



(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)



1-0036472

C07D 401/00; C07D 209/80; C07D (13) B

233/58; C07D 277/22; C07D 307/77;

(51)<sup>2019.01</sup> H01L 51/50; C07D 403/10; C07D  
417/10; C09K 11/06; H01L 27/32; C07C  
211/61; C07D 333/78

(21) 1-2019-04259

(22) 02/08/2019

(30) 10-2018-0091754 07/08/2018 KR

(45) 25/07/2023 424

(43) 25/02/2020 383A

(73) LG Display Co., Ltd. (KR)

LG Twin Towers, 128, Yeouidaero, Yeungdeungpo-gu, Seoul 07336, Korea

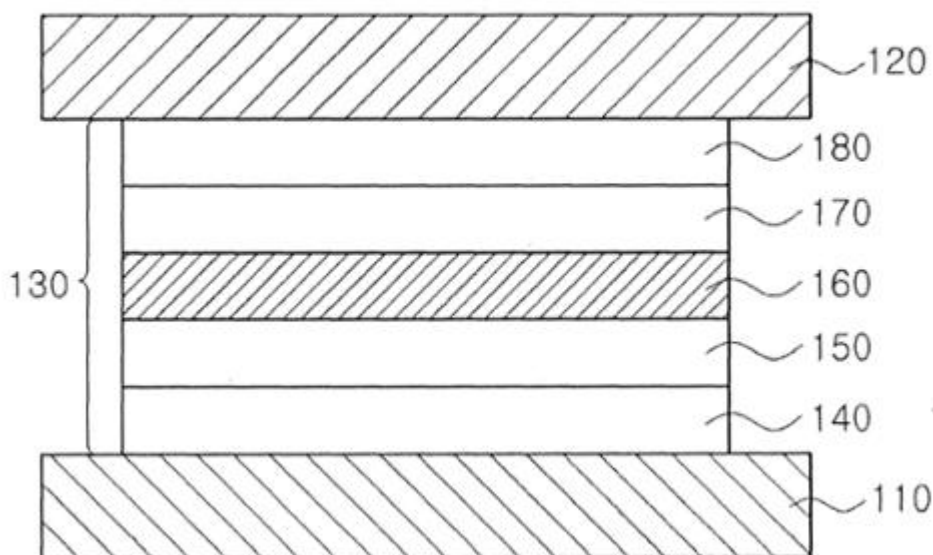
(72) Suk-Young Bae (KR); In-Ae Shin (KR); Jun-Yun Kim (KR).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỢP CHẤT HỮU CƠ, ĐIOT PHÁT SÁNG HỮU CƠ VÀ THIẾT BỊ PHÁT SÁNG HỮU CƠ CHỨA HỢP CHẤT NÀY

(57) Sáng chế đề cập tới hợp chất hữu cơ có lõi anthraxen vòng và nhóm thơm hoặc dị vòng thơm và/hoặc nhóm amin được gắn vào lõi, và điot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ chứa hợp chất hữu cơ này. Do hợp chất hữu cơ theo sáng chế có cấu trúc cứng rắn và về cơ bản là độ rộng tối đa tại nửa cực đại (full width at half maximum - FWHM) hẹp, nên có thể sản xuất điot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ với các điện thế điều vận được làm giảm và các hiệu suất hiệu suất phát quang được tăng cường và độ tinh khiết màu sắc, sử dụng hợp chất hữu cơ. Sáng chế này còn đề cập tới điot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ chứa hợp chất này.

100



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế này đề cập tới hợp chất hữu cơ, và cụ thể hơn là tới hợp chất hữu cơ tăng cường hiệu suất phát quang và độ tinh khiết màu sắc, diot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ chứa hợp chất này.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Do các thiết bị hiển thị trở nên lớn hơn, nên tồn tại nhu cầu về thiết bị hiển thị phẳng với việc chiếm không gian nhỏ. Trong các thiết bị hiển thị phẳng, thiết bị hiển thị sử dụng diot phát sáng hữu cơ (organic light-emitting diode - OLED) đã trở thành tiêu điểm.

Trong OLED, các điện tích điện được tiêm vào trong lớp phát giữa điện cực tiêm điện tử (*tức là*, cực âm) và điện cực tiêm lỗ trống (*tức là*, cực dương), nên các điện tích điện được kết hợp để được ghép cặp, và sau đó phát sáng khi các điện tích điện được kết hợp biến mất.

OLED có thể được tạo thành, thậm chí trên đế trong suốt mềm dẻo như đế nhựa. Ngoài ra, OLED có thể được điều vận tại điện thế thấp hơn là 10 V hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, OLED có mức tiêu thụ công suất tương đối thấp để dẫn động khi so sánh với các tấm hiển thị plasma và các thiết bị hiển thị điện phát quang vô cơ, và độ tinh khiết về màu sắc của chúng là cực kỳ cao. Ngoài ra, do OLED có thể hiển thị các màu sắc khác nhau như màu xanh lục, màu xanh lam, màu đỏ và dạng tương tự, nên thiết bị hiển thị OLED đã thu hút được nhiều sự chú ý như là thiết bị hiển thị thế hệ tiếp theo có thể thay thế thiết bị hiển thị tinh thể lỏng (crystal display device - LCD).

OLED có thể có lớp vật liệu phát được tạo lớp đơn giữa cực dương và cực âm, Theo cách khác, OLED có thể có lớp phát được tạo dạng nhiều lớp chứa lớp tiêm lỗ trống (hole

injection layer - HIL), lớp vận chuyển lỗ trống (hole transport layer - HTL), lớp vật liệu phát (emitting material layer - EML), lớp vận chuyển điện tử (electron transport layer - ETL) và lớp tiêm điện tử (electron injection layer - EIL) giữa cực dương và cực âm sao cho OLED có thể tăng cường hiệu suất phát quang. Lớp phát được tạo thành nhiều lớp có thể còn chứa lớp chặn exciton như lớp chặn điện tử (electron blocking layer - EBL) giữa HTL và EML và/hoặc lớp chặn lỗ trống (hole blocking layer - HBL) giữa EML và ETL để ngăn cản các exciton khỏi biến mất.

EML thông thường chứa chất chủ và chất pha tạp, và việc phát xạ thực tế được thực hiện tại chất pha tạp. Do vật liệu được sử dụng làm chất pha tạp màu lam phải có độ rộng vùng cấm rộng hơn khi so sánh với chất pha tạp màu xanh lục và/hoặc màu đỏ, nên sẽ có khó khăn trong việc phát triển chất pha tạp màu xanh lam. Công bố đơn sáng chế Mỹ số US No. 2007/0292714 bộc lộ các vật liệu phát quang xanh lam với lõi pyren và phần thay thế diphenyl. Tuy nhiên, vật liệu phát quang trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế có hiệu suất phát quang thấp và tuổi thọ ngắn và thể hiện độ tinh khiết về màu sắc thấp và tạo ra hạn chế cho việc áp dụng việc hiển thị toàn bộ các màu sắc.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Theo đó, sáng chế được bộc lộ ở đây đề xuất hợp chất hữu cơ, diot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ chứa các hợp chất hữu cơ mà về cơ bản là khắc phục một hoặc nhiều vấn đề trong các vấn đề nêu trên do các hạn chế và nhược điểm của tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

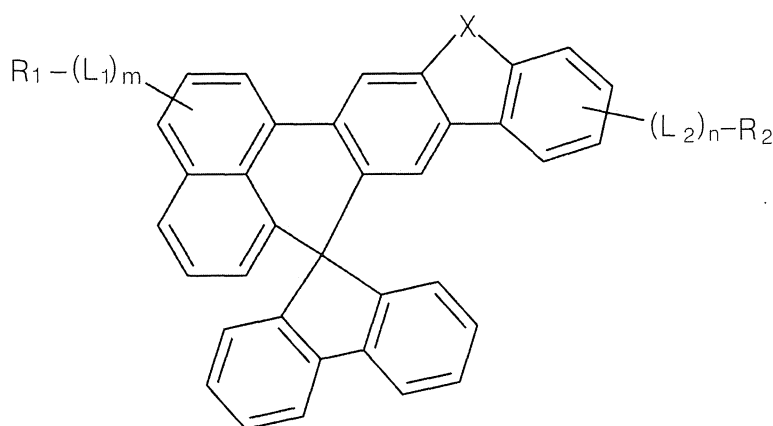
Mục đích theo sáng chế là để đề xuất hợp chất hữu cơ, diot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ có thể tăng cường hiệu suất phát quang và độ tinh khiết của màu sắc.

Mục đích khác của sáng chế là để đề xuất diot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ có thể làm giảm điện thế điều vận và việc tiêu thụ năng lượng, và có thể cải thiện tuổi thọ thiết bị.

Các đặc điểm và các ưu điểm của sáng chế sẽ được thể hiện trong phần mô tả dưới đây, và một phần của nó sẽ trở nên rõ ràng nhờ phần mô tả hoặc có thể được học nhờ bằng cách thực hiện sáng chế này. Những mục đích nêu trên và những ưu điểm khác của phần bộc lộ này sẽ có thể được thực hiện và thu được nhờ cấu trúc được mô tả cụ thể ở phần mô tả bằng văn bản và các điểm yêu cầu bảo hộ cũng như các hình vẽ kèm theo.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức hóa học 1 sau:

Công thức hóa học 1



trong đó mỗi thành phần trong số  $R_1$  và  $R_2$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa hydro, nhóm amin không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aralkyl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aralkyl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryloxy  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryloxy  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và ít nhất một thành phần trong số  $R_1$  và  $R_2$  không phải là hydro, đơteri và triti; mỗi thành phần trong số  $L_1$  và  $L_2$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm arylene  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc

được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị arylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aralkylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aralkylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aryloxylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> và nhóm dị aryloxylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>; mỗi thành phần trong số m và n một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1; X là CR<sub>3</sub>R<sub>4</sub>, NR<sub>5</sub>, O hoặc S, trong đó mỗi thành phần trong số R<sub>3</sub> đến R<sub>5</sub> được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa hydro, nhóm alkyl C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> mạch thẳng hoặc được phân nhánh, nhóm aryl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aralkyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aralkyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aryloxyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryloxyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm arylamin C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> và nhóm dị arylamin C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>.

Theo khía cạnh khác, sáng chế này bộc lộ diot phát sáng hữu cơ (OLED) chứa điện cực thứ nhất; điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất; và lớp vật liệu phát xạ thứ nhất giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai, trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ nhất chứa hợp chất hữu cơ nêu trên.

Theo khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị phát sáng hữu cơ chứa đế và OLED được bố trí trên đế, như được mô tả ở trên.

Cần hiểu rằng cả phần mô tả tổng quát nêu trên lẫn phần mô tả chi tiết sau đây là chỉ được nêu làm ví dụ và nhằm mục đích thể hiện sáng chế rõ hơn, như được nêu ở những điểm yêu cầu bảo hộ.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các hình vẽ kèm theo, vốn được chứa để cho phép hiểu thêm về sáng chế, thể hiện (các) phương án thực hiện sáng chế, và cùng với phần mô tả, có chức năng giải thích các phương án thực hiện nguyên lý của sáng chế.

Fig.1 là hình cắt sơ lược minh họa thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ theo sáng chế.

Fig.2 là hình cắt sơ lược minh họa diốt phát sáng hữu cơ theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế.

Fig.3 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ hợp chất hữu cơ làm chất pha tạp huỳnh quang trong EML được tạo lớp đơn theo phương án thực hiện làm ví dụ theo sáng chế.

Fig.4 là hình cắt sơ lược minh họa diốt phát sáng hữu cơ theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.5 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang của vật liệu huỳnh quang được làm trễ theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.6 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi các độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang và chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML được tạo lớp đơn theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.7 là hình cắt sơ lược minh họa diốt phát sáng hữu cơ theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.8 là hình cắt sơ lược minh họa diốt phát sáng hữu cơ theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.9 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi các độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ và vật liệu huỳnh quang trong EML được tạo lớp kép theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.10 là hình cắt sơ lược minh họa diot phát sáng hữu cơ theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.11 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi các độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ và vật liệu huỳnh quang trong EML được tạo lớp ba theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Những khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết, các ví dụ về các khía cạnh đó được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo.

#### Hợp chất hữu cơ

Điốt phát sáng hữu cơ (organic light emitting diode - OLED) phát ánh sáng khi các lỗ trống được tiêm vào từ cực dương và các điện tử được tiêm vào từ cực âm được kết hợp để tạo thành các exciton trong EML và sau đó các exciton ở trạng thái kích thích không cân bằng, trở lại trạng thái cơ bản ổn định. Hiệu suất lượng tử ngoài (external quantum efficiency - EQE;  $\eta_{\text{ext}}$ ) của vật liệu phát quang được áp dụng cho EML có thể được tính toán bởi phương trình (1) sau:

$$\eta_{\text{ext}} = \eta_{\text{S/T}} \times \Gamma \times \Phi \times \eta_{\text{out-coupling}} \quad (1)$$

Trong phương trình (1), “ $\eta_{\text{S/T}}$ ” là hiệu suất sinh exciton (tỉ lệ nhóm đơn/nhóm ba); “ $\Gamma$ ” là thông số cân bằng điện tích; “ $\Phi$ ” là hiệu suất lượng tử bức xạ; “ $\eta_{\text{out-coupling}}$ ” là hiệu suất tách rời.

“ $\eta_{S/T}$ ” là tỉ lệ biến đổi từ exciton thành ánh sáng và có trị số tối đa là 0,25 trong trường hợp của các vật liệu huỳnh quang. Theo lý thuyết, khi các điện tử gặp các lỗ trống để hình thành exciton, exciton nhóm đơn có spin được ghép cặp và exciton nhóm ba có spin được ghép cặp được tạo ra theo tỉ lệ là 1:3 theo các việc sắp xếp spin. Chỉ exciton nhóm đơn trong số các exciton chỉ có thể tham gia vào quy trình phát xạ trong trường hợp của các vật liệu huỳnh quang.

Thông số cân bằng điện tích “ $r$ ” là cân bằng giữa các lỗ trống và các điện tử trong đó tạo thành các exciton và nói chung là có trị số là “1” giả sử theo việc khớp 1:1 là 100%. “ $\Phi$ ” là trị số liên quan tới hiệu suất phát quang của các vật liệu chiếu sáng thực tế và phụ thuộc vào hiện tượng phát quang của chất pha tạp trong hệ chất chủ-chất pha tạp.

“ $\eta_{\text{out-coupling}}$ ” là tỉ lệ của ánh sáng được tách ra bên ngoài trong toàn bộ ánh sáng được phát ra trong các vật liệu phát quang. Khi vật liệu phát quang đẳng hướng được lắng đọng nhiệt trên màng mỏng, mỗi phân tử trong các phân tử phát quang không có hướng cụ thể, mà tồn tại với các trạng thái ngẫu nhiên. Hiệu suất tách trong hướng ngẫu nhiên này nói chung là được giả sử là “0,2”. Theo đó, khi kết hợp 4 thông số của phương trình (1) nêu trên, OLED có thể thể hiện hiệu suất phát quang 5% bởi giá trị tối đa trong trường hợp sử dụng vật liệu huỳnh quang trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

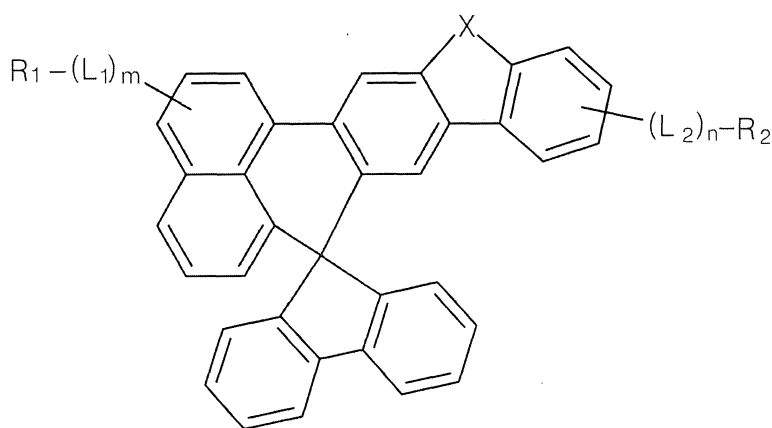
Trái lại, các vật liệu lân quang sử dụng cơ chế phát quang khác biến đổi cả các exciton nhóm đơn và exciton nhóm ba thành ánh sáng. Các vật liệu lân quang biến đổi các exciton nhóm đơn thành các exciton nhóm ba qua việc giao cắt liên hệ thống (intersystem crossing - ISC). Do đó, có thể tăng cường hiệu suất phát quang trong trường hợp áp dụng các vật liệu lân quang sử dụng cả các exciton nhóm đơn và các exciton nhóm ba trong quá trình phát quang khi so sánh với các vật liệu huỳnh quang.

Trong trường hợp sử dụng các phức chất kim loại có kim loại nặng như Ir, Pt, và dạng tương tự làm các vật liệu lân quang, có thể biến đổi trạng thái nhóm ba thành trạng thái nhóm đơn qua các liên kết spin-quỹ đạo mạnh nhờ kim loại nặng. Tuy nhiên, các vật liệu lân quang màu xanh lam trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế không có đủ độ tinh

kiết về màu sắc cho thiết bị hiển thị và thể hiện tuổi thọ phát quang ngắn, và do đó không được sử dụng trong các thiết bị hiển thị thương mại.

Do đó, cần phải phát triển hợp chất phát quang có hiệu suất phát quang và độ tinh khiết về màu sắc được tăng cường, và diot phát sáng chứa hợp chất phát quang này. Hợp chất hữu cơ theo sáng chế này có lõi anthracen vòng với hình thái hóa học rắn, và ít nhất một phần thay thế được liên kết vào lõi anthracen vòng. Hợp chất hữu cơ theo sáng chế có thể được biểu diễn bởi công thức hóa học 1 bên dưới:

Công thức hóa học 1



Trong công thức hóa học 1, mỗi thành phần trong số  $R_1$  và  $R_2$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa hydro, đoteri, triti, nhóm amin không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aralkyl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aralkyl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryloxy  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryloxy  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , và ít nhất một thành phần trong số  $R_1$  và  $R_2$  không phải là hydro, đoteri và triti,

Mỗi thành phần trong số  $L_1$  và  $L_2$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm arylen  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị arylen  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aralkylen  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aralkylen  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryloxylen  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryloxylen  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , và mỗi thành phần trong số  $m$  và  $n$  một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1, và

$X$  là  $CR_3R_4$ ,  $NR_5$ , O hoặc S. Mỗi thành phần trong số  $R_3$  đến  $R_5$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa hydro, đơteri và triti, nhóm alkyl  $C_1-C_{20}$  mạch thẳng hoặc được phân nhánh, nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aralkyl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aralkyl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryloxy  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aryloxy  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm arylamin  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị arylamin  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ .

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “không được thay thế” nghĩa là nguyên tử hydro được liên kết, và trong trường hợp này nguyên tử hydro chứa proti, đơteri và triti.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “dị - hetero” được mô tả trong “dị vòng thơm - béo - heteroalicyclic ring”, “nhóm alkyl dị vòng - heterocyclic alkyl group”, “nhóm dị aryl - heteroaryl group”, “nhóm dị aralkyl - heteroaralkyl group”, “nhóm dị aryloxy - heteroaryloxy group”, “nhóm dị arylamin - heteroaryl amino group”, “nhóm dị arylen -

heteroarylene group”, “nhóm dị aralkylen - heteroaralkylene group”, “nhóm dị aryloxylen - heteroaryloxylen group”, và dạng tương tự nghĩa là ít nhất một nguyên tử cacbon, ví dụ 1 đến 5 nguyên tử cacbon, tạo thành các vòng thơm hoặc vòng béo được thay thế với ít nhất một nguyên tử dị vòng được chọn từ nhóm chứa N, O, S và tổ hợp của chúng.

Nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, có thể được thay thế với ít nhất một của nhóm amin, nhóm aryl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aralkyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aralkyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aryloxy C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryloxy C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm arylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm arylamin C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> và nhóm dị arylamin C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, của R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> và/hoặc R<sub>5</sub>, và/hoặc ít nhất một của nhóm arylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị arylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aralkylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aralkylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aryloxylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> và nhóm dị aryloxylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> của L<sub>1</sub> và/hoặc L<sub>2</sub>, có thể không được thế hoặc được thế với ít nhất một nhóm chức khác. Ví dụ, nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> có thể được thay thế với, nhưng không hạn chế ở, nhóm alkyl C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> không được thế hoặc được thế với nguyên tử (các nguyên tử) halogen, nhóm (các nhóm) cyano và/hoặc nhóm (các nhóm) nitro; nhóm alkoxy C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> không được thế hoặc được thế với nhóm (các nhóm) cyano và/hoặc nhóm (các nhóm) nitro; nhóm alkyl halogenua như -CF<sub>3</sub>; nhóm hydroxyl, nhóm cacboxyl, nhóm cacbonyl và nhóm amin, mỗi thành phần trong số chúng một cách tương ứng không được thế hoặc được thế với nguyên tử (các nguyên tử) halogen, nhóm (các nhóm) cyano và/hoặc nhóm (các nhóm) nitro; nhóm amin được thay thế với nhóm alkyl C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>; nhóm amin được thay thế với nhóm aryl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> và/hoặc nhóm dị aryl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm nitro; nhóm hydrazyl; nhóm sulfonyl; nhóm alkyl silyl C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>; nhóm alkoxy silyl C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>; nhóm cycloalkyl silyl C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm aryl silyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm aryl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm dị aryl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm aralkyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm dị aralkyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm aryloxy C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>; nhóm dị aryloxy C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>; và dạng tương tự.

Nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> có thể bao gồm, nhưng không hạn chế ở, nhóm aryl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aralkyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aralkyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>,

nhóm aryloxyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryloxyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm arylamin C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> và/hoặc nhóm dị arylamin C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>.

Ví dụ, nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, có thể tạo thành ít nhất một thành phần trong số R<sub>1</sub> đến R<sub>5</sub> theo công thức hóa học 1 hoặc được thay thế với ít nhất một thành phần trong số R<sub>1</sub> đến R<sub>5</sub> của công thức hóa học 1, một cách độc lập có thể bao gồm, nhưng không hạn chế ở, nhóm thơm không được dung hợp hoặc được dung hợp như phenyl, biphenyl, terphenyl, tetraphenyl, naphthyl, anthracenyl, indenyl, phenalenyl, phenanthrenyl, azulenyl, pyrenenyl, fluorenyl, tetracenyl, indacenyl hoặc spiro fluorenyl, mỗi thành phần trong chúng có thể là nhóm dị vòng thơm không được thế hoặc được thế, hoặc không được dung hợp hoặc được dung hợp như furanyl, thiophenyl, pyrrolyl, pyridyl, pyrimidyl, imidazolyl, pyrazolyl, oxazolyl, iso-oxazolyl, thiazolyl, iso-thiazoyl, pyridinyl, pyrimidinyl, pyrazinyl, pyridazinyl, triazinyl, tetrazinyl, indolyl, cacbazolyl, benzothieno cacbazolyl, quinoliny, iso-quinoliny, phthalazinyl, quinoxaliny, cinnoliny, quinazolinyl hoặc salinyl không được thế hoặc được thế, mỗi thành phần trong số chúng có thể không được thế hoặc được thế.

Trong trường hợp này, khi số các vòng thơm hoặc dị vòng thơm tạo thành một cách tương ứng là R<sub>1</sub> tới R<sub>5</sub> trong công thức hóa học 1 trở nên lớn hơn, thì toàn bộ hợp chất hữu cơ có thể có cấu trúc liên hợp dài sao cho độ rộng vùng cấm năng lượng của nó có thể bị giảm một cách đáng kể. Ví dụ, mỗi thành phần trong số R<sub>1</sub> tới R<sub>5</sub> trong công thức hóa học 1 có thể có từ 1 đến 4 vòng thơm, tốt hơn nếu là 1 hoặc 2 vòng thơm. Ngoài ra, mỗi thành phần trong số R<sub>1</sub> đến R<sub>5</sub> một cách tương ứng có thể là vòng 5 thành phần, vòng 6 thành phần hoặc 7 thành phần sao cho hợp chất hữu cơ có thể có độ rộng tối đa tại nửa cực đại (full width at half maximum - FWHM) hẹp.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ, L<sub>1</sub> và/L<sub>2</sub> là bộ phận liên kết trong công thức hóa học 1 có thể là bộ phận liên kết thơm không được thay thế hoặc được thay thế. Ví dụ, trong trường hợp mà trong đó L<sub>1</sub> và/hoặc L<sub>2</sub> là nhóm arylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thay thế hoặc được thay thế, thì mỗi thành phần trong số L<sub>1</sub> và/hoặc L<sub>2</sub> một cách độc lập có thể

được chọn từ nhóm, nhưng không hạn chế ở, phenylen, biphenylen, terphenylen, tetraphenylen, indenylen, naphthylen, azulenylen, indacenylen, acenaphthylen, florenylen, spiro-fluorenylen, anthracenylen, fluoranthrenylen, triphenylen, pyrenylen, chrysenylen, naphacenylen, picylen, perylenylen, pentaphenylen và hexacenylen, mỗi thành phần trong số chúng một cách tương ứng là không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>.

Theo phương án thực hiện khác, trong trường hợp mà trong đó L<sub>1</sub> và/hoặc L<sub>2</sub> là nhóm dị arylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể, thì mỗi thành phần trong số L<sub>1</sub> và/hoặc L<sub>2</sub> có thể được chọn một cách độc lập từ nhóm, nhưng không hạn chế ở, pyrrolylen, imidazolylen, pyrazolylen, pyridinylen, pyrazinlylen, pyrimidinylen, pyridazinlylen, indolylen, iso-indolylen, indazolylen, purinylen, quinolinylen, iso-quinolinylen, benzo-quinolinylen, phthalazinylen, naphthyridinylen, quinoxalinylen, quinazolinylen, benzo-iso-quinolinylen, benzo-quinazolinylen, benzo-quinoxalinylen, cinnlinylen, phenanthridinylen, acridinylen, phenanthrolinylen, phenazinylen, benzoxazolylen, benaimidazolylen, furanylen, benzo-furanylen, đibenzo-furanylen, thiophenylen, benzo-thiophenylen, thiazolylen, iso-thiazolylen, benzo-thiazolylen, oxazolylen, iso-oxazolylen, triazolylen, tetrazolylen, oxadiazolylen, triazinylen, benzofuro-dibenzofuranylen, benzothieno-benzo-furanylen, benzothieno-đibenzo-furanylen, benzo-thiophenylen, đibenzo-thiophenylen, benzothieno-benzo-thiophenylen, benzothieno-đibenzo-thiophenylen, cacbazolylen, benzo-cacbazolylen, đibenzo-cacbazolylen, indolo-cacbazolylen, indenocacbazolylen, benzofuro-cacbazolylen, benzothieno-cacbazolylen, imidazo-pyrimidinylen và imidazo-pyridinylen, mỗi thành phần trong số chúng một cách tương ứng là không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, khi số của các vòng thơm hoặc dị vòng thơm một cách tương ứng là L<sub>1</sub> và/hoặc L<sub>2</sub> trở nên lớn hơn thì toàn bộ hợp chất hữu cơ có thể có các cấu trúc liên hợp dài sao cho độ rộng vùng cấm năng lượng của nó có thể bị

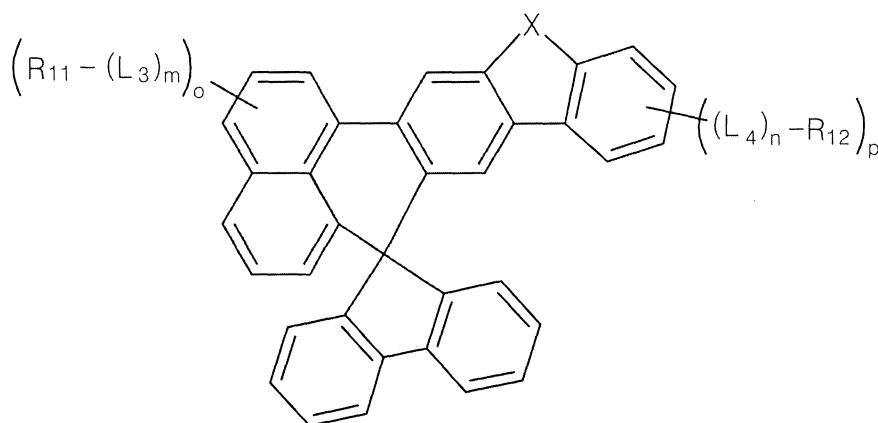
giảm một cách đáng kể. Tốt hơn nếu, số các vòng thơm hoặc dị vòng thơm tạo thành một cách tương ứng là  $L_1$  và/hoặc  $L_2$  trong công thức hóa học 1 có thể 1 hoặc 2, và tốt hơn nữa nếu là một. Ngoài ra, mỗi thành phần trong số  $L_1$  và/hoặc  $L_2$  một cách tương ứng có thể là vòng 5 thành phần, vòng 6 thành phần, hoặc vòng 7 thành phần liên quan tới việc tiêu điện tích và/hoặc vận chuyển điện tích, và tốt hơn nếu là vòng 6 thành phần. Ví dụ, mỗi thành phần trong số  $L_1$  và/hoặc  $L_2$  một cách độc lập có thể là, nhưng không hạn chế ở, phenylen, biphenylen, pyrrolylen, imidazolylen, pyrazolylen, pyridinylen, pyrazinlylen, pyrimidinlylen, pyridazinlylen, furanylen hoặc thiophenylen không được thay thế hoặc được thay thế.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong số  $R_1$  và  $R_2$  có thể được liên kết tới vị trí -ortho, vị trí -meta hoặc vị trí -para, tốt hơn nếu là vị trí meta hoặc vị trí para của lõi anthracen vòng một cách trực tiếp hoặc thông qua bộ phận liên kết  $L_1$  và  $L_2$ .

Do hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức hóa học 1 có lõi anthracen vòng rắn về mặt hình thể, được liên kết bởi nhóm amin và/hoặc nhóm thơm hoặc dị vòng thơm, nên nó có thể tăng cường độ tinh khiết về màu sắc của nó. Cụ thể là, có khả năng áp dụng diot phát sáng hoặc thiết bị làm giảm điện thế điều vận của chúng và tăng cường hiệu suất phát quang của chúng bằng cách sử dụng hợp chất hữu cơ theo sáng chế này. Ví dụ, hợp chất hữu cơ theo sáng chế này có thể được sử dụng làm chất pha tạp của lớp vật liệu phát của diot phát sáng hữu cơ.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, hợp chất hữu cơ theo sáng chế có thể là hợp chất hữu cơ có lõi anthracen vòng và nhóm thơm hoặc dị vòng thơm được liên kết (được kết nối hoặc được kết hợp) vào lõi anthracen vòng. Nhóm thơm hoặc dị vòng thơm có thể được liên kết một cách trực tiếp tới lõi anthracen vòng hoặc được liên kết vào lõi anthracen vòng thông qua bộ phận liên kết vòng thơm hoặc dị vòng thơm. Hợp chất hữu cơ này có thể có cấu trúc sau theo công thức hóa học 2:

Công thức hóa học 2

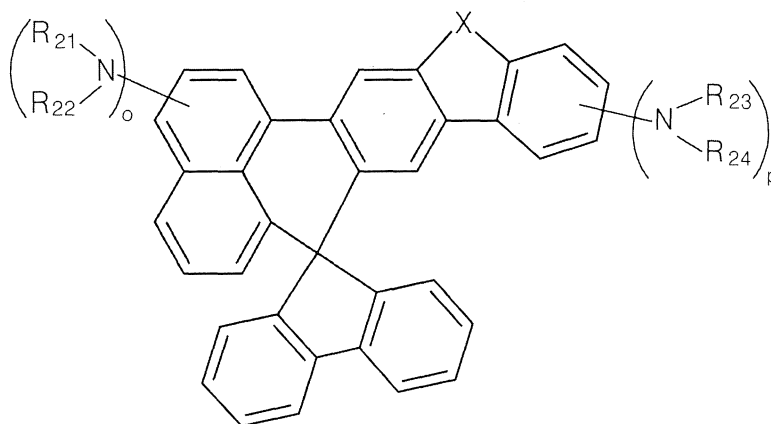


Theo công thức hóa học 2, mỗi thành phần trong số  $R_{11}$  và  $R_{12}$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , mỗi thành phần trong số  $L_3$  và  $L_4$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm arylen  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị arylen  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , Mỗi thành phần trong số  $o$  và  $p$  một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1, và ít nhất một trong số  $o$  và  $p$  là 1. Mỗi thành phần trong số  $m$ ,  $n$  và  $X$  là giống nhau như được xác định trong công thức hóa học 1.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong số nhóm aryl và nhóm dị aryl của  $R_{11}$  và/hoặc  $R_{12}$  trong công thức hóa học 2 một cách tương ứng có thể bao gồm nhóm aryl và nhóm dị aryl như được giải thích trong công thức hóa học 1, và mỗi thành phần trong số nhóm arylen và nhóm dị arylen của  $L_3$  và/hoặc  $L_4$  trong công thức hóa học 2 một cách tương ứng có thể bao gồm nhóm arylen và nhóm dị arylen như được giải thích trong công thức hóa học 1. Ngoài ra, một thành phần trong số  $o$  và  $p$  trong công thức hóa học 2 có thể, nhưng không hạn chế ở, 0 (không). Theo phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong số  $R_{11}$  và  $R_{12}$  có thể được liên kết tới vị trí -ortho, vị trí -meta hoặc vị trí -para, tốt hơn nếu là vị trí meta hoặc vị trí para trên vòng sáu thành phần bên ngoài trong lõi anthracen vòng một cách trực tiếp hoặc thông qua thành phần liên kết  $L_3$  hoặc  $L_4$ .

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, hợp chất hữu cơ theo sáng chế có thể là hợp chất hữu cơ có lõi anthraxen vòng được liên kết bởi các nhóm amin thơm hoặc dị vòng thơm. Như hợp chất hữu cơ có thể có cấu trúc sau của công thức hóa học 3:

Công thức hóa học 3



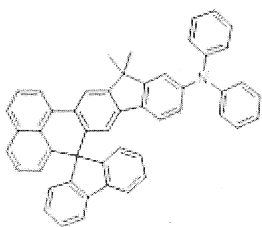
Trong công thức hóa học 3, mỗi thành phần trong số  $R_{21}$  tới  $R_{24}$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ . Mỗi thành phần trong số  $o$  và  $p$  một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1, và ít nhất một trong số  $o$  và  $p$  là 1.  $X$  là giống nhau như được xác định trong công thức hóa học 1.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong số nhóm aryl và nhóm dị aryl của  $R_{21}$  đến  $R_{24}$  trong công thức hóa học 3 một cách tương ứng có thể chứa nhóm aryl và nhóm dị aryl như được giải thích trong công thức hóa học 1. Ngoài ra, một thành phần trong số  $o$  và  $p$  trong công thức hóa học 3 có thể, nhưng không hạn chế ở, 0 (không). Theo phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong số nhóm amin được thay thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm có thể được liên kết vào vị trí -ortho, vị trí meta hoặc vị trí para, tốt hơn nếu là vị trí meta hoặc vị trí para của lõi anthraxen vòng.

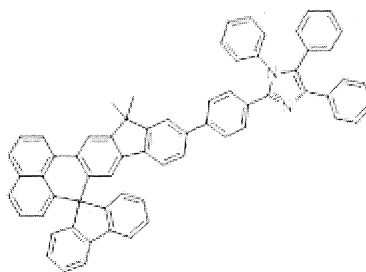
Như là một ví dụ, mỗi thành phần trong số  $R_{11}$  và  $R_{12}$  trong công thức hóa học 2 có thể chứa imidazolyl và thiazolyl mỗi thành phần trong số chúng không được thế hoặc

được thế với phenyl và mỗi thành phần trong số  $R_{21}$  đến  $R_{24}$  trong công thức hóa học 3 có thể bao gồm phenyl. Cụ thể, hợp chất hữu cơ theo sáng chế có thể có một trong các cấu trúc sau của công thức hóa học 4:

