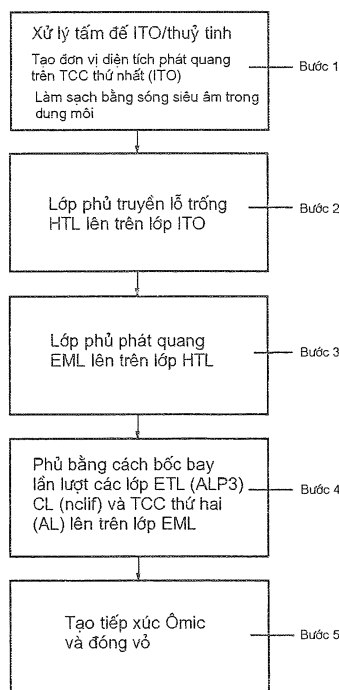
(51)⁷ **H01L 51/50**

(13) **Y**

(21) 2-2019-00279 (22) 10.10.2013
(67) 1-2013-03201
(45) 27.01.2020 382 (43) 25.02.2014 311
(73) **TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ - ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI (VN)**
144 Xuân Thủy, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội
(72) **Nguyễn Năng Định (VN)**
(74) **Công ty TNHH Dịch vụ sở hữu trí tuệ ALPHA (ALPHA PLUS CO., LTD.)**

(54) **PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO ĐIÓT PHÁT QUANG HỮU CƠ**

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED), bao gồm các bước: xử lý tấm đế là một tấm nền thủy tinh được phủ lớp điện cực dẫn điện trong suốt (TCC) gồm việc tạo đơn vị điện tích phát quang trên lớp điện cực dẫn điện trong suốt này bằng kỹ thuật quang khắc hoặc ăn mòn hóa học và làm sạch tấm đế bằng rung siêu âm trong dung môi; phủ lớp truyền lỗ trống (HTL) gồm dung dịch polyme dẫn điện có trộn các hạt nano ôxit kim loại lên trên lớp TCC thứ nhất; phủ lớp phát quang (EML) gồm dung dịch polyme hữu cơ có trộn các hạt nano ôxit kim loại lên trên lớp HTL nhờ kỹ thuật quay ly tâm; phủ lớp truyền điện tử (ETL) lên trên lớp phát quang EML và lớp điện cực dẫn điện thứ hai (TCC) lên trên lớp truyền điện tử ETL nhờ kỹ thuật bốc bay, và tạo tiếp xúc Ômic và đóng vỏ linh kiện. Các hạt nano ôxit kim loại là các hạt nano ôxit titan (nc-TiO₂).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến công nghệ chế tạo điốt phát quang hữu cơ, sau đây gọi tắt là OLED trong đó OLED là các chữ cái đầu của thuật ngữ tiếng Anh - Organic Light Emitting Diode.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Điốt phát quang hữu cơ (OLED) là một điốt phát quang (LED) hay còn gọi là điốt phát quang vô cơ trong đó một lớp điện phát quang có dạng một màng mỏng làm bằng hợp chất hữu cơ được bố trí giữa hai điện cực mà ít nhất một trong số các điện cực là trong suốt để phát ra ánh sáng khi được cấp điện. Màu của ánh sáng phát ra phụ thuộc vào chất hữu cơ được sử dụng.

OLED có thể được sử dụng làm màn hình của máy thu hình (tivi), màn hình máy tính, màn hình của các thiết bị cầm tay loại nhỏ như điện thoại di động hay các thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân khác (PDA – Personal Digital Assistant).

Trước đây vào những năm 1980, LED đã được chế tạo ở Việt Nam song cho đến nay OLED chưa từng được nghiên cứu chế tạo ở Việt Nam. Trên thế giới, các nước đã và đang chế tạo OLED bao gồm: Mỹ, Nhật, Đức, Pháp, Anh, Singapore, Hàn Quốc, Trung Quốc. Trong số các nước này, sản phẩm OLED gần với thương phẩm nhất là Mỹ, Nhật và Hàn Quốc. Ví dụ, các linh kiện OLED và phương pháp chế tạo chúng đã được bộc lộ trong patent Mỹ số US 8497155 B1, công bố đơn quốc tế số WO 2009/021365 hay các đơn yêu cầu cấp patent Trung Quốc số CN 101587941 A, CN 102447070 A, CN 102760846 A và CN 102978568 A.

Nói chung, phương pháp chế tạo OLED được bộc lộ trong các tài liệu nêu trên đều bao gồm các bước cơ bản sau: (1) chuẩn bị một tấm nền/ITO, (2) lần lượt phủ một vài trong số các lớp hợp chất hữu cơ HIL, HTL, EML, ETL, EIL lên trên tấm nền ITO, (3) tạo các điện cực tiếp xúc và (4) đóng vỏ cho linh kiện OLED thu được.

Tuy nhiên, các tài liệu nêu trên đều không bộc lộ cách thức mà các lớp hợp chất hữu cơ được tạo ra và sau đó được phủ lên tấm nền ITO và do vậy, việc áp dụng các giải pháp này, theo cách đơn thuần chỉ dựa trên các bản mô tả mà không có chuyển giao công nghệ, không mang lại kết quả mong muốn.