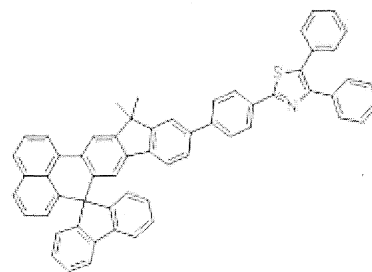
Công thức hóa học 4



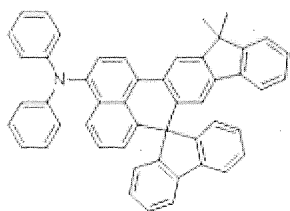
Hợp chất 1



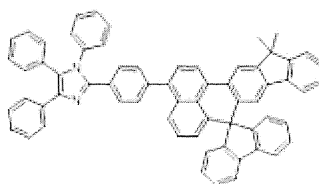
Hợp chất 2



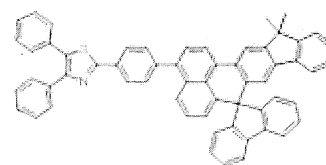
Hợp chất 3



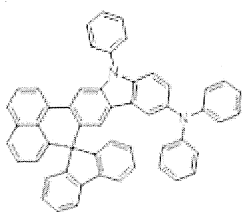
Hợp chất 4



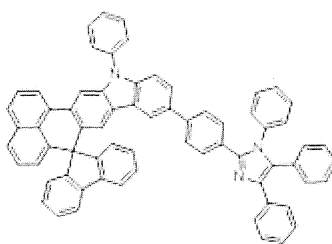
Hợp chất 5



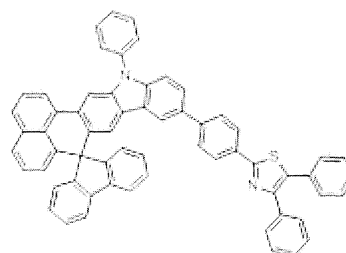
Hợp chất 6



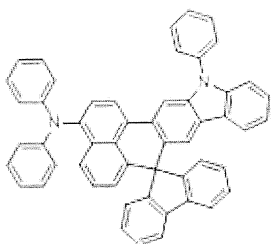
Hợp chất 7



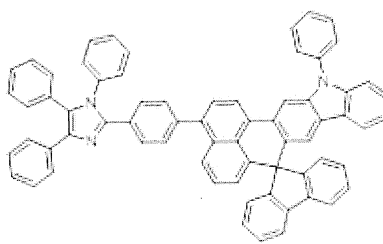
Hợp chất 8



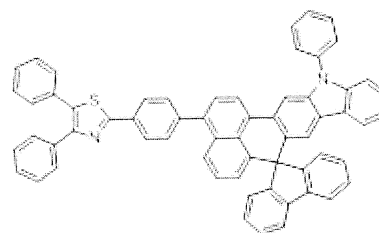
Hợp chất 9



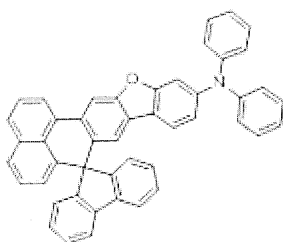
Hợp chất 10



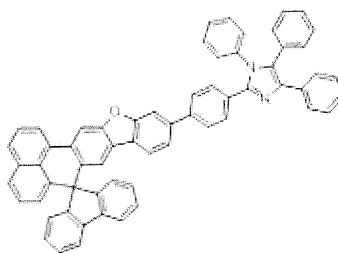
Hợp chất 11



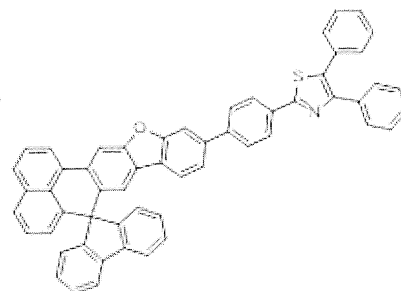
Hợp chất 12



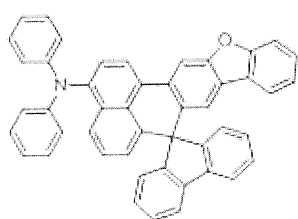
Hợp chất 13



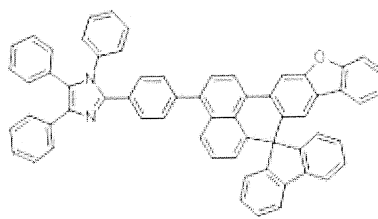
Hợp chất 14



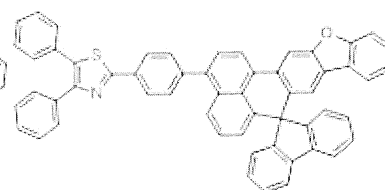
Hợp chất 15



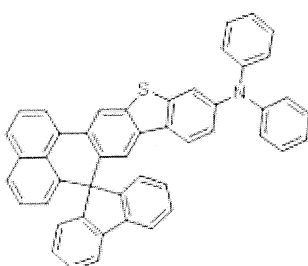
Hợp chất 16



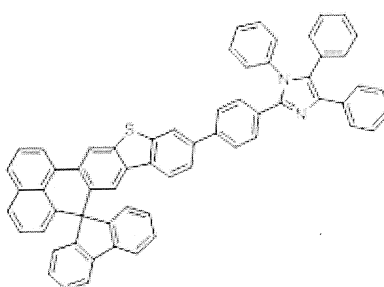
Hợp chất 17



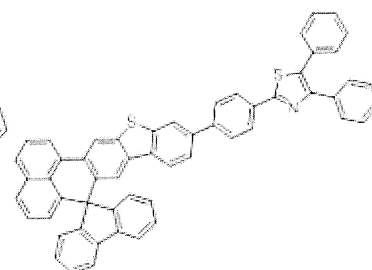
Hợp chất 18



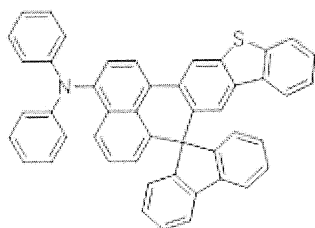
Hợp chất 19



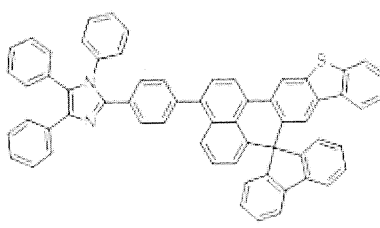
Hợp chất 20



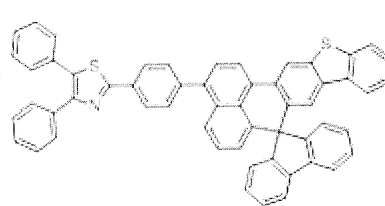
Hợp chất 21



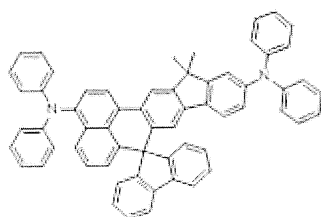
Hợp chất 22



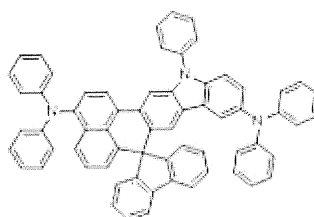
Hợp chất 23



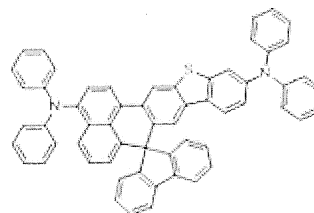
Hợp chất 24



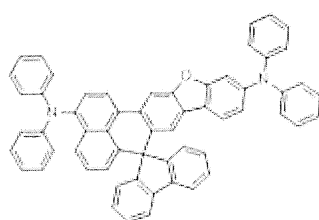
Hợp chất 25



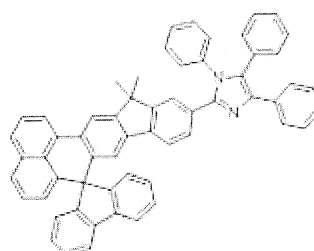
Hợp chất 26



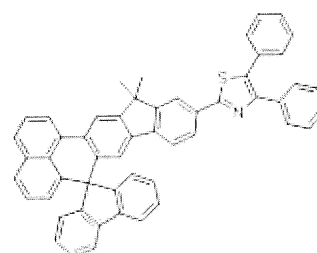
Hợp chất 27



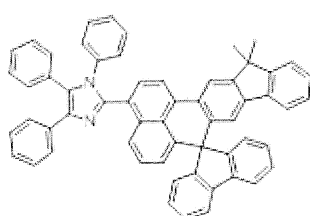
Hợp chất 28



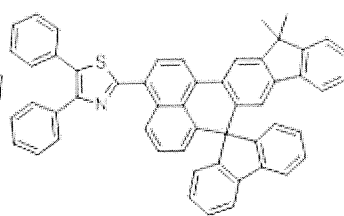
Hợp chất 29



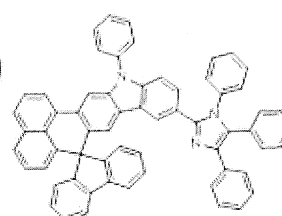
Hợp chất 30



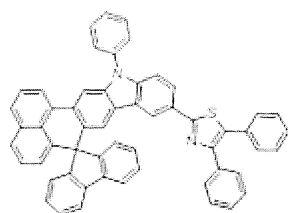
Hợp chất 31



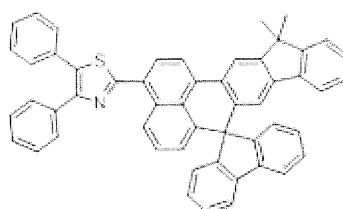
Hợp chất 32



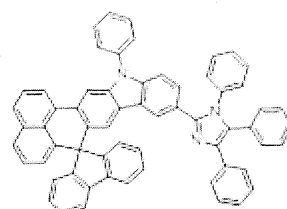
Hợp chất 33



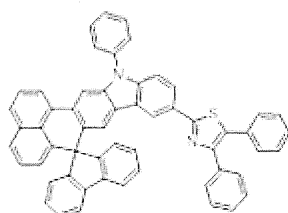
Hợp chất 34



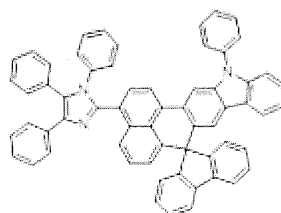
Hợp chất 35



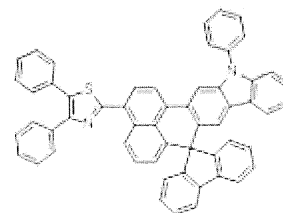
Hợp chất 36



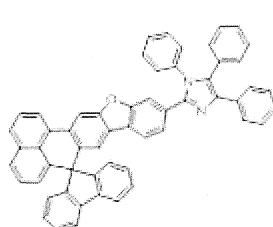
Hợp chất 37



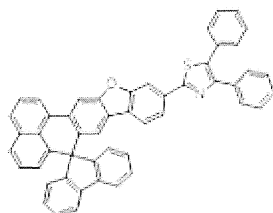
Hợp chất 38



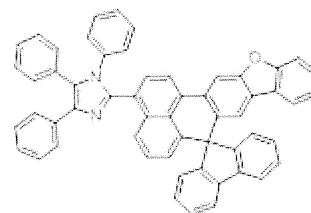
Hợp chất 39



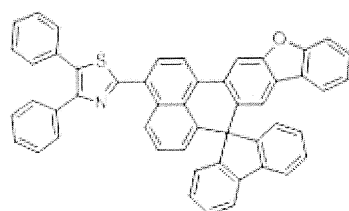
Hợp chất 40



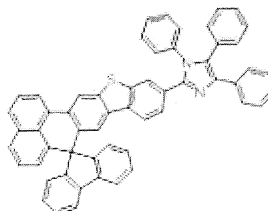
Hợp chất 41



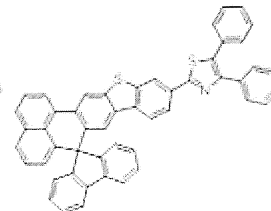
Hợp chất 42



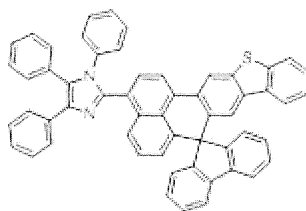
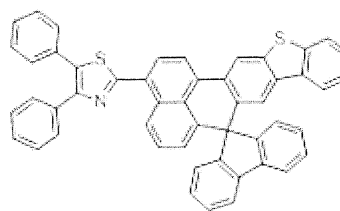
Hợp chất 43



Hợp chất 44



Hợp chất 45

**Hợp chất 46****Hợp chất 47**

Mỗi hợp chất trong các hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi các công thức hóa học 2 tới 4 nêu trên có lõi anthracen vòng rắn được tạo thành được liên kết bởi các nhóm thơm hoặc dị vòng thơm hoặc các nhóm amin được thay thế với các nhóm thơm hoặc dị vòng thơm. Mỗi hợp chất trong các hợp chất hữu cơ có độ tinh khiết về màu sắc được cải thiện và có thể được sử dụng làm hợp chất phát quang để cải thiện hiệu suất phát quang của điốt phát sáng hữu cơ hoặc thiết bị phát sáng hữu cơ.

[Điốt và thiết bị phát sáng hữu cơ]

Như được giải thích ở trên, hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi các công thức hóa học từ 1 đến 4 có thể được áp dụng cho lớp vật liệu phát của điốt phát sáng hữu cơ có độ tinh khiết về màu sắc cao, điện thế điều vận thấp và hiệu suất phát quang cao. Điốt phát sáng hữu cơ theo sáng chế có thể được áp dụng cho thiết bị phát sáng hữu cơ như thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ. Thiết bị hiển thị có điốt phát sáng hữu cơ theo sáng chế sẽ được giải thích. Fig.1 là hình cắt sơ lược minh họa thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ theo sáng chế.

Như được minh họa trên Fig.1, thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ 500 chứa đế 502, tranzito màng mỏng Tr trên đế 502, và điốt phát sáng hữu cơ 600 được kết nối tới tranzito màng mỏng Tr.

Đế 502 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, thủy tinh, vật liệu mềm dẻo, mỏng và/hoặc các nhựa polyme. Ví dụ, vật liệu mềm dẻo có thể được chọn từ nhóm, nhưng không hạn chế ở, polyimid (PI), polyetersulfon (PES), polyetylenaphtalat (PEN), polyethylene terephtalat (PET), polycacbonat (PC) và tổ hợp của chúng. Tranzito màng

mỏng Tr, và đế 502, mà diot phát sáng hữu cơ 600 được sắp xếp qua đó, tạo thành đế dạng mảng.

Lớp bộ đệm 504 có thể được bố trí qua đế 502, và tranzito màng mỏng Tr được bố trí qua lớp bộ đệm 504. Lớp đệm 504 này có thể được lược bỏ.

Lớp bán dẫn 510 được bố trí qua lớp bộ đệm 504. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, lớp bán dẫn 510 có thể chứa cả vật liệu bán dẫn oxit. Trong trường hợp này, mẫu chắn sáng (không được thể hiện) có thể được bố trí bên dưới lớp bán dẫn 510, và mẫu chắn sáng (không được thể hiện) có thể ngăn cản ánh sáng khỏi đi tới lớp bán dẫn 510, và nhờ đó, ngăn cản việc lớp bán dẫn 510 khỏi bị làm hỏng do ánh sáng. Theo cách khác, lớp bán dẫn 510 có thể bao gồm, nhưng không hạn chế ở, silic đa tinh thể. Trong trường hợp này, các gờ đối diện của lớp bán dẫn 510 có thể được pha tạp với các tạp chất.

Lớp cách ly cổng 520 được tạo thành từ vật liệu cách ly được bố trí trên lớp bán dẫn 510. Lớp cách ly cổng 520 có thể chứa vật liệu cách ly vô cơ như silic oxit ( $\text{SiO}_x$ ) hoặc silic nitrit ( $\text{SiN}_x$ ).

Điện cực cổng 530 được tạo thành từ vật liệu dẫn như kim loại được bố trí qua lớp cách ly cổng 520 để tương ứng với trung tâm của lớp bán dẫn 510. Trong khi lớp cách ly cổng 520 được bố trí qua toàn bộ diện tích của đế 502 trên Fig.1, lớp cách ly cổng 520 có thể được tạo mẫu giống như điện cực cổng 530.

Lớp cách ly liên lớp 540 được tạo thành từ vật liệu cách ly được bố trí trên điện cực cổng 530 với việc che phủ toàn bộ bề mặt của đế 502. Lớp cách ly liên lớp 540 có thể chứa vật liệu cách ly vô cơ như silic oxit ( $\text{SiO}_x$ ) hoặc silic nitrit ( $\text{SiN}_x$ ), hoặc vật liệu cách ly hữu cơ như benzocyclobuten hoặc photo-acryl.

Lớp cách ly liên lớp 540 có các lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ nhất và lớp bán dẫn thứ hai 542 và 544 phơi các cạnh của lớp bán dẫn 510 ra. Các lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ nhất và lớp bán dẫn thứ hai 542 và 544 được bố trí qua các cạnh đối diện của điện cực cổng 530 với việc tách biệt khỏi điện cực cổng 530. Các lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ nhất

và lớp bán dẫn thứ hai 542 và 544 được tạo thành nằm trong lớp cách ly cổng 520 trên Fig.1. Theo cách khác, các lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ nhất và lớp bán dẫn thứ hai 542 và 544 được tạo thành chỉ trong lớp cách ly liên lớp 540 khi lớp cách ly cổng 520 được tạo mẫu giống như điện cực cổng 530.

Điện cực nguồn 552 và điện cực máng 544, được tạo thành từ vật liệu dẫn như kim loại, được bố trí trên lớp cách ly liên lớp 540. Điện cực nguồn 552 và điện cực máng 544 được đặt tách biệt khỏi nhau so với điện cực cổng 530 và tiếp xúc cả hai cạnh của lớp bán dẫn 510 một cách tương ứng qua các lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ nhất và lớp bán dẫn thứ hai 542 và 544.

Lớp bán dẫn 510, điện cực cổng 530, điện cực nguồn 552 và điện cực máng 554 tạo thành tranzito màng mỏng Tr, vốn hoạt động như thành phần điều vận. Tranzito màng mỏng Tr trên Fig.1 có cấu trúc đồng phẳng trong đó điện cực cổng 530, điện cực nguồn 552 và điện cực máng 554 được bố trí qua lớp bán dẫn 510. Theo cách khác, tranzito màng mỏng Tr có thể có cấu trúc được đặt so le đảo ngược mà trong đó điện cực cổng được bố trí bên dưới lớp bán dẫn và các điện cực nguồn và điện cực máng được bố trí bên trên lớp bán dẫn. Trong trường hợp này, lớp bán dẫn có thể chứa silic vô định hình.

Mặc dù không được thể hiện trên Fig.1, nhưng đường cổng và đường dữ liệu, cắt nhau để xác định vùng điểm ảnh, và thành phần chuyển mạch, vốn được kết nối tới đường cổng và đường dữ liệu, có thể còn được tạo thành trong vùng điểm ảnh. Thành phần chuyển mạch được kết nối tới tranzito màng mỏng Tr, vốn là thành phần điều vận. Ngoài ra, đường công suất được đặt tách biệt và song song với đường cổng hoặc đường dữ liệu, và tranzito màng mỏng Tr có thể còn chứa tụ tích trữ được định cấu hình để giữ điện thế của điện cực cổng không đổi cho một khung.

Ngoài ra, thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ 500 có thể chứa bộ lọc màu (không được thể hiện) để hấp thụ một phần của ánh sáng được phát ra từ diot phát sáng hữu cơ 600. Ví dụ, bộ phận lọc màu (không được thể hiện) có thể hấp thụ ánh sáng có bước sóng cụ thể như màu đỏ (red - R), màu xanh lục (green - G) hoặc màu xanh lam (blue - B).

Trong trường hợp này, thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ 600 có thể tạo ra đầy đủ các màu sắc qua bộ phận lọc màu (không được thể hiện).

Ví dụ, khi thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ 500 là loại phát xạ đáy, thì bộ phận lọc màu (không được thể hiện) có thể được bố trí trên lớp cách ly liên lớp 540 với việc tương ứng với diot phát sáng hữu cơ 600. Theo cách khác, khi thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ 500 là loại phát xạ đỉnh, thì bộ phận lọc màu (không được thể hiện) có thể được bố trí trên diot phát sáng hữu cơ 600, nghĩa là, điện cực thứ hai 620.

Lớp thụ động 560 được bố trí trên các điện cực nguồn và điện cực máng 552 và 554 qua toàn bộ để 502. Lớp thụ động 560 có bề mặt trên phẳng và có lỗ tiếp xúc máng 562 phơi điện cực máng 554 của tranzito màng mỏng Tr ra. Trong khi lỗ tiếp xúc máng 562 được bố trí trên lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ hai 554, nó có thể được đặt tách khỏi lỗ tiếp xúc lớp bán dẫn thứ hai 554.

Diot phát sáng hữu cơ 600 chứa điện cực thứ nhất 610 được bố trí trên lớp thụ động 560 và được kết nối tới điện cực máng 554 của tranzito màng mỏng Tr. Diot phát sáng hữu cơ 600 còn chứa lớp phát 630 và điện cực thứ hai 620 mỗi thành phần trong số chúng được bố trí liên tiếp trên điện cực thứ nhất 610.

Điện cực thứ nhất 610 được bố trí trong từng vùng điểm ảnh. Điện cực thứ nhất 610 có thể là cực dương và chứa vật liệu dẫn có trị số công thoát tương đối cao. Ví dụ, điện cực thứ nhất 610 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, vật liệu dẫn trong suốt như indi thiếc oxit (ITO), indi kẽm oxit (IZO), indi thiếc kẽm oxit (ITZO), SnO, ZnO, indi cesi oxit (ICO), kẽm oxit được pha tạp nhôm (AZO), và dạng tương tự.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, khi thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ 500 là loại phát xạ đỉnh, điện cực phản xạ hoặc lớp phản xạ (không được thể hiện) có thể được bố trí bên dưới điện cực thứ nhất 610. Ví dụ, điện cực phản xạ hoặc lớp phản xạ (không được thể hiện) có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, hợp kim nhôm-paladi-copper (APC).

Ngoài ra, lớp bờ ngăn 570 được bố trí trên lớp thụ động 560 để che phủ các gờ của điện cực thứ nhất 610. Lớp bờ ngăn 570 phơi trung tâm của điện cực thứ nhất 610 ra.

Lớp phát 630 được bố trí trên điện cực thứ nhất 610. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, lớp phát 630 có thể có cấu trúc được tạo lớp đơn của lớp vật liệu phát. Theo cách khác, lớp phát 630 có thể có cấu trúc được tạo dạng đa lớp của lớp tiêm lỗ trống, lớp vận chuyển lỗ trống, lớp chặn điện tử, lớp vật liệu phát, lớp chặn lỗ trống, lớp vận chuyển điện tử và/hoặc lớp tiêm điện tử (xem các hình vẽ Fig.2, Fig.4, Fig.7, Fig.8 và Fig.10). Lớp phát 630 chứa hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4. Ví dụ, hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 có thể được sử dụng làm chất pha tạp của lớp phát 630, và lớp phát 630 có thể chứa chất chủ và các chất pha tạp khác.

Điện cực thứ hai 620 được bố trí qua đế 502 mà lớp phát 630 được bố trí trên đó. Điện cực thứ hai 620 có thể được bố trí qua toàn bộ vùng hiển thị và có thể chứa vật liệu dẫn có trị số công thoát tương đối thấp khi so sánh với điện cực thứ nhất 610. Điện cực thứ hai 620 có thể là cực âm. Ví dụ, điện cực thứ hai 620 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, nhôm (Al), magie (Mg), canxi (Ca), bạc (Ag), hợp kim của chúng hoặc tổ hợp của chúng như hợp kim nhôm-magie (Al-Mg).

Ngoài ra, màng bao bọc 580 có thể được bố trí qua điện cực thứ hai 620 để ngăn cản hơi ẩm từ bên ngoài khỏi xâm nhập vào trong điốt phát sáng hữu cơ 600. Màng bao bọc có thể có, nhưng không hạn chế ở, cấu trúc được cán của màng cách ly vô cơ thứ nhất 582, màng cách ly hữu cơ 584 và màng cách ly vô cơ thứ hai 586.

Lớp phát 630 của điốt phát sáng hữu cơ 600 có thể chứa hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp, như được mô tả ở trên. Hợp chất hữu cơ này có lõi anthracen vòng rắn và ít nhất một thành phần trong số nhóm (các nhóm) thơm hoặc dị vòng thơm và/hoặc nhóm (các nhóm) amin được liên kết với lõi anthracen vòng. Có thể sản xuất điốt phát sáng hữu cơ 600 và

thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ có thể tăng cường độ tinh khiết về màu sắc và hiệu suất phát quang của chúng cũng như làm giảm điện thế điều vận của chúng.

Fig.2 là hình cắt sơ lược minh họa diot phát sáng hữu cơ có hợp chất hữu cơ làm chất pha tạp huỳnh quang trong EML đơn theo phương án thực hiện làm ví dụ theo sáng chế.

Như được minh họa trên Fig.2, diot phát sáng hữu cơ (OLED) 100 theo phương án thực hiện làm ví dụ theo sáng chế chứa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 110 và 120 quay mặt vào nhau, lớp phát 130 được bố trí giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 110 và 120. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, lớp phát 130 chứa lớp tiêm lỗ trống (hole injection layer - HIL) 140, lớp vận chuyển lỗ trống (hole transport layer - HTL) 150, lớp vật liệu phát (emitting material layer - EML) 160, lớp vận chuyển điện tử (electron transport layer - ETL) 170 và lớp tiêm điện tử (electron injection layer - EIL) 180 mỗi lớp trong số chúng được cán liên tiếp từ điện cực thứ nhất 110.

Điện cực thứ nhất 110 có thể là cực dương cung cấp lỗ trống vào trong EML 160. Như được mô tả ở trên, điện cực thứ nhất 110 có thể chứa vật liệu dẫn có trị số công thoát tương đối cao, ví dụ, oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO). Theo phương án thực hiện làm ví dụ, điện cực thứ nhất 110 có thể chứa, nhưng không hạn chế ITO, IZO, ITZO, SnO, ZnO, ICO, AZO, và dạng tương tự.

Điện cực thứ hai 120 có thể cực âm cung cấp điện tử vào trong EML 160. Như được mô tả ở trên, điện cực thứ hai 120 có thể chứa vật liệu dẫn có các trị số công thoát tương đối thấp, tức là, vật liệu phản xạ cao như Al, Mg, Ca, Ag, các hợp kim của chúng, tổ hợp của chúng, và dạng tương tự.

HIL 140 được bố trí giữa điện cực thứ nhất 110 và HTL 150 và cải thiện tính chất giao diện giữa điện cực thứ nhất vô cơ 110 và HTL hữu cơ 150. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, HIL 140 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, 4,4',4''-Tris(3-methylphenylamino)triphenylamin (MTDATA), 4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (NATA), 4,4',4''-Tris(N-(naphtalen-1-yl)-N-phenyl-

amino)triphenylamin (1T-NATA), 4,4',4''-Tris(N-(naphthalen-2-yl)-N-phenyl-amino)triphenylamin (2T-NATA), đồng phtalocyanin (CuPc), Tris(4-carbazoyl-9-yl-phenyl)amin (TCTA), N,N'-điphenyl-N,N'-bis(1-naphthyl)-1,1'-biphenyl-4,4''-điamin (NPB; NPD), 1,4,5,8,9,11-Hexaazatriphenylenhexacacbonitril (Dipyrazino[2,3-f:2'3'-h]quinoxalin-2,3,6,7,10,11-hexacacbonitril; HAT-CN), 1,3,5-tris[4-(điphenylamino)phenyl]benzen (TDAPB), poly(3,4-etylenedioxythiophene)polystyren sulfonat (PEDOT/PSS) và/hoặc N-(biphenyl-4-yl)-9,9-đimetyl-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amin. HIL 140 có thể bị bỏ qua phù hợp với cấu trúc của OLED 100.

HTL 150 được bố trí liền kề với EML 160 giữa điện cực thứ nhất 110 và EML 160. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, HTL 150 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, N,N'-điphenyl-N,N'-bis(3-metylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4''-điamin (TPD), NPB, 4,4'-bis(N-cacbazoyl)-1,1'-biphenyl (CBP), Poly[N,N'-bis(4-butylnphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin] (Poly-TPD), Poly[(9,9-diocetylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(4,4'-(N-(4-sec-butylphenyl)điphenylamin))] (TFB), Di-[4-(N,N-di-p-tolyl-amino)-phenyl]cyclohexan (TAPC), N-(biphenyl-4-yl)-9,9-đimetyl-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amin và/hoặc N-(biphenyl-4-yl)-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)biphenyl-4-amin.

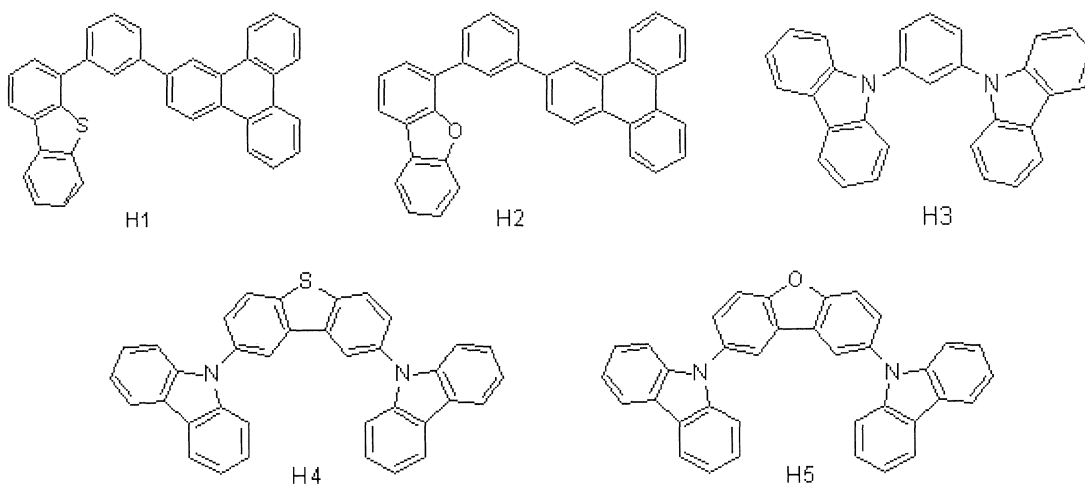
EML 160 có thể chứa chất chủ và chất pha tạp. Theo phương án thực hiện làm ví dụ này, EML 160 có thể chứa chất chủ (chất chủ thứ nhất) và hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất). EML 160 có thể chứa chất pha tạp huỳnh quang buổi lượng từ khoảng 1 tới khoảng 50% theo khối lượng và có thể phát màu xanh lam.

Chất chủ của EML 160 có thể, nhưng không hạn chế ở, 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-cacbazol-3-cacbonitril (mCP-CN), CBP, 3,3'-bis(N-cacbazoyl)-1,1'-biphenyl (mCBP), 1,3-Bis(cacbazol-9-yl)benzen (mCP), Oxybis(2,1-

phenylen))bis(điphenylphosphin oxit (DPEPO), 2,8-Bis(điphenylphosphoryl)đibenzothiophen (PPT), 1,3,5-Tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzen (TmPyPB), 2,6-Di(9H-cacbazol-9-yl)pyridin (PYD-2Cz), 2,8-di(9H-cacbazol-9-yl)đibenzothiophen (DCzDBT), 3',5'-Di(cacbazol-9-yl)-[1,1'-bipheyl]-3,5-đicacbonitril (DCzTPA), 4'-(9H-cacbazol-9-yl)biphenyl-3,5-đicacbonitril (pCzB-2CN), 3'-(9H-cacbazol-9-yl)biphenyl-3,5-đicacbonitril (mCzB-2CN), điphenyl-4-triphenylsilylphenylphosphin oxit (TPSO1), 9-(9-phenyl-9H-cacbazol-6-yl)-9H-cacbazol (CCP), 4-(3-(triphenylen-2-yl)phenyl)đibenzo[b,d]thiophen, 9-(4-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol, 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol và/hoặc 9-(6-(9H-cacbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicabazole.

Cụ thể, chất chủ có thể được sử dụng trong EML 160 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, một thành phần trong số H1 đến H5 được biểu diễn bởi cấu trúc sau theo công thức hóa học 5:

Công thức hóa học 5



Trong trường hợp này, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^H$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{FD}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất (xem, Fig.3).

ETL 170 và EIL 180 được cán một cách liên tiếp giữa EML 160 và điện cực thứ hai 120. ETL 170 chứa vật liệu có độ linh động của điện tử cao để tạo ra độ ổn định của các điện tử với EML 160 bởi việc vận chuyển điện tử nhanh.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, ETL 170 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, các hợp chất gốc oxadiazol, các hợp chất gốc triazol, các hợp chất gốc phenanthrolin, các hợp chất gốc benzoxazol, các hợp chất gốc benzothiazol, các hợp chất gốc benzimidazol, các hợp chất gốc triazin, và dạng tương tự.

Ví dụ, ETL 170 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, tris-(8-hydroxyquinolin nhôm ( $\text{Alq}_3$ ), 2-biphenyl-4-yl-5-(4-t-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (PBD), spiro-PBD, liti quinolat (Liq), 1,3,5-Tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzen (TPBi), Bis(2-metyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-biphenyl-4-olato)nhôm ( $\text{BALq}$ ), 4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Bphen), 2,9-Bis(naphtalen-2-yl)4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (NBphen), 2,9-dimetyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (BCP), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole (TAZ), 4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole (NTAZ), 1,3,5-Tri(p-pyrid-3-yl-phenyl)benzen (TpPyPB), 2,4,6-Tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)1,3,5-triazin ( $\text{TmPPPyTz}$ ), Poly[9,9-bis(3'-((N,N-dimetyl)-N-etylamoni)-propyl)-2,7-floren]-alt-2,7-(9,9-diocetylloren)] ( $\text{PFNBr}$ ) và/hoặc tris(phenylquinoxalin) (TPQ).

EIL 180 được bố trí giữa điện cực thứ hai 120 và ETL 170, và có thể cải thiện các tính chất vật lý của điện cực thứ hai 120 và do đó, có thể làm giảm tuổi thọ của OLED 100. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, EIL 180 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, kiềm halogenua như  $\text{LiF}$ ,  $\text{CsF}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{BaF}_2$  và dạng tương tự, và/hoặc hợp chất kim loại hữu cơ như liti benzoat, natri stearat, và dạng tương tự.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, khi EML 160 chứa chất chủ và chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất có thể hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4, cần thiết để điều chỉnh mức năng lượng nhóm đơn của các trạng thái kích thích và/hoặc các mức năng lượng nhóm ba của trạng thái

kích thích giữa chất chủ và chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất. Fig.3 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ và chất pha tạp huỳnh quang trong EML đơn theo phương án thực hiện làm ví dụ theo sáng chế.

Như được minh họa trên Fig.3, mỗi mức trong mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^H$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{FD}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất, một cách tương ứng, sao cho năng lượng exciton được sinh ra trong chất chủ có thể truyền tới chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, khoảng giới hạn bước sóng phát xạ của chất chủ có thể chồng lấn nhiều hơn với khoảng giới hạn bước sóng hấp thụ của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất sao cho năng lượng exciton có thể truyền một cách hiệu quả từ chất chủ tới chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất.

Do EML 160 chứa hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4, có lõi anthracen rắn được liên kết bởi nhóm amin được thay thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm và/hoặc bởi nhóm thơm hoặc dị vòng thơm, làm chất pha tạp huỳnh quang, nên độ tinh khiết về màu sắc của nó có thể được cải thiện. Ngoài ra, có khả năng làm giảm điện thế điều vận và cải thiện hiệu suất phát quang và tuổi thọ của OLED 100 sử dụng chất pha tạp huỳnh quang ổn định về mặt cấu trúc.

Mặc dù EML 160 chỉ chứa chất chủ và chất pha tạp huỳnh quang trong phương án thực hiện nêu trên, nhưng EML cũng có thể có hai hoặc hơn hai chất pha tạp. Fig.4 là hình cắt sơ lược minh họa OLED có chất chủ, vật liệu huỳnh quang được làm trể làm chất pha tạp thứ nhất, và hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp thứ hai trong EML đơn theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế. Như được minh họa trên Fig.4, OLED 100A theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế chứa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 110 và 120 quay mặt vào nhau và lớp phát 130a được bố trí giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 110 và 120.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, lớp phát 130a có thể chứa HIL 140, HTL 150, EML 160a, ETL 170 và EIL 180 mỗi thành phần trong số chúng được cán liên tiếp từ điện cực thứ nhất 110.

Theo phương án thực hiện này, EML 160a có thể chứa chất chủ (chất chủ thứ nhất), chất pha tạp thứ nhất và chất pha tạp thứ hai. Chất pha tạp thứ nhất có thể là chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ (T dopant) như chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ được kích hoạt bởi nhiệt, và chất pha tạp thứ hai có thể chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp F). Ví dụ, hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 có thể được sử dụng làm chất pha tạp thứ hai. Khi EML 160a còn chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ làm chất pha tạp thứ nhất, có thể áp dụng OLED 100A cải thiện hiệu suất phát quang một cách đáng kể bằng cách điều chỉnh các mức năng lượng giữa chất chủ và các chất pha tạp.

Huỳnh quang được làm trễ có thể được phân loại thành huỳnh quang được làm trễ được kích hoạt bởi nhiệt (thermally activated delayed fluorescence - TADF) và huỳnh quang được làm trễ được kích hoạt bởi trường (field activated delayed fluorescence - FADF). Exciton nhóm ba có thể được kích hoạt bởi nhiệt hoặc bởi điện trường trong huỳnh quang được làm trễ sao cho siêu huỳnh quang nằm ngoài hiệu suất phát quang tối đa bởi vật liệu huỳnh quang truyền thống có thể được tạo ra.

Do các exciton nhóm ba nằm trong vật liệu huỳnh quang được làm trễ có thể được kích hoạt bởi nhiệt hoặc điện trường được sinh ra trong suốt quá trình điều vận diot nên các exciton nhóm ba có thể được tham gia vào trong các quá trình phát xạ, như được minh họa trên Fig.5, là giản đồ sơ lược thể hiện cơ chế phát quang của vật liệu huỳnh quang được làm trễ trong EML theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Do vật liệu huỳnh quang được làm trễ thường có cả một nửa bộ phận cho điện tử và một nửa bộ phận nhận điện tử nên nó có thể được biến đổi thành trạng thái truyền điện tích nội phân tử (intramolecular charge transfer - ICT). Trong trường hợp sử dụng vật liệu huỳnh quang được làm trễ, vốn có thể được biến đổi thành trạng thái ICT, làm chất

pha tạp, cả các exciton có mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  và các exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  có thể di chuyển tới trạng thái mức năng lượng trung gian, tức là trạng thái ICT, và sau đó các exciton được tạo trạng thái trung gian có thể được truyền tới trạng thái cơ bản ( $S_0$ ;  $S_1 \rightarrow \text{ICT} \leftarrow T_1$ ). Do cả các exciton mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  và các exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  trong vật liệu huỳnh quang được làm trể đều tham gia vào trong quy trình phát xạ nên vật liệu huỳnh quang được làm trể có thể cải thiện hiệu suất lượng tử nội và hiệu suất phát quang.

Do cả quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất (Highest Occupied Molecular Orbital - HOMO) và quỹ đạo phân tử không bị chiếm thấp nhất (Lowest Unoccupied Molecular orbital - LUMO) đều được phân bố rộng rãi qua toàn bộ phân tử nằm trong vật liệu huỳnh quang chung, nên nó không khả thi để biến đổi liên thông giữa mức năng lượng đơn và mức năng lượng nhóm ba nằm trong nó (quy tắc chọn lựa). Trái lại, do vật liệu huỳnh quang được làm trể, có thể được biến đổi thành trạng thái ICT, có ít quỹ đạo chồng lấn giữa HOMO và LUMO, nên có ít tương tác giữa quỹ đạo phân tử trạng thái HOMO và quỹ đạo phân tử trạng thái LUMO nằm trong vật liệu huỳnh quang được làm trể. Kết quả là, các thay đổi của các trạng thái spin của các điện tử không có ảnh hưởng lên các điện tử khác, và băng truyền điện tích (charge transfer band - CT band) mới không theo quy tắc chọn lọc được hình thành trong vật liệu huỳnh quang được làm trể.

Nói cách khác, do vật liệu huỳnh quang được làm trể có một nửa bộ phận nhận điện tử tách biệt khỏi một nửa bộ phận cho điện tử nằm trong một phân tử, nên tồn tại trạng thái bị phân cực có mômen lưỡng cực lớn nằm trong phân tử. Do tương tác giữa quỹ đạo phân tử HOMO và quỹ đạo phân tử LUMO trở nên nhỏ với trạng thái được phân cực của mômen lưỡng cực nên cả các exciton mức năng lượng nhóm ba và các exciton mức năng lượng nhóm đơn đều có thể được biến đổi thành trạng thái ICT. Do đó, cả các exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  cũng như các exciton có mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  có thể tham gia vào trong quá trình phát xạ.

Trong trường hợp của việc điều vận diot chứa vật liệu huỳnh quang được làm trẽ, 25% exciton có mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  và 75% exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  được biến đổi thành trạng thái ICT bởi nhiệt hoặc điện trường, và sau đó các exciton được biến đổi chuyển tới trạng thái cơ bản  $S_0$  với việc phát quang. Do đó, vật liệu huỳnh quang được làm trẽ có thể có hiệu suất lượng tử nội là 100% theo lý thuyết.

Vật liệu huỳnh quang được làm trẽ phải có độ rộng vùng cấm  $\Delta E_{ST}^{TD}$  bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,3 eV, ví dụ, từ khoảng 0,05 tới khoảng 0,3 eV, giữa mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  và mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  sao cho năng lượng exciton trong cả mức năng lượng nhóm đơn và mức năng lượng nhóm ba có thể được truyền tới trạng thái ICT. Vật liệu có mức năng lượng độ rộng vùng cấm nhỏ giữa mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  và mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  có thể thể hiện việc huỳnh quang chung với việc cắt liên hệ thống (Inter system Crossing - ISC) mà trong đó các exciton có mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  có thể được truyền tới các exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$ , cũng như huỳnh quang được làm trẽ với việc cắt liên hệ thống đảo ngược (Reverser Inter System Crossing - RISC) mà trong đó các exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  có thể được truyền theo cách thẳng đứng tới các exciton có mức năng lượng đơn  $S_1$ , và sau đó exciton có mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  có thể được truyền tới trạng thái cơ bản  $S_0$ .

Do vật liệu huỳnh quang được làm trẽ có thể thể hiện hiệu suất lượng tử nội là 100% theo lý thuyết nên có thể áp dụng làm hiệu suất phát quang cao như vật liệu lân quang truyền thống chứa kim loại nặng. Tuy nhiên, do sự hình thành liên kết giữa bộ phận nhận điện tử-bộ phận cho điện tử và các việc xoắn trong không gian trong vật liệu huỳnh quang được làm trẽ, và chuyển tiếp vận chuyển điện tích (charge transfer transition - CT transition) được gây ra bởi chúng, vật liệu huỳnh quang được làm trẽ thể hiện phổ rộng trong quá trình phát xạ, tạo thành độ tinh khiết về màu sắc kém.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ theo sáng chế, EML 160a chứa hợp chất được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp thứ hai (chất pha tạp huỳnh quang) để ngăn cản việc độ tinh khiết về màu sắc của

OLED 100A khỏi bị hạ thấp dù có sử dụng vật liệu huỳnh quang được làm trễ làm chất pha tạp thứ nhất. Các exciton có mức năng lượng nhóm ba  $T_1$  có thể được truyền tới các exciton có mức năng lượng nhóm đơn  $S_1$  trong chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ bởi RISC, và năng lượng nhóm đơn của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ có thể được truyền tới chất pha tạp huỳnh quang trong cùng một EML bởi việc truyền năng lượng Dexter phụ thuộc vào hàm sóng chồng lấn giữa các phân tử liên kề do các trao đổi điện tử liên phân tử và việc khuếch tán exciton.

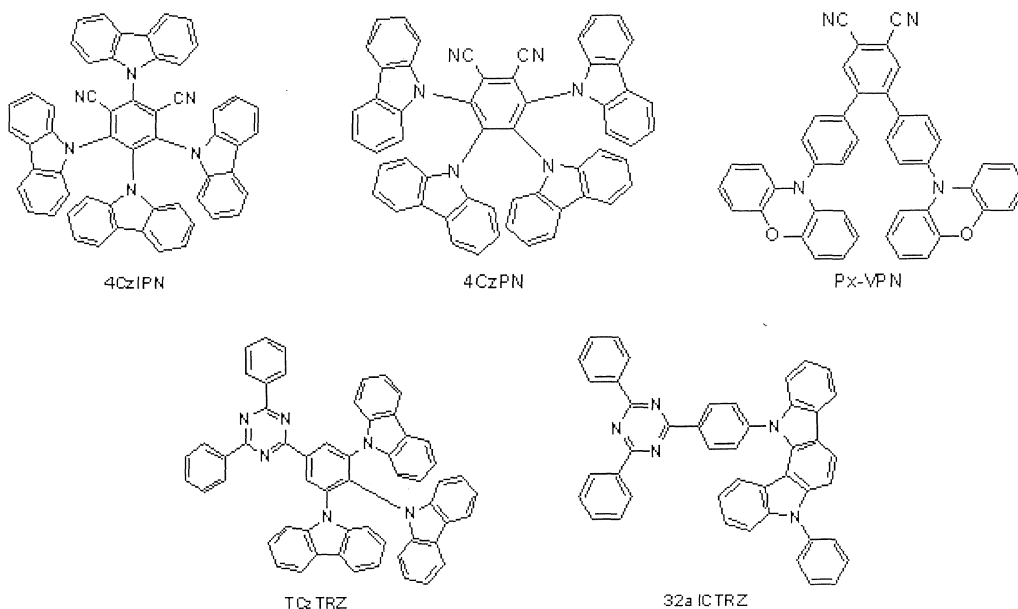
Trong trường hợp này, do việc phát xạ cuối cùng trong EML 160a được thực hiện tại chất pha tạp thứ hai, tức là, hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4, vốn có độ rộng tối đa tại nửa cực đại (FWHM - full width at half maximum) hẹp trong suốt quá trình truyền năng lượng exciton từ trạng thái kích thích tới trạng thái cơ bản, OLED 100A có thể tăng cường độ tinh khiết về màu sắc của nó. Ngoài ra, do OLED 100A có thể cải thiện một cách đáng kể hiệu suất phát quang, nên có thể áp dụng diot siêu huỳnh quang.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ, chất chủ trong EML 160a có thể, nhưng không hạn chế ở, mCP-CN, CBP, mCBP, mCP, DPEPO, TmPyPB, PYD-2Cz, DCzDBT, DCzTPA, pCzB-2CN, mCzB-2CN, TPSO1, CCP, 4-(3-(triphenyl-2-yl)phenyl)đibenzo[b,d]thiophen, 9-(4-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol, 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol và/hoặc 9-(6-(9H-cacbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicabazol.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, chất pha tạp thứ nhất (chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ) được sử dụng trong EML 160a có thể, nhưng không hạn chế ở, bis(4-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)metanon (Cz2BP), 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)-5-(4,6-điphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-9H-cacbazol (DcrTrZ), 3-(9H-cacbazol-9-yl)-9-(4-(4,6-điphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-9H-cacbazol (4-DcrTrZ), 10-(4-(4,6-điphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-10H-spiro[acridin-9,9'-xanthen], 4,5-di(9H-cacbazol-9-yl)phtalonitril (2CzPN), 2,4,5,6-Tetra(9H-cacbazol-9-yl)isophtalonitile (4CzIPN), 3,4,5,6-

Tetrakis(cacbazol-9-yl)-1,2-đicyanobenzen (4CzPN), 4,4''-Di(10H-phenoxazin-10-yl)-[1,1':2,1'-terphenyl]-4,5 – đicacbonitril (Px-VPN), 9,9',9''-(5-(4,6-điphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)benzen-1,2,3-triyl) tris(9H-cacbazol (TczTRZ) và/hoặc 12-(4-(4,6-điphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl-5-phenyl-5,12-dihydroindolo[3,2-a]cacbazol (32aICTRZ). Cụ thể, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ có thể được sử dụng làm chất pha tạp thứ nhất trong EML 160a có thể cấu trúc bất kỳ trong số các cấu trúc sau của công thức hóa học 6:

Công thức hóa học 6



Như vậy, khi EML 160a chứa chất chủ (chất chủ thứ nhất), chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ (chất pha tạp thứ nhất) và hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp thứ hai), thì có khả năng áp dụng siêu huỳnh quang và để cải thiện độ tinh khiết về màu sắc bằng cách điều chỉnh các mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp thứ nhất và chất pha tạp thứ hai.