Các nhược điểm thường gặp phải khi chế tạo OLED theo các giải pháp đã biết này là cấu trúc polyme của các lớp HTL, EML còn có nhiều khuyết tật như lỗ hổng, rạn nứt, xác suất hình thành các exciton trong polyme thuần khiết chưa cao do các điện tích bị bắt giữ tại các bẫy (do các sai hỏng, lỗ hổng trong màng polyme xuất hiện trong quá trình quay phủ ly tâm). Vì thế hiệu suất phát quang của OLED polyme thuần khiết chưa cao.

Trong bản mô tả này, để tránh lặp lại và để thuận tiện cho việc mô tả giải pháp hữu ích, các thuật ngữ viết tắt được liệt kê dưới đây. Cách viết tắt này được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực kỹ thuật LED/OLED và được những người có hiểu biết thông thường trong lĩnh vực này chấp nhận.

OLED	Organic Light Emitting Diode (Điốt phát quang hữu cơ);
PEDOT	Poly(3,4-ethylenedioxythiophene):(poly(styrenesulfonate)) ;
NPB	N,N'-Bis- (1-naphthalenyl)-N,N'-bis-phenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine;
MEH-PPV	Poly[2-methoxy-5-(2'-ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene];
MADN	2-methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene;
Alq3	Tris(8-hydroxyquinolino)aluminum(III);
ITO	Tin-doped Iridium Oxide;
ETL	Electron Transfer Layer (lớp truyền điện tử);
HTL	Hole Transfer Layer (lớp truyền lỗ trống);
EML	Emission Layer (lớp phát quang);
SCL	Shallow contact layer (lớp tiếp xúc nông);
nc-TiO ₂	Nanostructured Titanium Oxide (Hạt nano ôxit titan);
TCC	Transparent Conductive Coating (lớp phủ dẫn điện trong suốt).

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích được tạo ra để giải quyết vấn đề nêu trên và mục đích của giải pháp hữu ích là nâng cao chất lượng của các công đoạn phủ các lớp HTL, EML và ETL từ vật liệu polyme hữu cơ nhằm chế tạo thành công OLED.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED) bao gồm các bước: xử lý tấm đế, là một tấm nền thủy tinh

được phủ lớp điện cực dẫn điện trong suốt (TCC) gồm việc tạo đơn vị diện tích phát quang trên lớp điện cực dẫn điện trong suốt này bằng kỹ thuật quang khắc hoặc ăn mòn hóa học và làm sạch tấm đế bằng rung siêu âm trong dung môi; phủ lớp truyền lỗ trống (HTL) gồm dung dịch polyme dẫn điện có trộn các hạt nano ôxit kim loại lên trên lớp TCC thứ nhất; phủ lớp phát quang (EML) gồm dung dịch polyme hữu cơ có trộn các hạt nano ôxit kim loại lên trên lớp HTL nhờ kỹ thuật quay ly tâm; phủ lớp truyền điện tử (ETL) lên trên lớp phát quang EML và lớp điện cực dẫn điện thứ hai (TCC) lên trên lớp truyền điện tử ETL nhờ kỹ thuật bốc bay, và tạo tiếp xúc Ômic và đóng vỏ linh kiện.

Nhờ sự có mặt của các hạt nano ôxit kim loại, mà trong một phương án theo giải pháp hữu ích là các hạt nano ôxit titan, các khuyết tật của các màng polyme được khắc phục và chất lượng của OLED được cải thiện rõ rệt.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp này còn bao gồm bước phủ lớp tiếp xúc nông SCL lên trên lớp truyền điện tử ETL trước khi phủ lớp điện cực dẫn điện thứ hai (TCC). Điều đó có nghĩa là lớp điện cực dẫn điện thứ hai không được phủ trực tiếp lên trên lớp truyền điện tử ETL mà có một lớp tiếp xúc nông (SCL) được tạo ra giữa chúng, nhờ đó mật độ điện tử đi từ lớp điện cực dẫn điện thứ hai (catôt) vào lớp truyền điện tử ETL tăng, góp phần nâng cao hiệu suất của OLED.

Các dấu hiệu và các hiệu quả khác nữa của giải pháp hữu ích được trình bày trong các điểm yêu cầu phụ thuộc tiếp theo và được mô tả rõ hơn dưới đây thông qua một phương án giải pháp hữu ích có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mặt cắt dưới dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của OLED theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Hình 2 là lưu đồ thể hiện các bước của phương pháp chế tạo OLED theo giải pháp hữu ích; và

Hình 3 là hình vẽ thể hiện mặt cắt dưới dạng sơ đồ thể hiện kết cấu của OLED thu được sau khi thực hiện các bước tương ứng của phương pháp chế tạo OLED theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Như được thể hiện trên Hình 1, điôt phát quang hữu cơ OLED theo giải pháp hữu ích bao gồm tám nền thủy tinh 10 lần lượt được phủ trên đó lớp dẫn điện trong suốt ITO

12, lớp truyền lỗ trống HTL 14, lớp phát quang EML 16, lớp truyền điện tử ETL 18 và lớp tiếp xúc nôm LiF/AL. Các điện cực 22 và 24 lần lượt được nối với lớp dẫn điện trong suốt ITO 12 và lớp tiếp xúc nôm LiF/AL để tạo thành linh kiện OLED. Linh kiện OLED này được bao bọc trong vỏ gồm lớp keo UV 22 và lớp hút ẩm 28. Khi các điện cực 22 và 24 của linh kiện OLED được nối với nguồn điện một chiều, điện năng được chuyển đổi thành ánh sáng phát ra qua tấm nền thủy tinh 10 như được thể hiện bởi các mũi tên song song nhau trên Hình 1.