Nói cách khác, EML 160a theo phương án thực hiện thứ hai theo sáng chế chứa hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp thứ hai. Hợp chất hữu cơ có lõi anthracen vòng rắn về mặt cấu trúc được

liên kết bởi ít nhất một của nhóm thơm hoặc dị vòng thơm và nhóm amin được thay thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm và FWHM hẹp. Theo đó, có thể áp dụng OLED mà có thể cho phép điều vận tại điện thế thấp và tăng cường hiệu suất phát quang và độ tinh khiết về màu sắc của nó sử dụng hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4. Ngoài ra, cũng có thể tối đa hóa hiệu suất phát quang và tuổi thọ của OLED 100A khi EML 160a chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trề.

Fig.6 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp thứ nhất (chất pha tạp huỳnh quang được làm trề) và chất pha tạp thứ hai (chất pha tạp huỳnh quang) trong EML theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế. Đề cập tới Fig.6, mỗi mức trong số mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^H$  và năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ phải cao hơn mỗi mức trong số mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề, một cách tương ứng, sao cho năng lượng exciton được sinh ra trong chất chủ có thể được truyền tới chất pha tạp huỳnh quang được làm trề từ trước.

Khi mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ không phải là đủ cao hơn mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề, thì các exciton của trạng thái nhóm ba  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề có thể được chuyển tới mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ. Do đó, các exciton của trạng thái nhóm ba  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề có thể biến mất như là việc không phát xạ và chúng không thể đóng góp vào việc phát xạ. Ví dụ, mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ có thể cao bởi lượng ít nhất là 0,2 eV khi so sánh với mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp thứ nhất.

Ngoài ra, cần thiết để điều chỉnh tính chất các mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất (Highest Occupied Molecular Orbital - HOMO) và các mức năng lượng

quỹ đạo phân tử không bị chiếm thấp nhất (Lowest Unoccupied Molecular Orbital - LUMO) của chất chủ và chất pha tạp huỳnh quang được làm trỗi. Ví dụ, sẽ ưu tiên là độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|HOMO^H-HOMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^H$ ) của chất chủ và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^{TD}$ ) của chất pha tạp huỳnh quang được làm trỗi, hoặc độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|LUMO^H-LUMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^H$ ) của chất chủ và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^{TD}$ ) của chất pha tạp thứ nhất có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,5 eV, ví dụ, giữa khoảng 0,1 eV tới khoảng 0,5 eV. Trong trường hợp này, các điện tích có thể được dịch chuyển một cách hiệu quả từ chất chủ tới chất pha tạp huỳnh quang được làm trỗi và nhờ đó tăng cường hiệu suất phát quang cuối cùng.

Ngoài ra, cần thiết để áp dụng OLED cho phép truyền các năng lượng từ chất pha tạp huỳnh quang được làm trỗi, vốn được biến đổi thành trạng thái phức ICT bởi RISC, thành chất pha tạp thứ hai của vật liệu huỳnh quang trong EML 160a, và có hiệu suất phát quang và độ tinh khiết về màu sắc cao. Để áp dụng OLED này, mỗi mức trong số mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp thứ nhất phải cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{FD}$  của chất pha tạp thứ hai.

Khi EML 160a chứa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang được làm trỗi (chất pha tạp thứ nhất) và chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp thứ hai), nó có thể chứa chất chủ nhiều hơn các chất pha tạp theo tỉ lệ khối lượng. Theo một phương án thực hiện, EML 160a có thể chứa chất pha tạp thứ nhất nhiều hơn chất pha tạp thứ hai theo tỉ lệ khối lượng. Ví dụ, các thành phần của chất chủ có thể lớn hơn các thành phần của chất pha tạp thứ nhất theo khối lượng trong EML 160a, và các thành phần của chất pha tạp thứ nhất có thể lớn hơn các thành phần của chất pha tạp thứ hai theo khối lượng trong EML 160a. Trong trường hợp này, năng lượng exciton có thể được truyền một cách hiệu quả từ chất

pha tạp thứ nhất tới chất pha tạp thứ hai trong EML 160a. Ví dụ, khi EML 160a chứa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ (chất pha tạp thứ nhất) và chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp thứ hai), thì chất pha tạp thứ nhất và chất pha tạp thứ hai có thể chứa bởi lượng từ khoảng 1 tới khoảng 50% theo khối lượng trong EML 160a.

Ngoài ra, OLED theo sáng chế có thể còn một hoặc nhiều lớp chặn exciton. Fig.7 là hình cắt sơ lược minh họa diot phát sáng hữu cơ có hợp chất hữu cơ làm chất pha tạp huỳnh quang trong EML đơn theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế. Như được minh họa trên Fig.7, OLED 200 theo phương án thực hiện thứ ba theo sáng chế chứa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 210 và 220, và lớp phát 230 được bố trí giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 210 và 220.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ, lớp phát 230 chứa HIL 240, HTL 250, và EML 260, ETL 270 và EIL 280 mỗi thành phần trong số chúng được cán liên tiếp bên trên điện cực thứ nhất 210. Ngoài ra, lớp phát 230 còn chứa lớp chặn exciton thứ nhất, tức là lớp chặn điện tử (electron blocking layer - EBL) 255 được bố trí giữa HTL 250 và EML 260 và/hoặc lớp chặn exciton thứ hai, tức là, lớp chặn lỗ trống (hole blocking layer - HBL) 275 được bố trí giữa EML 260 và ETL 270.

Như được đề cập tới ở trên, điện cực thứ nhất 210 có thể là cực dương và chứa, nhưng không hạn chế ở, vật liệu dẫn có các trị số công thoát cao như ITO, IZO, SnO, ZnO, ICO, AZO, và dạng tương tự. Điện cực thứ hai 220 có thể là cực âm và có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, vật liệu dẫn có các trị số công thoát tương đối nhỏ như Al, Mg, Ca, Ag, các hợp kim hoặc tổ hợp của chúng.

HIL 240 được bố trí giữa điện cực thứ nhất 210 và HTL 250. HIL 240 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, MTDATA, NATA, 1T-NATA, 2T-NATA, CuPc, TCTA, NPB(NPD), HAT-CN, TDAPB, PEDOT/PSS và/hoặc N-(biphenyl-4-yl)-9,9-đimetyl-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amin. HIL 240 có thể bị bỏ qua phù hợp với cấu trúc của OLED 200.

HTL 250 được bố trí liền kề với EML 260 giữa điện cực thứ nhất 210 và EML 260. HTL 250 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, các hợp chất amin thơm như TPD, NPD(NPB), CBP, poly-TPD, TFB, TAPC, ), N-(biphenyl-4-yl)-9,9-đimetyl-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amin và/hoặc N-(biphenyl-4-yl)-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)biphenyl-4-amin.

EML 260 có thể chứa chất chủ (chất chủ thứ nhất) và ít nhất một chất pha tạp. Theo phương án thực hiện làm ví dụ, EML 260 có thể chứa chất chủ và hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4 làm chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất). Ví dụ, EML 260 có thể chứa chất pha tạp huỳnh quang bởi khoảng 1% tới 50% theo khối lượng. Theo phương án thực hiện làm ví dụ, mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  và/hoặc mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^H$  của chất chủ là cao hơn mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{FD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất (xem, Fig.3).

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, EML 260 có thể chứa chất chủ (chất chủ thứ nhất), chất pha tạp thứ nhất và chất pha tạp thứ hai. Chất pha tạp thứ nhất có thể là chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, và chất pha tạp thứ hai có thể chất pha tạp huỳnh quang. Hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức từ 1 đến 4 có thể được sử dụng làm chất pha tạp thứ hai.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, chất chủ có thể, nhưng không hạn chế ở, mCP-CN, CBP, mCBP, MCP, DPEPO, PPT, TmPyPB, PYD-2CZ, DCzDBT, DCzTPA, pCzB-2CN, mCzB-2CN, TPSO1, CCP, 4-(3-(triphenylen-2-yl)phenyl)đibenzo[b,d]thiophen, 9-(4-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol, 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol và/hoặc 9-(6-(9H-cacbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicabazol. Cụ thể, chất chủ có thể bao gồm, nhưng không hạn chế ở, là thành phần bất kỳ trong số H1 đến H5 được biểu diễn bởi công thức hóa học 5 ở trên.

Chất pha tạp thứ nhất có thể, nhưng không hạn chế ở, Cz2BP, DcrTrZ, 4-DcrTrZ, 10-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-10H-spiro[acridin-9,9'-xanthen], 2CzPN, 4CzIPN, 4CzPN, Px-VPN, TczTRZ và/hoặc 32alCTRZ). Particularly, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ có thể, nhưng không hạn chế ở, chất bất kỳ trong công thức hóa học 6 nêu trên.

Trong trường hợp này, độ rộng vùng cấm giữa mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp thứ nhất có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,3 eV. Ngoài ra, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^H$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp thứ nhất. Ví dụ, mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^H$  của chất chủ có thể cao hơn mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp thứ nhất bởi lượng ít nhất khoảng 0,2 eV. Ngoài ra, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp thứ nhất là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  và/hoặc mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{FD}$  của chất pha tạp thứ hai.

Cũng vậy, độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|HOMO^H-HOMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^H$ ) của chất chủ và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^{TD}$ ) của chất pha tạp thứ nhất, hoặc độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|LUMO^H-LUMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^H$ ) của chất chủ thứ nhất và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^{TD}$ ) của chất pha tạp thứ nhất có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,5 eV. Trong trường hợp EML 260 chứa chất chủ, chất pha tạp thứ nhất và chất pha tạp thứ hai, EML 260 có thể chứa chất pha tạp thứ nhất và chất pha tạp thứ hai từ khoảng 1 tới khoảng 50% theo khối lượng.

ETL 270 được bố trí giữa EML 260 và EIL 280. Ví dụ, ETL 270 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, các hợp chất gốc oxadiazol, các hợp chất gốc triazol, các hợp chất gốc phenanthrolin, các hợp chất gốc benzoxazol, các hợp chất gốc benzothiazol, các hợp chất gốc benzimidazol, các hợp chất gốc triazin và dạng tương tự. Ví dụ, ETL 270 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, Alq<sub>3</sub>, PBD, spiro-PBD, Liq, TPBi, BAlq, Bphen, NBphen, BCP, TAZ, NTAZ, TpPyPB, TmPPPyTz, PFNBr và/hoặc TPQ.

EIL 280 được bố trí giữa điện cực thứ hai 220 và ETL 270. ETL 280 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, kiềm halogenua như LiF, CsF, NaF, BaF<sub>2</sub> và dạng tương tự, và/hoặc hợp chất kim loại hữu cơ như liti benzoat, natri stearat, và dạng tương tự.

Khi các lỗ trống được vận chuyển tới điện cực thứ hai 220 via EML 260 và/hoặc các điện tử được vận chuyển tới điện cực thứ nhất 210 thông qua EML 260, OLED 300 có thể có tuổi thọ thấp và hiệu suất phát quang bị làm giảm. Để ngăn cản các hiện tượng này, OLED 200 theo phương án thực hiện thứ ba theo sáng chế có ít nhất một lớp chặn exciton liền kề với EML 260.

Ví dụ, OLED 200 của phương án thực hiện làm ví dụ chứa EBL 255 giữa HTL 250 và EML 260 để điều khiển và ngăn cản việc chuyển các điện tử. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, EBL 255 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, TCTA, Tris[4-(diethylamino)phenyl]amin, N-(biphenyl-4-yl)-9,9-dimetyl-N-(4-(9-phenyl-9H-cacbazol-3-yl)phenyl)-9H-floren-2-amin, TAPC, MTDATA, mCP, mCBP, CuPc, N,N'-bis[4-(bis(3-metylphenyl)amino)phenyl]-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamin (DNTPD) và/hoặc TDAPB.

Ngoài ra, OLED 200 còn chứa HBL 275 làm lớp chặn exciton thứ hai giữa EML 260 và ETL 270 sao cho các lỗ trống không thể được truyền từ EML 260 tới ETL 270. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, HBL 275 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, các hợp chất gốc oxadiazol, các hợp chất gốc triazol, các hợp chất gốc phenanthrolin, các hợp chất gốc benzoxazol, các hợp chất gốc benzothiazol, các hợp chất gốc benzimidazol, và các hợp chất gốc triazin.

Ví dụ, HBL 275 có thể chứa hợp chất có mức năng lượng HOMO tương đối thấp khi so sánh với vật liệu phát trong EML 260. HBL 275 có thể chứa, nhưng không hạn chế ở, BCP, BAlq, Alq<sub>3</sub>, PBD, spiro-PBD, Liq, Bis-4,5-(3,5-di-3-pyridylphenyl)-2-methylpyrimidin (B3PYMPM) và tổ hợp của chúng.

OLED 200 theo phương án thực hiện thứ ba theo sáng chế chứa hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4 làm chất pha tạp trong EML 260. Có thể sản xuất OLED 200 cho phép nó được điều vận tại điện thế thấp hơn và tăng cường hiệu suất phát quang và độ tinh khiết về màu sắc của nó. Ngoài ra, khi EML 260 chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, có thể cải thiện một cách đáng kể hiệu suất phát quang (siêu huỳnh quang) và tuổi thọ của điốt. Ngoài ra, OLED 200 còn chứa ít nhất một lớp chặn exciton 255 và 275. Do such các lớp chặn exciton 255 và 275 có thể ngăn cản việc phát xạ tại các giao diện giữa các lớp vận chuyển điện tích 250 và 270 và EML 260, OLED 270 còn có thể tăng cường hiệu suất phát quang và tuổi thọ.

Các OLED theo các phương án thực hiện nêu trên có thể chỉ có lớp vật liệu phát đơn. Theo cách khác, OLED theo sáng chế có thể chứa lớp vật liệu phát nhiều lớp. Fig.8 là hình cắt sơ lược minh họa điốt phát sáng hữu cơ có chất chủ, vật liệu huỳnh quang được làm trễ và hợp chất hữu cơ làm chất pha tạp huỳnh quang trong EML được tạo lớp kép theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế.

Như được minh họa trên Fig.8, OLED 300 theo phương án thực hiện làm ví dụ thứ tư theo sáng chế chứa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 310 và 320 quay mặt vào nhau và lớp phát 330 được bố trí giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 310 và 320.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, lớp phát 330 chứa HIL 340, HTL 350, và EML 360, ETL 370 và EIL 380 mỗi thành phần trong số chúng được cán liên tiếp trên điện cực thứ nhất 310. Ngoài ra, lớp phát 330 có thể chứa EBL 355 làm lớp chặn exciton

thứ nhất được bố trí giữa HTL 350 và EML 360, và/hoặc HBL 375 làm lớp chặn exciton thứ hai được bố trí giữa EML 360 và ETL 370.

Theo phương án thực hiện này, EML 360 chứa EML thứ nhất (EML1) 362 được bố trí giữa EBL 355 và HBL 375 và EML thứ hai (EML2) 364 được bố trí giữa EML1 362 và HBL 375. Một trong số EML1 362 và EML2 364 chứa hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4 làm chất pha tạp huỳnh quang (chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất, chất pha tạp F), và thành phần khác trong số EML1 362 và EML2 364 chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ (chất pha tạp T). Ở đây, EML 360, trong đó EML1 362 chứa chất pha tạp huỳnh quang và EML2 364 chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, sẽ được giải thích.

EML1 362 có thể chứa chất chủ thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất là hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4. Trong khi hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4 có FWHM hẹp và do đó, và có thể tăng cường độ tinh khiết về màu sắc của nó, hiệu suất phát quang của nó bị hạn chế do các exciton nhóm ba của nó không thể được tham gia vào quá trình phát xạ.

Trái lại, EML2 364 có thể chứa chất chủ thứ hai và chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ. Chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 364 có độ rộng vùng cấm nhỏ giữa mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$ , tức là bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,5 eV, và năng lượng nhóm ba trạng thái kích thích của nó có thể truyền tới năng lượng nhóm đơn trạng thái kích thích bởi RISC. Trong khi chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ có hiệu suất lượng tử cao, nó thể hiện độ tinh khiết về màu sắc thấp do FWHM rộng của nó.

Tuy nhiên, theo phương án thực hiện làm ví dụ này, cả năng lượng nhóm đơn và năng lượng nhóm ba của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 364 đều có thể được truyền tới chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất được chứa trong EML1 362 được bố trí liền kề với EML2 364 bởi việc truyền năng lượng cộng hưởng Forster (FRET -

Forster resonance energy transfer) truyền năng lượng không bức xạ qua điện trường bởi các tương tác lưỡng cực-lưỡng cực. Do đó, việc phát xạ cuối cùng được thực hiện tại chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 362.

Nói cách khác, năng lượng nhóm ba của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ được biến đổi thành năng lượng nhóm đơn của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 364 bởi RISC, và năng lượng nhóm đơn của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ được truyền tới năng lượng nhóm đơn của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất do mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất (xem, Fig.9). Chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 362 có thể phát ánh sáng cả bằng cách sử dụng năng lượng nhóm đơn và năng lượng nhóm ba. Do đó, OLED 300 tăng cường hiệu suất phát quang và độ tinh khiết về màu sắc do FWHM hẹp của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất.

Trong trường hợp này, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ chỉ có tác dụng vận chuyển năng lượng tới chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất. EML2 364 chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ không phải không tham gia trong quá trình phát xạ cuối cùng, trong khi EML1 362 chứa chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất phát ra ánh sáng.

Mỗi thành phần trong số EML1 362 và EML2 364 một cách tương ứng chứa chất chủ thứ nhất và chất chủ thứ hai. Ví dụ, mỗi chất trong chất chủ thứ nhất và chất chủ thứ hai một cách tương ứng có thể là, nhưng không hạn chế ở, mCP-CN, CBP, mCBP, MCP, DPEPO, PPT, TmPyPB, PYD-2CZ, DCzDBT, DCzTPA, pCzB-2CN, mCzB-2CN, TPPO1, CCP, 4-(3-(triphenyl-2-yl)phenyl)dibenzo[b,d]thiophen, 9-(4-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol, 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol và/hoặc 9-(6-(9H-cacbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicabazol. Cụ thể, mỗi chất trong số chất chủ thứ nhất và chất chủ thứ hai có thể, nhưng không hạn chế ở, là thành phần bất kỳ trong số H1 đến H5 được biểu diễn bởi công thức hóa học 5 ở trên.

Ngoài ra, chất pha tạp huỳnh quang được làm trề, có thể được làm trề trong EML2 364, có thể là, nhưng không hạn chế ở, Cz2BP, DcrTrZ, 4-DcrTrZ, 10-(4-(4,6-điphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-10H-spiro[acridin-9,9'-xanthen], 2CzPN, 4CzIPN, 4CzPN, Px-VPN, TczTRZ và/hoặc 32alCTRZ). Particularly, chất pha tạp huỳnh quang được làm trề có thể, nhưng không hạn chế ở, chất bất kỳ trong công thức hóa học 6 nêu trên.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong chất chủ thứ nhất và chất chủ thứ hai có thể có tỉ lệ khối lượng lớn hơn chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang được làm trề trong EML1 362 và EML2 364, một cách tương ứng. Ngoài ra, tỉ lệ khối lượng của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề trong EML2 364 có thể lớn hơn tỉ lệ khối lượng của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 362. Trong trường hợp này, có thể truyền đủ năng lượng từ chất pha tạp huỳnh quang được làm trề trong EML2 364 tới chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 362.

Hiện tại, các quan hệ mức năng lượng giữa các vật liệu trong EML 360, chứa các EML được tạo lớp kép 362 và 364 theo phương án thực hiện thứ tư theo sáng chế, sẽ được giải thích. Fig.9 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi các độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang được làm trề và vật liệu huỳnh quang trong EML được tạo lớp kép theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế. Như được minh họa trên Fig.9, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{H1}$  của chất chủ thứ nhất là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  của chất pha tạp huỳnh quang trong EML1 362.