Phương pháp chế tạo OLED có kết cấu nêu trên được mô tả dưới đây có dựa vào Hình 2 và Hình 3.

Nhân đây, các vật tư được sử dụng trong phương pháp này như tấm đế ITO/thủy tinh, polyme kết hợp MEH-PPV, chất hữu cơ phân tử thấp Alq3 tinh khiết v.v., các dung môi tinh khiết như xylene, cloroform, cồn, acetone, nước cất, chất khử ion, v.v. có bán trên thị trường từ các hãng cung cấp hóa chất sạch, thí dụ Aldrich Chem.Ltd. Ngoài ra, các trang thiết bị được sử dụng trong phương pháp này như hệ bốc bay chân không, máy quay phủ ly tâm, hệ quang khắc, hệ ủ mẫu trong chân không, buồng cách ly (glove-box), v.v. là các thiết bị có sẵn và đã biết đối với người có kiến thức thông thường trong lĩnh vực kỹ thuật này nên việc mô tả kết cấu, chức năng, phương thức vận hành của chúng một cách cụ thể được bỏ qua.

Hơn nữa, các thông số kỹ thuật cụ thể như thời gian, nhiệt độ, số vòng quay, v.v. nêu trong từng bước của phương pháp được đưa ra như những ví dụ minh họa cho việc thực hiện giải pháp hữu ích và do vậy chúng cần được xem như các ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích mà không được xem là giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích này.

Như được thể hiện trên Hình 2 và Hình 3, phương pháp chế tạo OLED được đề xuất bao gồm các bước sau:

Bước 1: xử lý tấm đế ITO/thủy tinh.

Tấm đế là một tấm nền bằng thủy tinh được phủ lớp dẫn điện trong suốt (TCC). Trong phương án này, các tác giả giải pháp hữu ích sử dụng tấm đế ITO/thủy tinh có bán sẵn trên thị trường với lớp dẫn điện trong suốt là Iridium Tin Ôxit (ITO). Bước xử lý tấm đế ITO/thủy tinh bao gồm việc tạo đơn vị diện tích phát quang (pixel) trên lớp dẫn điện trong suốt ITO bằng kỹ thuật quang khắc hoặc ăn mòn hóa học dùng mặt nạ thiết kế (pattern mask). Ví dụ, một tấm đế ITO có điện trở bề mặt 10Ω (tương đương điện trở suất $10^{-6}\Omega\times\text{m}$) kích thước $20\times 20\text{ mm}^2$ được chia thành 20 ô, mỗi ô có diện tích $4\times 5\text{ mm}^2$.

Tiếp theo, tấm đế ITO/thủy tinh được ngâm và rửa bằng rung siêu âm, sử dụng dung môi axeton (trong 15 phút), cồn (10 phút) và cuối cùng là nước cất (15 phút). Sau đó, sấy khô và giữ trong buồng cách ly (glove-box) chứa khí Ar sạch và khô. Tấm đế ITO/thủy tinh thu được ở Bước 1 được thể hiện trên Hình 3.

Bước 2: phủ lớp truyền lỗ trống (HTL) gồm polyme dẫn điện có trộn các hạt nano ôxit titan (nc-TiO_2) lên trên lớp TCC thứ nhất.

Trong các giải pháp đã biết polyme dẫn điện được sử dụng làm lớp HTL trong OLED là PEDOT (để phát ánh sáng vàng) và NPB (để phát ánh sáng xanh). Đó là do PEDOT có độ truyền qua cao trong vùng khả kiến (màng PEDOT thuần khiết dày cỡ 100 nm có độ truyền qua cao trên 90%), giàu lỗ trống, bền nhiệt, cấu trúc của vùng năng lượng cảm thích hợp với ITO. Tuy nhiên, màng PEDOT thuần khiết trải phủ bằng kỹ thuật quay ly tâm còn có nhiều khuyết tật như lỗ hồng, rạn nứt.

Khác với các giải pháp đã biết, giải pháp hữu ích đề xuất việc trộn các hạt nano ôxit titan (nc-TiO_2) vào PEDOT và NPB để làm lớp HTL và nhờ đó, loại trừ được các khuyết tật trên.

Các bước chế tạo tổ hợp PEDOT + nc-TiO_2 như sau. PEDOT hòa tan trong PSS (PEDOT-PSS) với tỉ lệ khối lượng 1/10; bột nano TiO_2 có kích thước hạt trung bình 5 nm được hòa trộn vào dung dịch PEDOT-PSS, với tỷ lệ phần trăm khối lượng của TiO_2 trong hỗn hợp là 15%. Dung dịch được khuấy bằng máy khuấy từ (dùng thanh nam châm bọc teflon đặt trong cốc đựng dung dịch), thời gian khuấy là 5 giờ; tiếp theo đặt cốc đựng dung dịch vào bình siêu âm, rung siêu âm trong 6 giờ để phân tán hết các hạt nano TiO_2 trong dung dịch và giảm sự co cụm của các chuỗi polyme.

Dung dịch tổ hợp PEDOT + nc-TiO_2 được phủ lên tấm đế ITO/thủy tinh thu được ở Bước 1 bằng máy quay ly tâm “spin-coating”, theo chương trình đặt trước khi phủ là: thời gian chờ 10 giây; tốc độ quay 1500 vòng/phút; gia tốc mỗi lần thêm 500 vòng/phút, thời gian gia tốc 15 giây; thời gian dừng 15 giây, thời gian quay 60 giây, tốc độ cao nhất là 3000 vòng/phút. Sau khi phủ, màng được sấy khô trong khí trơ, nhiệt độ $T = 120^\circ\text{C}$, thời gian $t = 10$ phút. Sau đó để khô 5 phút, ủ trong chân không 10^{-2} Torr, nhiệt độ ủ là 130°C , thời gian ủ là 20 phút. Kết quả là nhận được lớp chuyển tiếp dị chất nano thứ nhất PEDOT/ITO với chiều dày của lớp HTL là $60\text{ nm} \pm 2\text{ nm}$ như được thể hiện trên Hình 3. Đặt tấm PEDOT/ITO trong buồng cách ly (glove-box) cho đến khi tiến hành bước phủ lớp phát quang tiếp theo.

Các bước công nghệ chế tạo lớp HTL thành phần NPB+nc-TiO₂ giống như chế tạo HTL thành phần PEDOT+nc-TiO₂, ngoại trừ tốc độ quay phủ ly tâm là 2500v/ph.

Bước 3: phủ lớp phát quang EML với thành phần MEH-PPV + nc-TiO₂ hoặc MADN + nc-TiO₂ lên trên lớp HTL.

Lớp phát quang có vai trò quan trọng nhất trong OLED vì lớp này sẽ phát ra ánh sáng của linh kiện nhờ sự tái hợp phát xạ của các exciton. Dưới tác dụng của điện trường các exciton được tạo thành từ các cặp điện tử - lỗ trống bơm từ các điện cực qua lớp HTL và ETL. Tuy nhiên xác suất hình thành các exciton trong polyme thuần khiết chưa cao do các điện tích bị bắt giữ tại các bẫy (do các sai hỏng, lỗ hổng trong màng polyme xuất hiện trong quá trình quay phủ ly tâm). Hơn nữa, xác suất hình thành các exciton singlet nhỏ hơn rất nhiều so với xác suất hình thành các exciton triplet (tỷ lệ 1: 3). Vì thế hiệu suất phát quang của OLED polyme thuần khiết chưa cao.

Để khắc phục nhược điểm này, giải pháp hữu ích đề xuất việc sử dụng MEH-PPV được trộn hạt nano TiO₂ kích thước 5 nm làm lớp phát quang màu vàng trong OLED và MADN được trộn hạt nano TiO₂ làm lớp phát quang màu xanh trong OLED.

Các bước chế tạo tổ hợp PEDOT + nc-TiO₂ như sau. MEH-PPV được hoà tan trong xylene với tỉ lệ khối lượng 1/15; bột nano tinh thể TiO₂ (kích thước hạt 5 nm) được hòa trộn trong dung dịch MEH-PPV + xylene theo tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5% đến 50% khối lượng; hàm lượng tối ưu là 10 % khối lượng. Để có được sự phân tán tốt của các hạt TiO₂ và giảm co cụm của các chuỗi polyme, dung dịch được khuấy bằng máy khuấy từ với thời gian khuấy là 5 giờ và rung siêu âm trong 8 giờ để phân tán hết các hạt nano TiO₂ trong dung dịch. Tiếp theo, dung dịch tổ hợp MEH-PPV + nc-TiO₂ được phủ bằng máy quay ly tâm (spin-coating), theo chương trình đặt trước khi phủ là: thời gian chờ 10 giây; tốc độ quay 1500 vòng/phút, thời gian quay 45 giây; gia tốc mỗi lần thêm 500 vòng/phút, thời gian tăng tốc 15 giây; thời gian dừng 25 giây. Sau khi phủ, màng được để khô tự nhiên 5 phút, rồi đem ủ trong chân không 10⁻² Torr, nhiệt độ ủ là 150 °C, thời gian ủ là 15 phút. Nhận được lớp chuyển tiếp dị chất nano thứ hai MEH-PPV/PEDOT/ITO có chiều dày của lớp EML là 80 nm ± 2 nm như được thể hiện trên Hình 3. Đặt tấm này trong buồng cách ly cho đến khi tiến hành các công đoạn tiếp theo là phủ lớp ETL và SCL.