Cũng vậy, mỗi mức trong mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{H2}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{H2}$  của chất chủ thứ hai là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề trong EML2 364, theo cách tương ứng. Ngoài ra, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trề trong EML2 364 là cao hơn mức năng

lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD}$  của chất pha tạp huỳnh quang trong EML1 362.

Nếu EML 360 không thỏa mãn các điều kiện mức năng lượng nêu trên, thì sẽ tồn tại hiện tượng dập tắt tại cả chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ và chất pha tạp huỳnh quang và/hoặc năng lượng không thể được truyền tới chất pha tạp huỳnh quang từ chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ. Kết quả là, hiệu suất lượng tử của OLED 300 có thể bị làm giảm.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, độ rộng vùng cấm giữa mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,3 eV. Ngoài ra, độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|HOMO^H-HOMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất (Highest Occupied Molecular Orbital -  $HOMO^H$ ) của chất chủ thứ nhất và/hoặc chất chủ thứ hai và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^{TD}$ ) của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, hoặc độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|LUMO^H-LUMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất (Lowest Unoccupied Molecular Orbital -  $LUMO^H$ ) của chất chủ thứ nhất và/hoặc chất chủ thứ hai và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^{TD}$ ) của chất pha tạp thứ nhất có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,5 eV.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, chất chủ thứ nhất, được chứa trong EML1 362 cùng với chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất, tức là hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4, có thể là cùng một vật liệu như EBL 355. Trong trường hợp này, EML1 362 có thể có chức năng chặn điện tử cũng như chức năng phát xạ. Nói cách khác, EML1 362 có thể hoạt động như lớp bộ đệm để chặn các điện tử. Theo một phương án thực hiện, EBL 355 có thể được bỏ qua trong đó EML1 362 có thể là lớp chặn điện tử cũng như lớp vật liệu phát.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, EML1 362 có thể chứa chất chủ thứ hai và chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, trong khi EML2 364 có thể chứa chất chủ thứ

nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất là hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4. Theo phương án thực hiện này, chất chủ thứ nhất trong EML2 364 có thể là cùng một vật liệu như HBL 375. Trong trường hợp này, EML2 364 có thể có chức năng chặn lỗ trống cũng như chức năng phát xạ. Nói cách khác, EML2 364 có thể hoạt động như lớp bộ đệm để chặn các lỗ trống. Theo một phương án thực hiện, HBL 375 có thể được bỏ qua trong đó EML2 364 có thể là lớp chặn lỗ trống cũng như lớp vật liệu phát.

OLED có các EML được tạo dạng ba lớp sẽ được giải thích. Fig.10 là hình cắt sơ lược của diot phát sáng hữu cơ có chất chủ, vật liệu huỳnh quang được làm trễ và hợp chất hữu cơ làm chất pha tạp huỳnh quang trong EML được tạo lớp ba theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế. Như được minh họa trên Fig.10, OLED 400 theo phương án thực hiện làm ví dụ thứ năm theo sáng chế chứa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 410 và 420 quay mặt vào nhau và lớp phát 430 được bố trí giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai 410 và 420.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, lớp phát 430 chứa HIL 440, HTL 450, và EML 460, ETL 470 và EIL 480 mỗi thành phần trong số chúng được cán liên tiếp trên điện cực thứ nhất 410. Ngoài ra, lớp phát 430 có thể chứa EBL 455 làm lớp chặn exciton thứ nhất được bố trí giữa HTL 450 và EML 460, và/hoặc HBL 475 làm lớp chặn exciton thứ hai được bố trí giữa EML 460 và ETL 470.

Theo phương án thực hiện này, EML 460 chứa EML thứ nhất (EML1) 462 được bố trí giữa EBL 455 và HBL 475, EML thứ hai (EML2) 464 được bố trí giữa EML1 462 và HBL 475 và EML thứ ba (EML3) 466 được bố trí giữa EML2 464 và HBL 475. Mỗi thành phần trong số EML1 462 và EML3 466 chứa chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất (chất pha tạp F 1) và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai 2 (chất pha tạp F 2), một cách tương ứng, và EML2 thứ hai 464 chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ. Ví dụ, từng chất trong số chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai có thể hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức

hóa học từ 1 tới 4, theo cách tương ứng. Trong trường hợp này, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464 có thể cao hơn các mức năng lượng của trạng thái kích thích  $S_1^{FD1}$  và  $S_1^{FD2}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai mà mỗi phần trong số chung được chứa trong EML1 462 và EML3 466, theo cách tương ứng (xem, Fig.11). Mỗi thành phần trong số của EML1 462, EML2 464 và EML3 466 một cách tương ứng còn chứa chất chủ thứ nhất, chất chủ thứ hai và chất chủ thứ ba.

Theo phương án thực hiện này, cả năng lượng nhóm đơn và năng lượng nhóm ba của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464 có thể được truyền tới các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai mà mỗi chất trong số chung được chứa trong EML1 462 và EML3 466 được bố trí liền kề với EML2 464 bởi cơ chế truyền năng lượng FRET. Theo đó, việc phát xạ cuối cùng được thực hiện cả tại các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML1 462 và EML3 466.

Nói cách khác, năng lượng nhóm ba của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ được biến đổi thành năng lượng nhóm đơn của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464 bởi RISC, và năng lượng nhóm đơn của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ được chuyển thành năng lượng nhóm đơn của các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai do mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của các trạng thái kích thích  $S_1^{FD1}$  và  $S_1^{FD2}$  của các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai (xem, Fig.11). Các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML1 462 và EML3 466 có thể phát ánh sáng cả bằng cách sử dụng năng lượng nhóm đơn và năng lượng nhóm ba. Do đó, OLED 400 tăng cường hiệu suất phát quang và độ tinh khiết về màu sắc của nó do FWHM hẹp của các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và thứ hai.

Trong trường hợp này, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ chỉ hoạt động như để truyền năng lượng tới các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai. EML2 464 chứa chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ không phải không tham gia trong quá trình phát xạ cuối cùng, trong khi EML1 462 chứa chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và EML3 466 chứa chất pha tạp huỳnh quang thứ hai phát ra ánh sáng.

Mỗi thành phần trong số EML1 462, EML2 464 và EML3 466 một cách tương ứng chứa chất chủ thứ nhất, chất chủ thứ hai và chất chủ thứ ba. Ví dụ, mỗi chất trong chất chủ thứ nhất, chất chủ thứ hai và chất chủ thứ ba một cách tương ứng có thể là, nhưng không hạn chế ở, mCP-CN, CBP, mCBP, MCP, DPEPO, PPT, TmPyPB, PYD-2CZ, DCzDBT, DCzTPA, pCzB-2CN, mCzB-2CN, TPSO1, CCP, 4-(3-(triphenylen-2-yl)phenyl)đibenzo[b,d]thiophen, 9-(4-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol, 9-(3-(9H-cacbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicacbazol và/hoặc 9-(6-(9H-cacbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicabazol. Cụ thể, mỗi chất trong số chất chủ thứ nhất, chất chủ thứ hai, và chất chủ thứ ba có thể, nhưng không hạn chế ở, là thành phần bất kỳ trong số H1 đến H5 được biểu diễn bởi công thức hóa học 5 ở trên.

Ngoài ra, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, có thể được làm trễ trong EML2 464, có thể là, nhưng không hạn chế ở, Cz2BP, DcrTrZ, 4-DcrTrZ, 10-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-10H-spiro[acridin-9,9'-xanthen], 2CzPN, 4CzIPN, 4CzPN, Px-VPN, TczTRZ và/hoặc 32alCTRZ). Cụ thể là, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ có thể, nhưng không hạn chế ở, chất bất kỳ trong công thức hóa học 6 nêu trên.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, mỗi thành phần trong số chất chủ thứ nhất tới chất chủ thứ ba có thể có tỉ lệ khối lượng lớn hơn chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML1 462, EML2 464 và EML3 466, theo cách tương ứng. Ngoài ra, tỉ lệ khối lượng của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464 có thể lớn hơn tỉ lệ khối lượng của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 462 và của chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML3 466. Trong trường hợp này, có thể truyền đủ năng lượng từ chất pha tạp

huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464 tới chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 462 và tới chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML3 466.

Các quan hệ mức năng lượng trong các vật liệu trong EML 460 chứa hai EML 462, 464 và 466 theo phương án thực hiện thứ năm theo sáng chế sẽ được giải thích. Fig.11 là giản đồ sơ lược minh họa cơ chế phát quang bởi các độ rộng vùng cấm mức năng lượng giữa chất chủ, chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ và vật liệu huỳnh quang trong EML được tạo lớp ba theo phương án thực hiện làm ví dụ khác theo sáng chế. Như được minh họa trên Fig.11, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{H1}$  của chất chủ thứ nhất là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD1}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất trong EML1 462. Ngoài ra, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{H3}$  của chất chủ thứ ba là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD2}$  của chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML3 466.

Cũng vậy, mỗi mức trong mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{H2}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{H2}$  của chất chủ thứ hai là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464, theo cách tương ứng. Ngoài ra, mỗi mức trong số mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{H1}$  của chất chủ thứ nhất trong EML1 462 và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{H3}$  của chất chủ thứ ba trong EML3 466 là cao hơn mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464. Ngoài ra, mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ trong EML2 464 là cao hơn các mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{FD1}$  và  $S_1^{FD2}$  của các chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất và chất pha tạp huỳnh quang thứ hai trong EML1 462 và EML3 466.

Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, độ rộng vùng cấm giữa mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích  $S_1^{TD}$  và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích  $T_1^{TD}$  có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,3 eV. Ngoài ra, độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|HOMO^H-HOMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^H$ ) của chất chủ thứ nhất, thứ hai và/hoặc chất chủ thứ ba và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị chiếm cao nhất ( $HOMO^{TD}$ ) của chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ, hoặc độ rộng vùng cấm mức năng lượng ( $|LUMO^H-LUMO^{TD}|$ ) giữa mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^H$ ) của chất phủ thứ nhất, thứ hai và/hoặc chất chủ thứ ba và mức năng lượng quỹ đạo phân tử bị không bị chiếm thấp nhất ( $LUMO^{TD}$ ) của chất pha tạp thứ nhất có thể bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,5 eV.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, chất chủ thứ nhất, được chứa trong EML1 462 cùng với chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất, tức là hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 đến 4, có thể là cùng một vật liệu như EBL 455. Trong trường hợp này, EML1 462 có thể có chức năng chặn điện tử cũng như chức năng phát xạ. Nói cách khác, EML1 462 có thể hoạt động như lớp bộ đệm để chặn các điện tử. Theo một phương án thực hiện, EBL 455 có thể được bỏ qua trong đó EML1 462 có thể là lớp chặn điện tử cũng như lớp vật liệu phát.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác, chất chủ thứ ba, vốn được chứa trong EML3 466 cùng với chất pha tạp huỳnh quang thứ hai, tức là, hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức bất kỳ trong số các công thức hóa học từ 1 tới 4, có thể là cùng một vật liệu như HBL 475. Trong trường hợp này, EML3 466 có thể có chức năng chặn lỗ trống cũng như chức năng phát xạ. Nói cách khác, EML3 466 có thể hoạt động như lớp bộ đệm để chặn các lỗ trống. Theo một phương án thực hiện, HBL 475 có thể được bỏ qua trong đó EML3 466 có thể là lớp chặn lỗ trống cũng như lớp vật liệu phát.

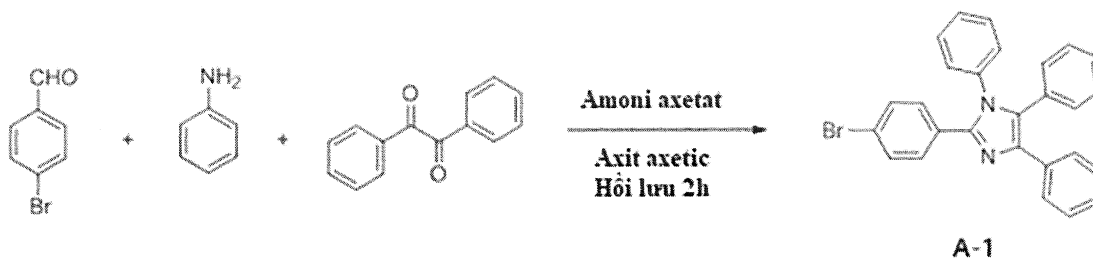
Theo phương án thực hiện làm ví dụ khác nữa, chất chủ thứ nhất trong EML1 462 có thể là cùng một vật liệu như EBL 455 và chất chủ thứ ba trong EML3 466 có thể là cùng một vật liệu như HBL 475. Theo phương án thực hiện này, EML1 462 có thể có

chức năng chặn điện tử cũng như chức năng phát xạ, và EML3 466 có thể có chức năng chặn lỗ trống cũng như chức năng phát xạ. Nói cách khác, mỗi thành phần trong số EML1 462 và EML3 466 có thể hoạt động như là lớp bộ đệm để chặn các điện tử hoặc lỗ trống, theo cách tương ứng. Theo một phương án thực hiện, HBL 455 và EBL 475 có thể được bỏ qua trong đó EML1 462 có thể là lớp chặn điện tử cũng như lớp phát và EML3 466 có thể là lớp chặn lỗ trống cũng như lớp vật liệu phát.

### Ví dụ thực hiện sáng chế

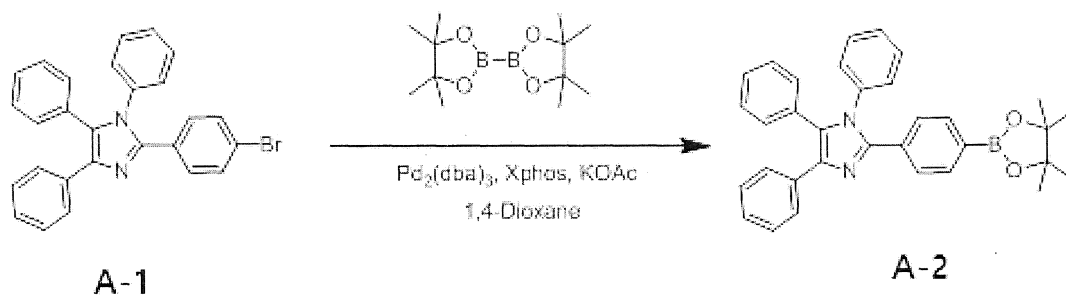
#### Ví dụ tổng hợp 1: Tổng hợp của hợp chất 2

Việc tổng hợp của chất trung gian A-1 (2-(4-boropheyl)-1,4,5-triphenyl-1H-imidazol)



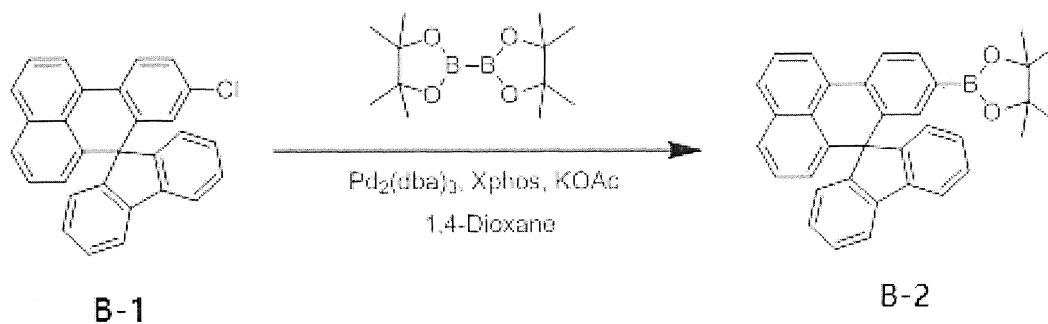
5,00 g (27,03 mmol) 4-brombenzaldehyt, 12,58 g (135,13 mmol) anilin, 5,68 g (27,03 mmol) benzil và 8,33 g (108,10 mmol) amoni axetat được đặt trong bình 2 cổ 500 mL và được hòa tan trong 250 mL axit axetic. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 3 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, chất rắn được lắng đọng được lọc và được rửa với dung dịch axit axetic/nước (3:1) để đưa ra 9,15 g bột trắng A-1 (năng suất: 75).

(2) Việc tổng hợp của chất trung gian A-2 (1,4,5-triphenyl-2-(4-(4,4,5,5-tetrametyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)phenyl)-1H-imđiazol)



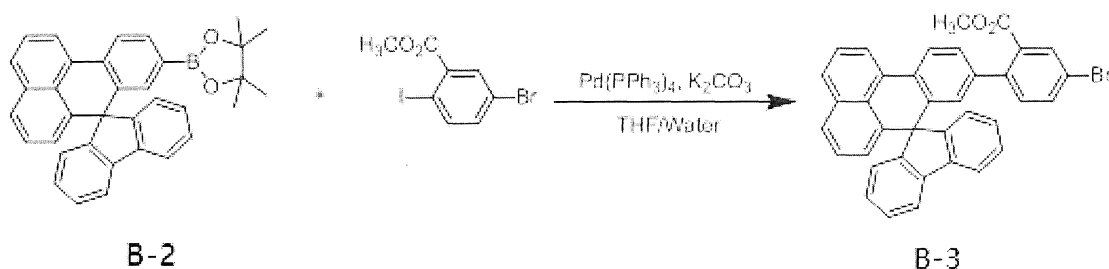
5,00 g (11,08 mmol) chất trung gian A-1, 8,44 g (33,23 mmol) bis(pinacolato)điboran, 0,30 g (0,33 mmol)  $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$  (tris(đibenzylideneaxeton)đipalađi(0)), 0,32 g (0,66 mmol) XPhos (2-đicyclohexylphosphin-2',4',6'-triisopropylbiphenyl), 3,81 g (38,77 mmol) KOAc (kali axetat) được đặt trong bình 2 cổ 500 mL và được hòa tan trong 200 mL 1,4-đioxan. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng hexan/etyl axetat (10:1) làm dung môi hiện để đưa ra 4,80 g chất rắn A-2 (năng suất: 88,07%).

(3) Việc tổng hợp của chất trung gian B-2 (4,4,5,5-tetrametyl-2-(spiro[benzo[d,e]anthracen-7,9'-fluoren]-9-yl)-1,3,2-đioxaborolan)



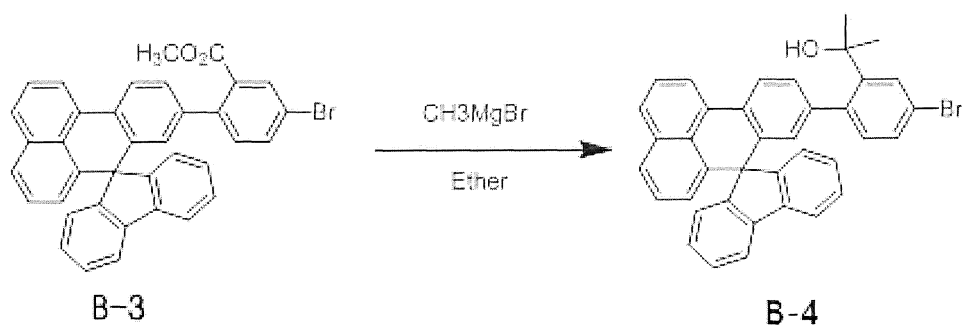
2,00 g (4,99 mmol) hợp chất B-1, 3,80 g (14,97 mmol) bis(pinacolato)điboran, 0,14 g (0,15 mmol)  $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ , 0,14 g (0,30 mmol) XPhos và 1,71 g (17,46 mmol) KOAc được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 70 mL 1,4-đioxan. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng hexan/etyl axetat (10:1) làm dung môi hiện để đưa ra 2,1 g chất rắn B-2 (năng suất: 85,5%).

(3) Việc tổng hợp của chất trung gian B-3 (metyl-5-bromo-2-(spiro[benzo[d,e]anthracen-7,9'-fluoren]-9-yl-benzoat)



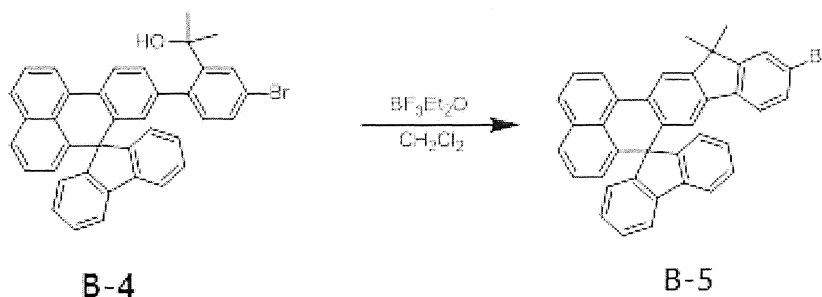
2,00 g (4,06 mmol) chất trung gian B-2, 1,66 g (4,87 mmol) metyl-5-bromo-2-iodobenzoat, 2,81 g (20,31 mmol)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 0,14 g (0,12 mmol)  $\text{Pd(PPh}_3)_4$  (tetrakis(triphenylphosphin)paladi(0)) được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 70 mL dung môi được trộn lẫn THF/nước (3:1). Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng metylen clorua (MC)/hexan (3:7) làm dung môi hiện để đưa ra 1,8 g chất rắn B-3 (năng suất: 54,68%).