Các bước công nghệ chế tạo lớp HTL thành phần NPB+nc-TiO₂ giống như chế tạo HTL thành phần PEDOT+nc-TiO₂, ngoại trừ tốc độ quay phủ ly tâm là 2000v/ph.

Bước 4: phủ lớp truyền điện tử (ETL) lên trên lớp phát quang EML và lớp điện cực dẫn điện thứ hai (TCC) lên trên lớp truyền điện tử ETL nhờ kỹ thuật bốc bay

Vật liệu hữu cơ Alq3 được sử dụng làm lớp ETL dùng chung cho cả hai loại linh kiện OLED phát ánh sáng xanh và vàng cam, còn màng mỏng nc-LiF (3nm) được sử dụng làm lớp tiếp xúc nông (SCL) trong OLED. LiF được chế tạo bằng cách bốc bay nhiệt lên trên Alq3 để tạo tiếp xúc Al/LiF/Alq3 thay cho tiếp xúc Al/Alq3, nhằm làm tăng mật độ điện tử tiêm từ catốt vào Alq3, góp phần nâng cao hiệu suất của OLED. Chuyển tiếp Alq3/nc-LiF được gọi là vật liệu lai có tác dụng truyền hạt tải (điện tử) vào trong lớp phát quang.

Cũng giống như màng Alq3 thuần khiết, màng tổ hợp Alq3/nc-LiF có độ truyền qua cao trong vùng khả kiến. Với độ trong suốt đạt được trên 95%, màng mỏng Alq3/nc-LiF ngoài tác dụng làm lớp truyền điện tử còn có vai trò tạo tiếp xúc tốt với catốt nhờ sự có mặt của LiF. Hơn nữa sử dụng LiF/Al làm catốt góp phần giảm thiểu độc hại so với catốt kim loại khác như Ca, Cd, Mg, v.v..

Lớp Alq3/nc-LiF và điện cực nhôm (Al) được chế tạo bằng phương pháp bốc bay trong chân không cao (1×10^{-3} Pa), dùng hai thuyền điện trở vonfram. Mỗi thuyền chứa một chất (Alq3, LiF và Al). Bề dày của các lớp được khống chế bằng máy theo dõi tốc độ bốc bay nhờ bộ dao động thạch anh đặt trong chuồng chân không. Các bước bốc bay như sau: trước hết, Alq3 được bốc bay lên lớp EML với bề dày $30 \text{ nm} \pm 2 \text{ nm}$; tiếp theo là lớp siêu mỏng nc-LiF bốc bay lên trên Alq3 (3 nm), cuối cùng là bốc bay nhôm (100 nm) lên trên cùng.

Quá trình bốc bay được thực hiện như sau.

Làm sạch để lau chùi, xử lý sạch chuồng chân không và các linh phụ kiện, điện cực, lá che chắn, v.v. trong chuồng chân không bằng dung môi, cồn; dùng thuyền tantan (dùng để bốc bay LiF), thuyền lá wolfram (dùng để bốc bay Al) và thuyền giỏ dùng để nâng nhiệt cho chén ôxit nhôm (corund) đựng Alq3. Xử lý các thuyền và chén này trong dung dịch KOH nóng 80°C , sấy khô.

Đặt vật liệu cần bốc bay vào thuyền (LiF vào thuyền Ta; Al vào thuyền giỏ W) và Alq3 vào chén corund (chén này được đặt trong thuyền giỏ W).

Đặt giá trị chiều dày trên hiển thị cảm biến thạch anh: $d = 10 \text{ nm}$ (Alq3), 3 nm (LiF), 100 nm (Al).

Hút chân không trong chuông đến khi áp suất đạt giá trị thấp hơn 10^{-5} Torr, bật công tắc "*Nung đế*", giữ nhiệt độ để ở 120°C ; chuyển cầu giao nối mạch cho nguồn dòng thứ nhất; bật công tắc nối mạch cho biến thế tự ngẫu, nâng điện thế lên một cách từ từ; tiếp tục nâng điện thế, cho đến khi nhìn thấy hiệu ứng hoá hơi của các vật liệu cần bốc bay; lúc này nâng dòng đốt chậm để theo dõi màng dày dần lên (với tốc độ 0,5 nm/giây) cho đến khi đạt được chiều dày cần thiết; đóng che thuyền, giảm dòng bằng cách giảm điện thế của biến thế tự ngẫu về 0, tắt công tắc nối mạch cho biến thế tự ngẫu (kết thúc bốc bay Alq_3).

Chuyển cầu giao nối mạch sang nguồn dòng thứ hai, lặp lại cách làm tương tự đối với nguồn dòng thứ hai (để bốc bay LiF) và nguồn dòng thứ ba (để bốc bay Al). Giảm điện thế nung đế dần về 0, tắt công tắc "*Nung đế*".

Kết thúc quy trình bốc bay (Bước 4), nhận được linh kiện OLED được thể hiện trên Hình 3.