(5) Việc tổng hợp của chất trung gian B-4 (2-(5-Chloro-2-(spiro[benzo[d,e]anthracen-7,9'-fluoren]-9-yl)phenyl)propan-2-ol)



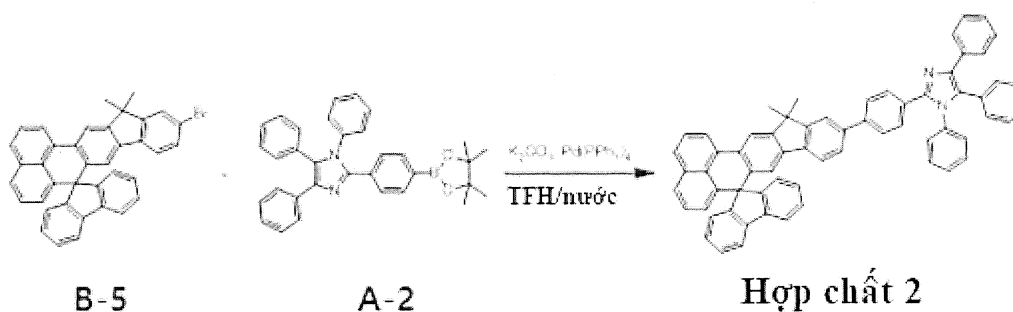
1,80 g (3,11 mmol) chất trung gian B-3 được đặt trong bình 2 cổ 250 mL, được hòa tan trong 70 mL ete và được làm mát tới  $0^\circ\text{C}$ . Sau đó, 1,11 g (9,32 mmol, 3M)  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  được thêm theo cách nhỏ giọt bình và được nâng chậm tới nhiệt độ phòng. Sau khi phản ứng hoàn thành, nước được thêm và chất rắn tạo thành được lọc để đưa ra 1,75 g chất trung gian B-4 (năng suất: 97,2%).

(6) Việc tổng hợp của chất trung gian B-5 (11-Bromo-13,13,-đimetyl-13H-spiro[benzo[f,g]indeno[1,2-b]anthracen-7,9'-fluoren])



1,80 g (3,11 mmol) chất trung gian B-4 được đặt trong bình 2 cổ 250 mL, được hòa tan trong 70 mL ete và được làm mát tới 0°C. Sau đó, 0,22 g (1,55 mmol)  $\text{BF}_3\cdot\text{Et}_2\text{O}$  được thêm theo cách nhỏ giọt vào trong bình, được nâng chậm tới nhiệt độ phòng, và được khuấy trong 5 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan làm dung môi hiện để đưa ra 1,0 g chất rắn B-5 (năng suất: 57,34%).

(7) Việc tổng hợp của hợp chất 2 (2-4(13,13-đimetyl-13H-spiro[benzo[f,g]indeno[1,2-b]anthracen-7,9'-fluoren]-11-yl)phenyl-1,4,5-triphenyl-1H-imidazol)

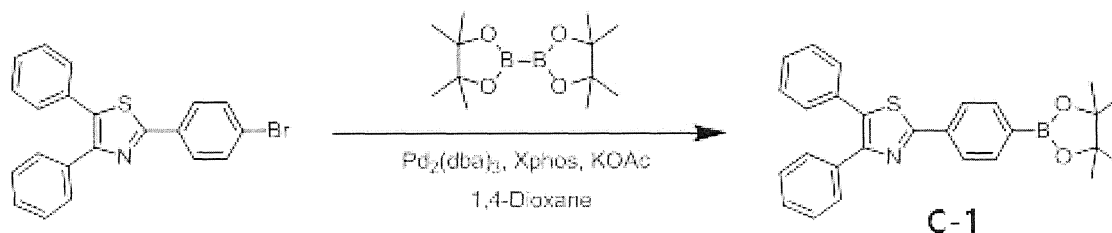


1,00 g (1,78 mmol) chất trung gian B-5, 1,07 g (2,14 mmol) chất trung gian A-2, 1,23 g (8,90 mmol)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  và 0,06 g (0,05 mmol)  $\text{Pd(PPh}_3)_4$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 80 mL dung dịch trộn lẫn THF/nước (3:1). Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành,

sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (3:1) làm dung môi hiện để đưa ra 0,7 g chất rắn hợp chất 2 (năng suất: 46,0%).

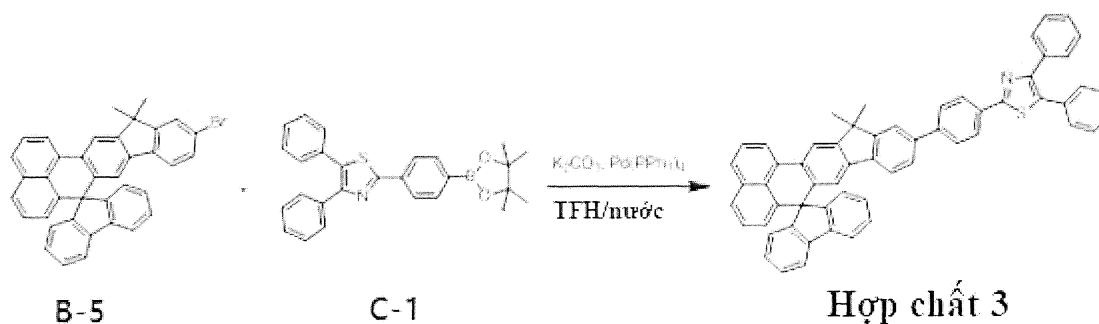
Ví dụ tổng hợp 2: Tổng hợp của hợp chất 3

Việc tổng hợp của chất trung gian C-1 (4,5-điphenyl-2-(4-(4,4,5,5-tetrametyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)phenyl)thiazol)



3,30 g (8,41 mmol) 2-(4-bromophenyl)-4,5-điphenylthiazol, 6,41 g (25,24 mmol) bis(pinacolato)điboran, 0,23 g (0,25 mmol)  $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ , 0,24 g (0,50 mmol) XPhos và 2,89 g (29,44 mmol) KOAc được đặt trong bình 2 cổ 500 mL và 80 mL 1,4-đioxan được hòa tan. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột sử dụng hexan/etyl axetat (10:1) làm dung môi hiện để tạo ra 2,72 g chất rắn C-1 (năng suất: 73,5%).

(2) Việc tổng hợp của hợp chất 3 (2-(4-(13,13-đimetyl-13H-spiro[benzo[f,g]indeno[1,2-b]anthracen-7,9'-fluoren]-11-yl)phenyl)-4,5-điphenylthiazol)

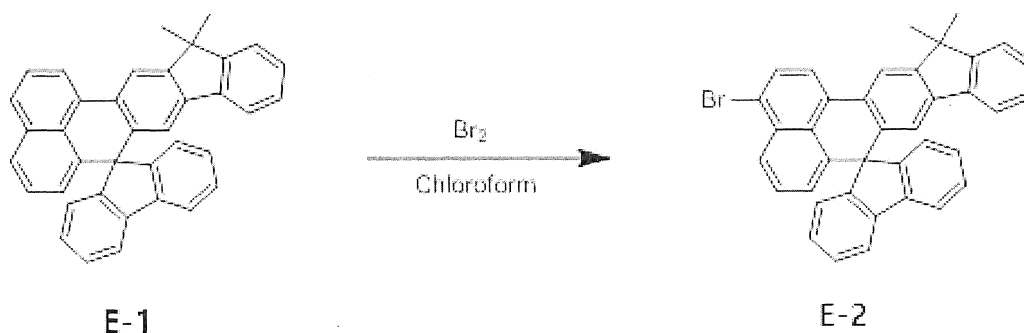


1,00 g (1,78 mmol) chất trung gian B-5, 0,94 g (2,14 mmol) chất trung gian C-1, 1,23 g (8,90 mmol)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  và 0,06 g (0,05 mmol)  $\text{Pd(PPh}_3)_4$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 80 mL dung dịch trộn lẫn THF/nước (3:1). Sau đó, hỗn

hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (2:1) làm dung môi hiện để đưa ra 1,0 g chất rắn hợp chất 3 (năng suất: 70,7%).

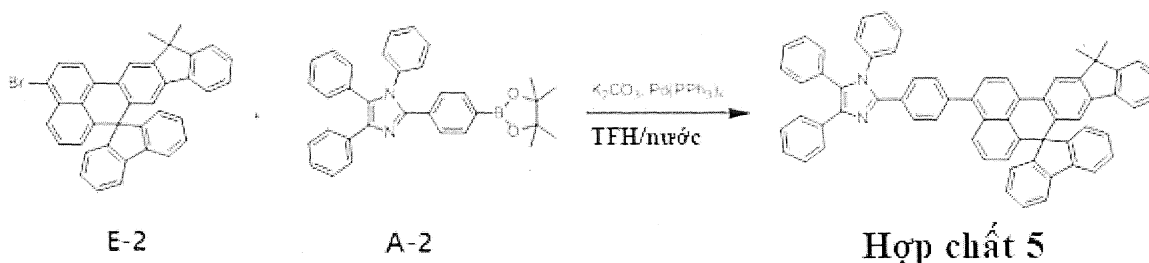
Ví dụ tổng hợp 3: Tổng hợp của hợp chất 5

Việc tổng hợp của chất trung gian E-2 (3-Bromo-13,13-dimethyl-13H-spiro[benzo[f,g]indeno[1,2-b]anthracen-7,9'-fluoren])



0,05 g (1,04 mmol) hợp chất E-1 được đặt trong bình 2 cổ 250 mL, được hòa tan trong 50 mL clorophom và 0,17 g (0,055 mmol) brom được thêm chậm vào trong bình. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được khuấy tại nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, dung môi là dried và sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (1:9) làm dung môi hiện để tạo ra 0,50 g chất rắn trắng E-2 (năng suất: 85,9%).

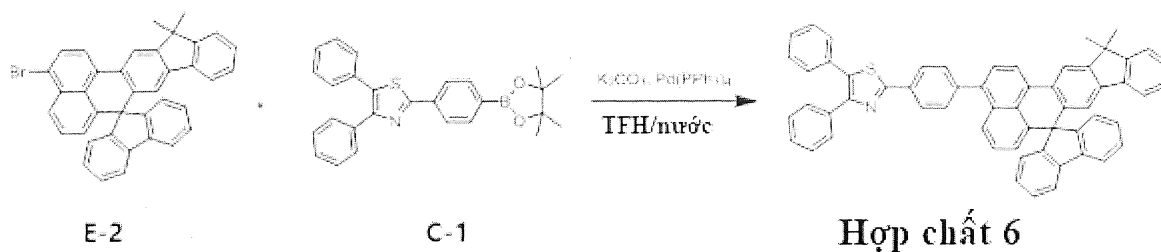
(2) Việc tổng hợp của hợp chất 5 (2-(4-(13,13-dimethyl-13H-spiro[benzo[f,g]indeno[1,2-b]anthracen-7,9'-fluoren]3-yl)phenyl)-1,4,5-triphenyl-1H-imidazol



1,00 g (1,78 mmol) chất trung gian E-2, 1,07 g (2,14 mmol) chất trung gian A-2, 1,23 g (8,90 mmol)  $K_2CO_3$  và 0,06 g (0,05 mmol)  $Pd(PPh_3)_4$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 80 mL dung dịch trộn lẫn THF/nước (3:1). Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (2:1) làm dung môi hiện để đưa ra 1,3 g chất rắn hợp chất 5 (năng suất: 85,5%).

Ví dụ tổng hợp 4: Tổng hợp của hợp chất 6

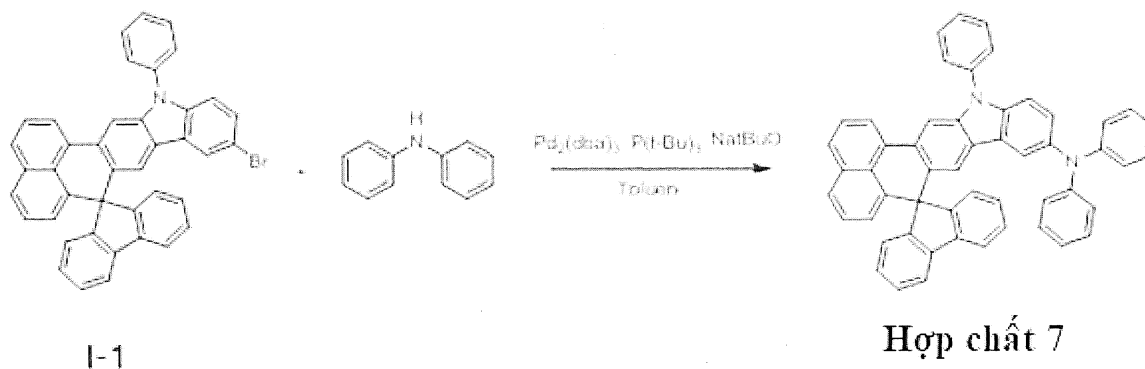
Việc tổng hợp của hợp chất 6 (2-(4-(13,13-dimethyl-13H-spiro[benzo][f,g]indeno[1,2-b]anthracen-7,9'-fluoren)phenyl)-4,5-diphenylthiazol



1,15 g (2,05 mmol) chất trung gian E-2, 1,08 g (2,46 mmol) chất trung gian C-1, 1,42 g (10,24 mmol)  $K_2CO_3$  và 0,07 g (0,06 mmol)  $Pd(PPh_3)_4$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 120 mL dung dịch trộn lẫn THF/nước (3:1). Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (1:1) làm dung môi hiện để đưa ra 1,2 g chất rắn hợp chất 6 (năng suất: 73,7%).

Ví dụ tổng hợp 5: Tổng hợp của hợp chất 7

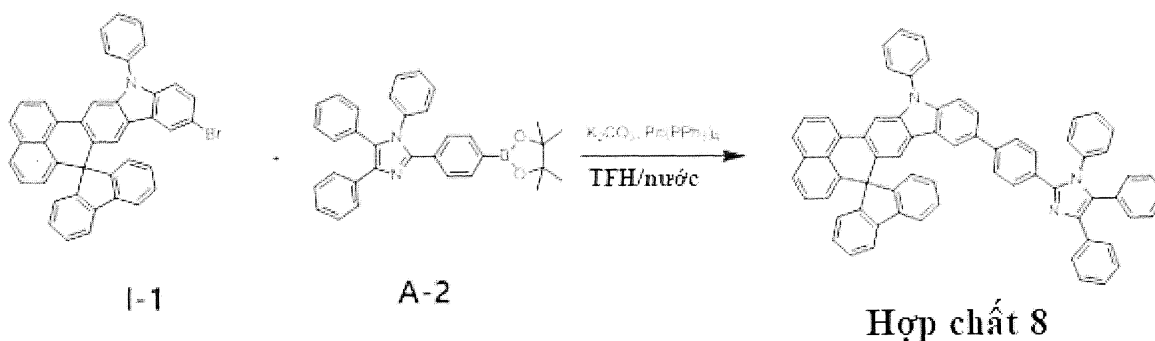
Việc tổng hợp của hợp chất 7 (N,N,13'-triphenyl-13'H-spiro[floren-9,7'-phenaeno[1,2-b]cacbazol]-10'-amin



1,2 g (1,97 mmol) hợp chất I-1, 0,40 g (2,36 mmol) diphenylamin, 0,05 g (0,06 mmol)  $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ , 0,01 g (0,06 mmol)  $\text{P}(\text{t-Bu})_3$  (tri-tert-butylphosphin), 0,57 g (5,90 mmol)  $\text{NaOtBu}$  (natri tert-butoxit) được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 100 mL toluen. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (3:7) làm dung môi hiện để tạo ra 0,7 g chất rắn hợp chất 7 (năng suất: 51,0%).

Ví dụ tổng hợp 6: Tổng hợp của hợp chất 8

Việc tổng hợp của hợp chất 8 (13'-Phenyl-10'-(4-(1,4,5-triphenyl-1H-imidazol-2-yl)phenyl)-13'H-spiro[floren-9,7'-phenaleno[1,2-b]cacbazol

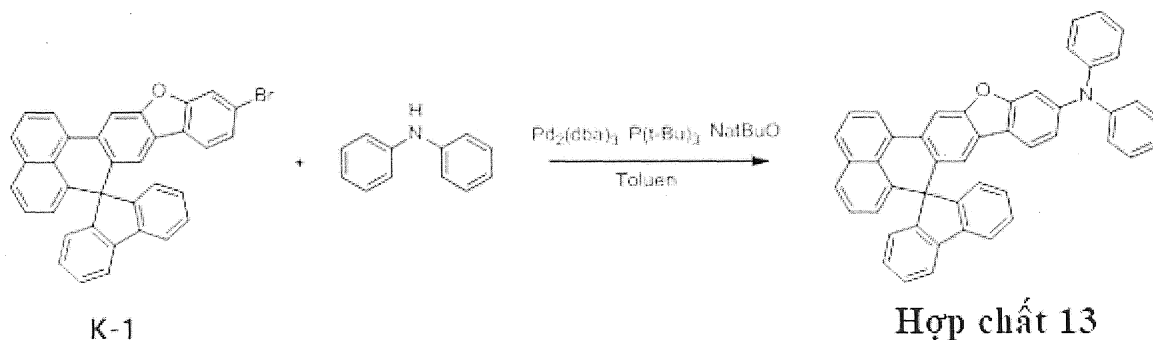


1,10 g (1,80 mmol) hợp chất I-1, 1,08 g (2,16 mmol) chất trung gian A-2, 1,25 g (9,01 mmol)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  và 0,06 g (0,05 mmol)  $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 80 mL dung dịch trộn lẫn THF/nước (3:1). Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột

được thực hiện sử dụng MC/hexan (3:7) làm dung môi hiện để tạo ra 1,00 g chất rắn hợp chất 8 (năng suất: 65,1%).

Ví dụ tổng hợp 7: Tổng hợp của hợp chất 13

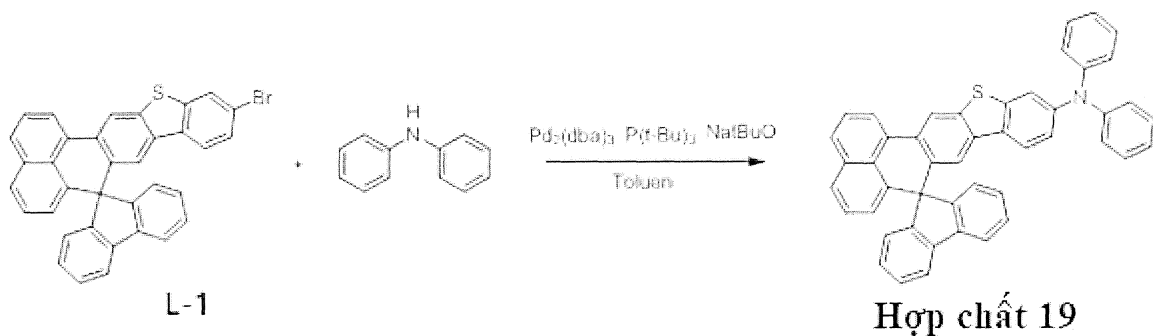
Việc tổng hợp của hợp chất 13 (N,N-diphenylspiro[benzo[8,9]anthrac[2,3-b]benzofuran-7,9'-fluoren]-11-amin



1,5 g (2,80 mmol) hợp chất K-1, 0,57 g (3,36 mmol) diphenylamin, 0,08 g (0,08 mmol)  $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ , 0,02 g (0,08 mmol)  $\text{P}(\text{t-Bu})_3$  và 0,81 g (8,40 mmol)  $\text{NaOtBu}$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 100 mL toluen. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (3:7) dung dịch hiện để tạo ra 1,2 g chất rắn hợp chất 13 (năng suất: 62,3%).

Ví dụ tổng hợp 8: Tổng hợp của hợp chất 19

Việc tổng hợp của hợp chất 19 (N,N,13'-Triphenyl-13'H-spiro[floren-9,7'-phenaleno[1,2-b]cacbazol]-10'-amin



1,1 g (1,99 mmol) hợp chất L-1, 0,41 g (2,30 mmol) điphenylamin, 0,05 g (0,06 mmol)  $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ , 0,01 g (0,06 mmol)  $\text{P}(\text{t-Bu})_3$  và 0,58 g (5,98 mmol)  $\text{NaBuO}$  được đặt trong bình 2 cổ 250 mL và được hòa tan trong 100 mL toluen. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được hồi lưu và được khuấy trong 12 giờ. Sau khi phản ứng hoàn thành, sắc ký cột được thực hiện sử dụng MC/hexan (3:7) làm dung dịch hiện để tạo ra 0,8 g chất rắn hợp chất 19 (năng suất; 58,3%).

Ví dụ thử nghiệm 1: Đo FWHM của các hợp chất hữu cơ

Độ rộng tối đa tại nửa cực đại (FWHM - full width at half maximum) của hợp chất 2, hợp chất 3, hợp chất 5, hợp chất 6, hợp chất 7 và hợp chất 8 được tổng hợp một cách tương ứng trong các ví dụ tổng hợp từ 1 đến 6 Sẽ được đo. Cũng vậy, FWHM của vật liệu huỳnh quang được làm trễ, tức là 4CzIPN được đo cho việc so sánh. Các kết quả đo được thể hiện bảng 1 bên dưới. Như được chỉ thị trong bảng 1, tất cả các hợp chất hữu cơ được tổng hợp trong các ví dụ tổng hợp có FWHM hẹp hơn trị số của 4CzIPN, và được mong đợi là tăng đường được độ tinh khiết về màu sắc của chúng.