Bước 5: tạo tiếp xúc Ômic và đóng vỏ linh kiện.

Linh kiện OLED có hai điện cực là ITO và lớp nhôm bốc bay (Al). Việc tạo tiếp xúc Ômic cũng được thực hiện trong buồng cách ly (glove-box), bằng cách dùng dây dẫn mạ bạc đặt trên bề mặt của ITO và Al , lấy keo bạc phủ quanh tiếp xúc của dây dẫn với hai điện cực, để bắt động trong 15 phút cho keo bạc khô hoàn toàn.

Việc đóng vỏ linh kiện được thực hiện trong buồng cách ly chứa khí Ar sạch và khô, áp suất dư ($\sim 1,03 \text{ At}$). Dùng một miếng thủy tinh có gờ cao xung quanh và đủ rộng bao bọc lấy toàn bộ linh kiện OLED, dùng chất keo tử ngoại (UV resin " XNR5570-A1 nagase chemtex") trải lên gờ thủy tinh, đặt miếng hút ẩm lên các linh kiện OLED, úp ngay ngắn lên trên linh kiện. Chiếu đèn tử ngoại trong 2 phút để chất keo trên đóng rắn.

Giải pháp hữu ích đã được mô tả trên đây thông qua các phương án ưu tiên chỉ nhằm mục đích minh họa và nhiều thay đổi có thể được thực hiện mà không vượt quá phạm vi của giải pháp hữu ích như được xác định bởi phần yêu cầu bảo hộ kèm theo

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED) bao gồm các bước:

xử lý tấm đế là một tấm nền thủy tinh được phủ lớp điện cực dẫn điện trong suốt (TCC) gồm việc tạo đơn vị diện tích phát quang trên lớp điện cực dẫn điện trong suốt này bằng kỹ thuật quang khắc hoặc ăn mòn hóa học và làm sạch tấm đế bằng rung siêu âm trong dung môi;

phủ lớp truyền lỗ trống (HTL) gồm dung dịch polyme dẫn điện có trộn các hạt nano ôxit kim loại lên trên lớp TCC thứ nhất;

phủ lớp phát quang (EML) gồm dung dịch polyme hữu cơ có trộn các hạt nano ôxit kim loại lên trên lớp HTL nhờ kỹ thuật quay ly tâm;

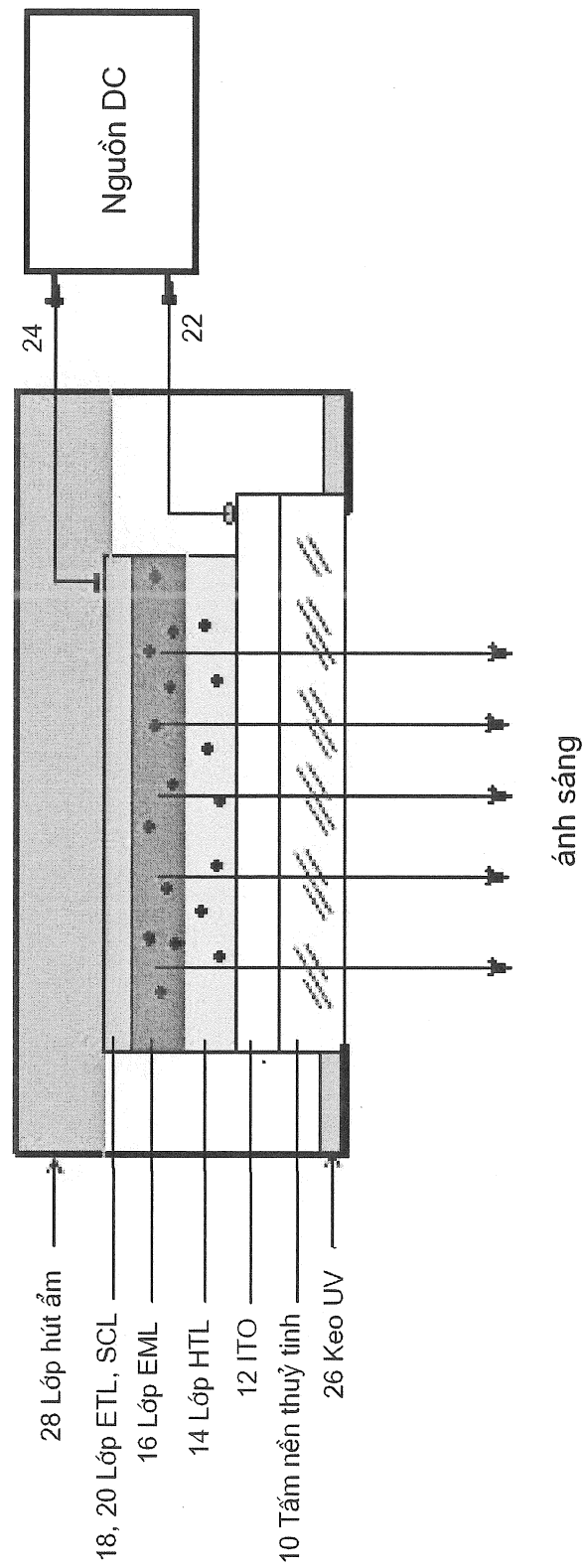
phủ lớp truyền điện tử (ETL) lên trên lớp phát quang EML và lớp điện cực dẫn điện thứ hai (TCC) lên trên lớp truyền điện tử ETL nhờ kỹ thuật bốc bay, và

tạo tiếp xúc Ômic và đóng vỏ linh kiện,

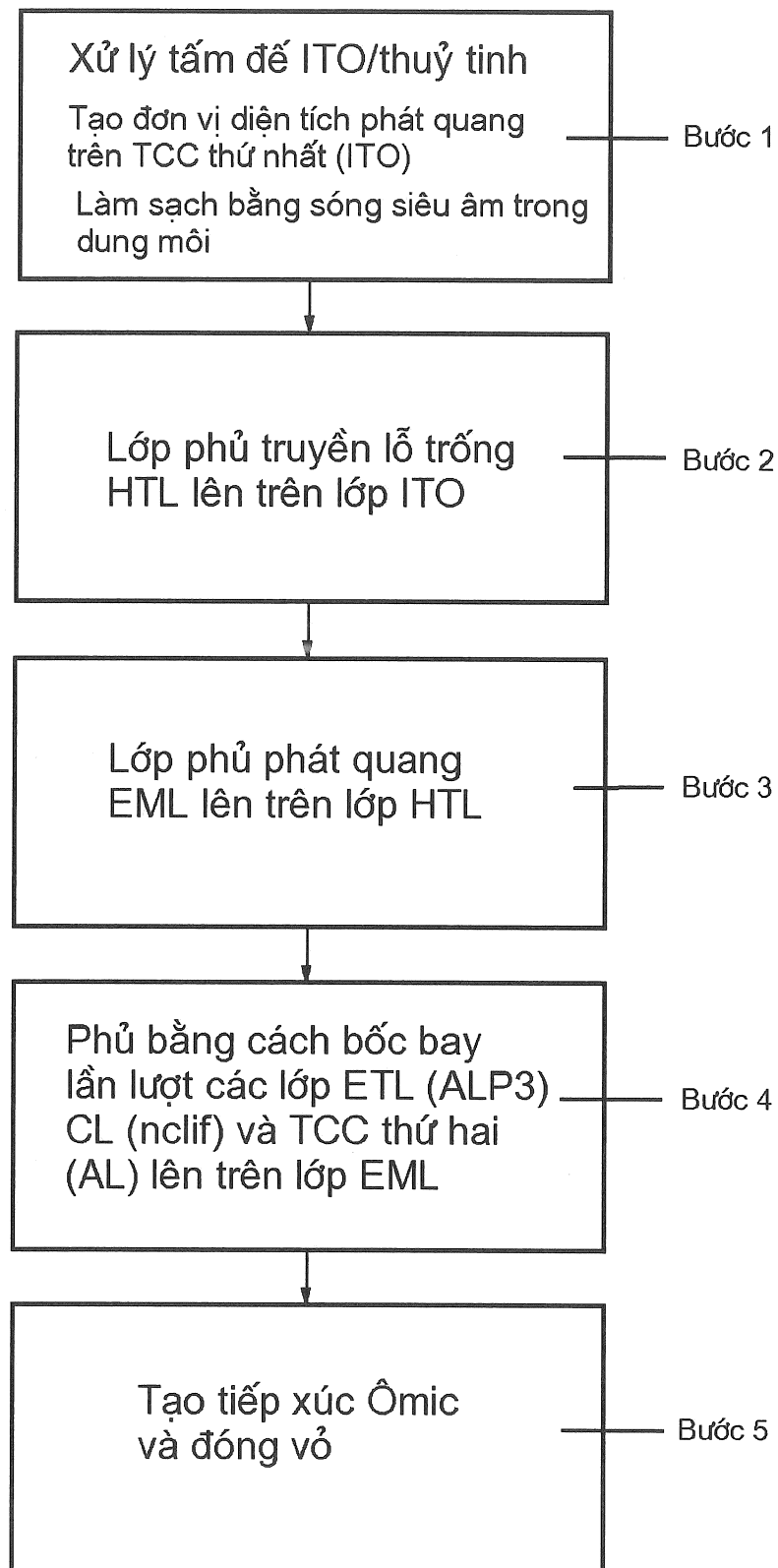
khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm bước phủ lớp tiếp xúc nông (SCL) lên trên lớp truyền điện tử (ETL) trước khi phủ lớp điện cực dẫn điện thứ hai (TCC).

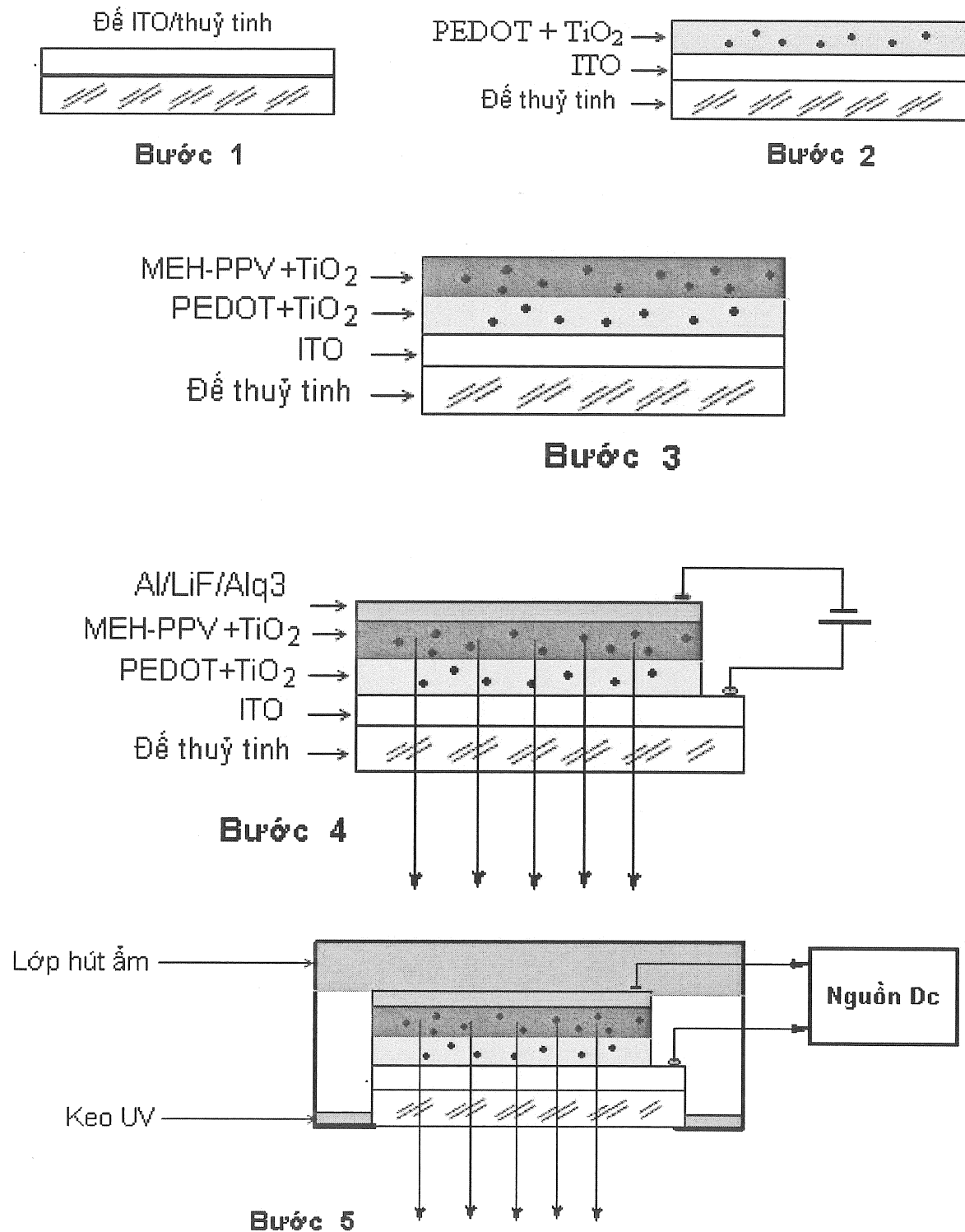
2. Phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 1, trong đó lớp tiếp xúc nông SCL là màng nc-LiF.
3. Phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 1, trong đó lớp dẫn điện TCC thứ nhất là indium tin oxit (ITO) được dùng làm anôt và lớp dẫn điện TCC thứ hai là nhôm được dùng làm catôt .
4. Phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 1, trong đó lớp truyền lỗ trống HTL bao gồm dung dịch PEDOT-PSS được trộn các hạt nano ôxit titan (nc-TiO₂) và lớp phát quang EML bao gồm dung dịch MEH-PPV và xylene được trộn các hạt nano ôxit titan để OLED phát ra ánh sáng vàng.
5. Phương pháp chế tạo điốt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 1, trong đó lớp truyền lỗ trống HTL bao gồm dung dịch NPB-PSS được trộn các hạt nano ôxit titan (nc-TiO₂) và lớp phát quang EML bao gồm dung dịch MADN và xylene được trộn các hạt nano ôxit titan để OLED phát ra ánh sáng xanh.

6. Phương pháp chế tạo điôt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 4 hoặc điểm 5 trong đó các hạt nano ôxit titan (nc-TiO_2) chiếm tỷ lệ nằm trong khoảng từ 5% đến 50% khối lượng.
7. Phương pháp chế tạo điôt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 6, trong đó các hạt nano ôxit titan (nc-TiO_2) chiếm tỷ lệ nằm trong khoảng từ 10% đến 15% khối lượng.
8. Phương pháp chế tạo điôt phát quang hữu cơ (OLED) theo điểm 1, trong đó lớp truyền điện tử ETL là Alq3.



Hình 1

**Hình 2**



Hình 3