Bảng 1: FWHM phát quang của hợp chất hữu cơ

| Mẫu        | FWHM (nm) |
|------------|-----------|
| 4CzIPN     | 85        |
| Hợp chất 2 | 54        |
| Hợp chất 3 | 51        |
| Hợp chất 5 | 65        |
| Hợp chất 6 | 70        |
| Hợp chất 7 | 71        |
| Hợp chất 8 | 68        |

Ví dụ 1: Việc sản xuất điốt phát sáng hữu cơ (Organic Light-Emitting Diode - OLED)

Điốt phát sáng hữu cơ được sản xuất sử dụng hợp chất 2 được tổng hợp trong ví dụ tổng hợp 1 làm chất pha tạp trong lớp vật liệu phát (emitting material layer - EML). Để thủy tinh, mà điện cực ITO (chứa tấm phản xạ) được gắn vào đó và có kích cỡ  $40 \text{ nm} \times 40 \text{ nm} \times 0,5 \text{ mm}$ , được rửa bởi siêu âm sử dụng rượu isopropyl, axeton và nước chưng cất (DI - distilled water) làm dung môi làm sạch trong 5 phút và được làm khô trong lò tại  $100^\circ\text{C}$ . Sau khi làm sạch để, để được xử lý plasma  $\text{O}_2$  trong 2 phút và được chuyển tới buồng chân không để lắng đọng lớp phát. Sau đó, lớp phát và có cực âm được lắng đọng theo thứ tự sau: Lớp tiêm lỗ trống (hole injection layer - HIL) (HAT-CN; 7 nm); lớp vận chuyển lỗ trống (hole transport layer - HTL) (NPB, 55 nm); lớp chặn điện tử (electron blocking layer - EBL) (mCBP; 10 nm); lớp vật liệu phát (emitting material layer - EML) (4-(3-(triphenylen-2-yl)phenyl)đibenzo[b,d]thiophen: Hợp chất 2 (95:5 theo khối lượng); 25 nm); lớp chặn lỗ trống (hole blocking layer - HBL) (B3PYMPM; 10 nm); lớp vận chuyển điện tử (electron transport layer - ETL) (TPBi; 20 nm); lớp tiêm điện tử (electron injection layer - EIL) (LiF); và cực âm (Al).

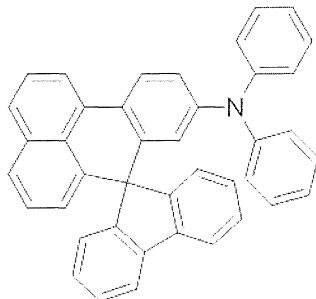
Cà say đó, lớp chụp (capping layer - CPL) được lắng đọng trên cực âm và thiết bị được bao bọc bởi thủy tinh. Sau khi lắng đọng lớp phát xạ và cực âm, OLED được truyền từ buồng lắng đọng tới hộp khô để tạo màng, tiếp theo bởi việc bao bọc sử dụng epoxy có thể lưu hóa được bởi UV và chất thu hơi ẩm. Việc sản xuất điốt phát sáng hữu cơ có diện tích phát xạ là  $9 \text{ mm}^2$ .

Các ví dụ từ 2 đến 6: Việc sản xuất OLED

Điốt phát sáng hữu cơ được sản xuất theo cùng một quy trình và cùng các vật liệu như trong ví dụ 1, trừ việc hợp chất 3 (ví dụ 2) được tổng hợp trong ví dụ tổng hợp 2, hợp chất 5 (ví dụ 3) được tổng hợp trong ví dụ tổng hợp 3, hợp chất 6 (ví dụ 4) được tổng hợp trong ví dụ tổng hợp 4, hợp chất 7 (ví dụ 5) được tổng hợp trong ví dụ tổng hợp 5 và hợp chất 8 (ví dụ 6) được tổng hợp trong ví dụ tổng hợp 6 được sử dụng làm chất pha tạp trong EML thay cho hợp chất 2.

Ví dụ so sánh: Việc sản xuất OLED

Điốt phát sáng hữu cơ được sản xuất theo cùng một quy trình và cùng các vật liệu như trong ví dụ 1, trừ việc hợp chất sau được sử dụng làm chất pha tạp thay cho hợp chất 1.



Ví dụ thử nghiệm 2: Việc đo các tính chất phát quang của OLED

Mỗi điốt trong các điốt phát sáng hữu cơ được sản xuất bởi các ví dụ 1 đến 6 và ví dụ so sánh được kết nối tới nguồn công suất bên ngoài, và các tính chất phát quang của tất cả các điốt được đánh giá sử dụng nguồn dòng không đổi (KEITHLEY) và quang kế PR650 tại nhiệt độ phòng. Cụ thể, điện thế điều vận (V), hiệu suất dòng (Cd/A), hiệu suất công suất (lm/W), hiệu suất lượng tử ngoài (external quantum efficiency - EQE; %), và các tọa độ màu sắc tại mật độ dòng là 10 mA/cm<sup>2</sup> cho bước sóng phát quang của các điốt phát sáng theo các ví dụ 1 đến 6 và ví dụ so sánh sẽ được đo. Các kết quả của chúng được thể hiện trong 2 sau.

Bảng 2: Các tính chất phát quang của OLED

| Mẫu           | V    | cd/A  | lm/W | EQE (%) | CIE <sub>x</sub> | CIE <sub>y</sub> |
|---------------|------|-------|------|---------|------------------|------------------|
| Ví dụ so sánh | 5,23 | 2,44  | 1,47 | 3,32    | 0,13             | 0,08             |
| Ví dụ 1       | 3,72 | 7,16  | 6,05 | 5,33    | 0,1538           | 0,1866           |
| Ví dụ 2       | 3,99 | 7,56  | 5,96 | 5,37    | 0,157            | 0,201            |
| Ví dụ 3       | 3,81 | 6,53  | 5,38 | 5,07    | 0,1538           | 0,1761           |
| Ví dụ 4       | 3,55 | 7,45  | 6,60 | 5,54    | 0,1528           | 0,1883           |
| Ví dụ 5       | 4,74 | 5,30  | 3,51 | 3,95    | 0,156            | 0,184            |
| Ví dụ 6       | 4,48 | 10,77 | 7,55 | 6,54    | 0,167            | 0,255            |

Như được chỉ ra trong bảng 2, khi so sánh với OLED sử dụng 4CzIPN làm chất pha tạp trong ví dụ so sánh, OLED sử dụng các hợp chất hữu cơ theo sáng chế làm chất pha tạp trong các ví dụ 1 đến 6 đã làm giảm điện thế điều vận tối đa là 32,1%. Ngoài ra, khi so sánh với OLED sử dụng 4CzIPN làm chất pha tạp trong ví dụ so sánh, OLED sử dụng các hợp chất hữu cơ theo sáng chế làm chất pha tạp trong các ví dụ 1 to 6 có hiệu suất dòng được tăng cường tối đa là 341,3%, hiệu suất công suất tối đa là 413,6% và hiệu suất lượng tử ngoài tối đa là 97,0%. Ngoài ra, OLED sử dụng các hợp chất hữu cơ làm chất pha tạp có thể tạo ra độ tinh khiết về màu sắc cao của màu cyan làm chỉ thị bởi các tọa độ màu sắc.

Từ các kết quả này, đã xác nhận được rằng diot phát sáng hữu cơ và thiết bị phát sáng hữu cơ như thiết bị hiển thị phát sáng hữu cơ và thiết bị chiếu sáng hữu cơ có thể làm giảm các điện thế điều vận và tăng cường một cách đáng kể hiệu suất phát quang bằng cách áp dụng hợp chất hữu cơ theo sáng chế vào trong lớp phát.

Trong khi sáng chế này đã được mô tả với việc tham khảo tới các phương án thực hiện làm ví dụ, nhưng các phương án thực và các ví dụ không phải nhằm hạn chế phạm vi bảo hộ theo sáng chế. Ngoài ra, người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực sẽ thấy rằng các phương án cải biến và biến thể khác nhau có thể được tạo ra mà không nằm ngoài ý tưởng hoặc phạm vi của sáng chế. Do đó, sáng chế cũng bao hàm cả những phương án cải biến và biến thể của sáng chế này, miễn là chúng nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây và các phương án tương đương của chúng.

Các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở trên có thể được kết hợp để tạo ra các phương án thực hiện khác. Tất cả các bằng sáng chế Mỹ, các công bố đơn sáng chế Mỹ, đơn sáng chế Mỹ, các bằng sáng chế nước ngoài, các đơn sáng chế nước ngoài và các công bố phi sáng chế khác - được đề cập tới ở đây trong bản mô tả này và/hoặc được liệt kê trong tài liệu về thông tin sáng chế được kết hợp toàn bộ ở đây để viện dẫn. Các khía cạnh của các phương án thực hiện có thể được điều chỉnh, nếu cần để áp dụng các

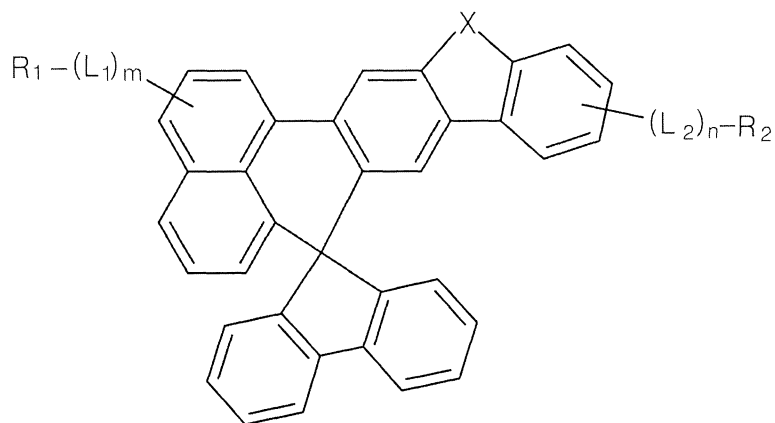
khái niệm của các sáng chế, các đơn và các công bố khác nhau để tạo ra các phương án thực hiện khác.

Những phương án thay đổi này và những phương án thay đổi khác có thể được tạo ra đối với các phương án nêu trên dựa vào phần mô tả chi tiết nêu trên. Nói chung, ở các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây, các thuật ngữ được sử dụng không được coi là để giới hạn các điểm yêu cầu bảo hộ đó vào các phương án cụ thể mà được bộc lộ trong phần mô tả và trong các điểm yêu cầu bảo hộ, mà cần được hiểu là bao hàm tất cả các phương án khả thi với đầy đủ phạm vi của những phương án tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ đó. Do đó, các điểm yêu cầu bảo hộ không bị hạn chế bởi phần mô tả nêu trên.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp chất hữu cơ được biểu diễn bởi công thức hóa học I sau:

công thức hóa học 1



trong đó mỗi thành phần trong số  $R_1$  và  $R_2$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa hydro, đoteri, triti, nhóm amin không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aralkyl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aralkyl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aryloxy  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryloxy  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , và ít nhất một trong số  $R_1$  và  $R_2$  không phải là hydro, đoteri và triti,

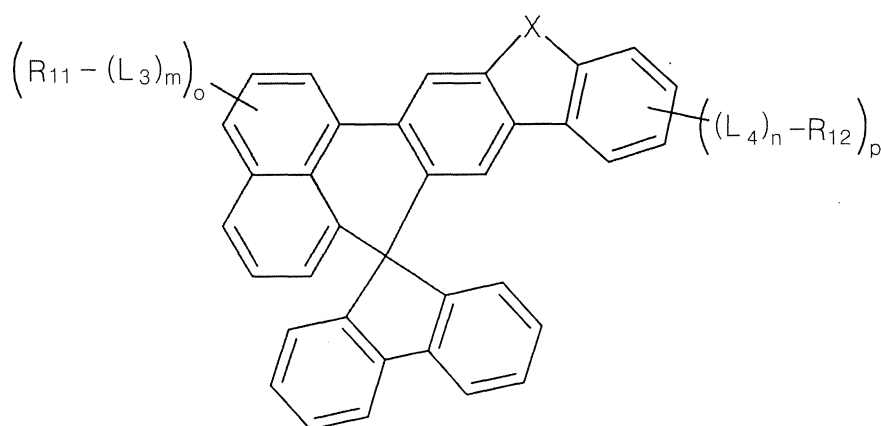
trong đó mỗi thành phần trong số  $L_1$  và  $L_2$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm aralkyl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , nhóm dị aralkyl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế

với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aryloxylen C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> và nhóm dị aryloxylen C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, và mỗi thành phần trong số m và n một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1, và

trong đó X là CR<sub>3</sub>R<sub>4</sub>, NR<sub>5</sub>, O hoặc S, và mỗi thành phần trong số R<sub>3</sub> đến R<sub>5</sub> được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa hydro, nhóm alkyl C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> mạch thẳng hoặc được phân nhánh, nhóm aryl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aralkyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aralkyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm aryloxyl C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm dị aryloxyl C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>, nhóm arylamin C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> và nhóm dị arylamin C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub> không được thể hoặc được thể với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm C<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>.

2. Hợp chất hữu cơ theo điểm 1, trong đó hợp chất hữu cơ có cấu trúc sau theo công thức hóa học 2:

công thức hóa học 2



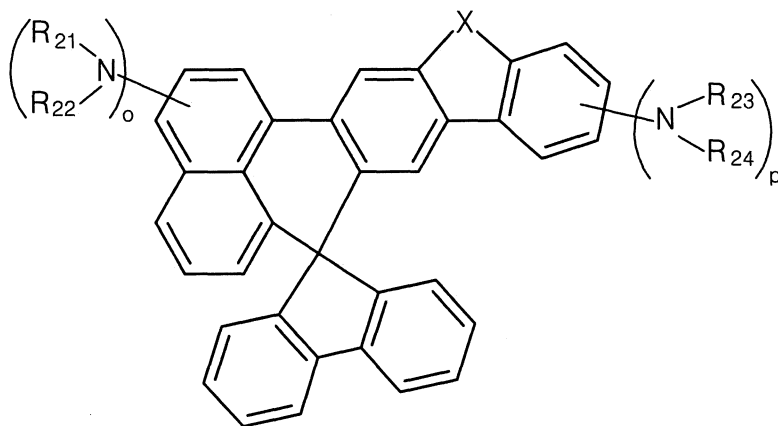
trong đó mỗi thành phần trong số  $R_{11}$  và  $R_{12}$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , và mỗi thành phần trong số  $L_3$  và  $L_4$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm arylen  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị arylen  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ ,

trong đó mỗi thành phần trong số o và p một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1, và ít nhất một trong số o và p là 1, và

trong đó mỗi thành phần trong số m, n và X là giống nhau như được xác định trong công thức hóa học 1.

3. Hợp chất hữu cơ theo điểm 1, trong đó hợp chất hữu cơ có cấu trúc sau theo công thức hóa học 3:

công thức hóa học 3

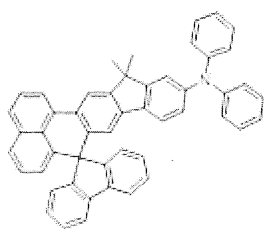


trong đó mỗi thành phần trong số  $R_{21}$  đến  $R_{24}$  được chọn một cách độc lập từ nhóm chứa nhóm aryl  $C_5-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$  và nhóm dị aryl  $C_4-C_{30}$  không được thế hoặc được thế với nhóm thơm hoặc dị vòng thơm  $C_4-C_{30}$ , và mỗi thành phần trong số o và p một cách độc lập là 0 (không) hoặc 1, và

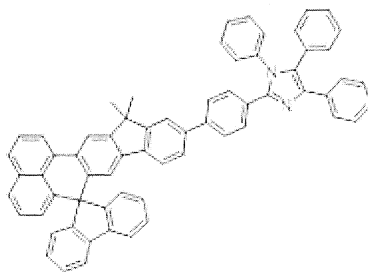
trong đó ít nhất một trong số o và p là 1, và X là giống nhau như được xác định trong công thức hóa học 1.

4. Hợp chất hữu cơ theo điểm 1, trong đó hợp chất hữu cơ có một trong các cấu trúc sau của công thức hóa học 4:

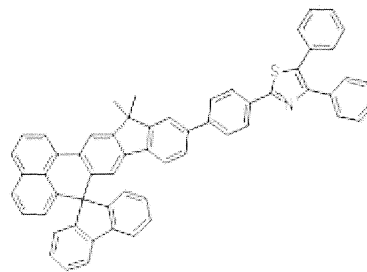
công thức hóa học 4



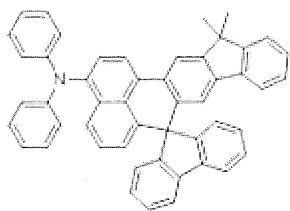
Hợp chất 1



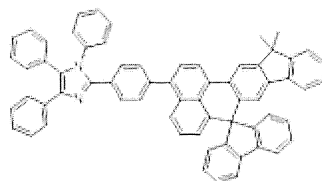
Hợp chất 2



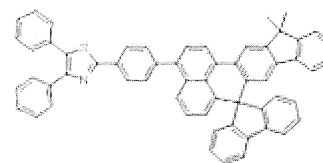
Hợp chất 3



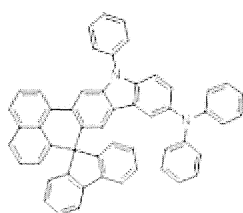
Hợp chất 4



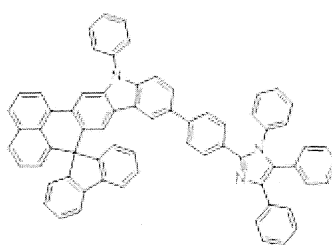
Hợp chất 5



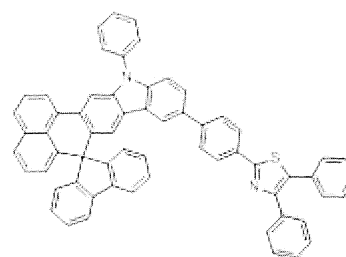
Hợp chất 6



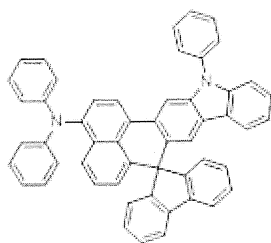
Hợp chất 7



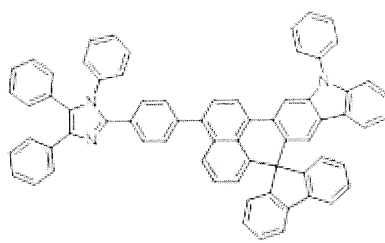
Hợp chất 8



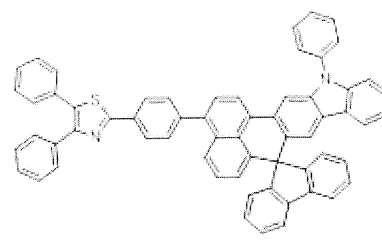
Hợp chất 9



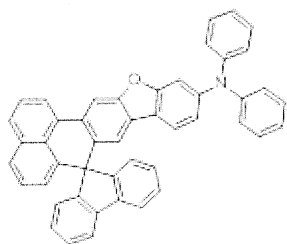
Hợp chất 10



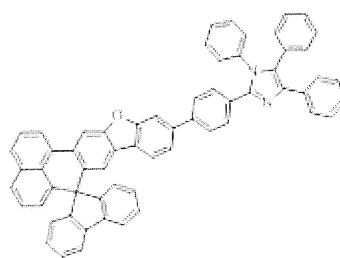
Hợp chất 11



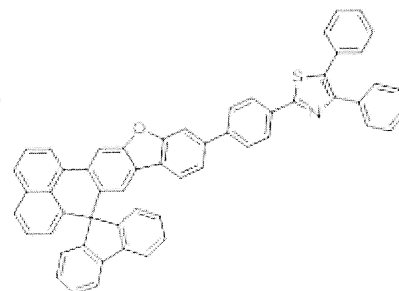
Hợp chất 12



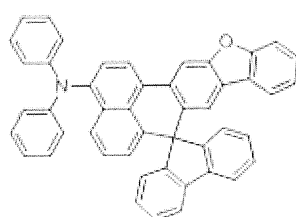
Hợp chất 13



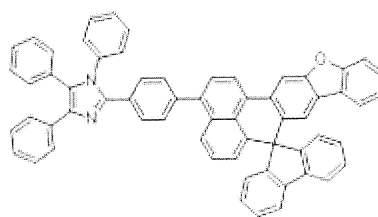
Hợp chất 14



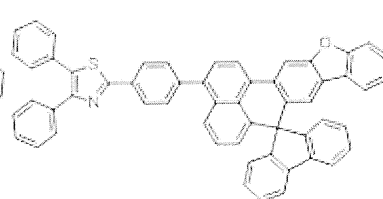
Hợp chất 15



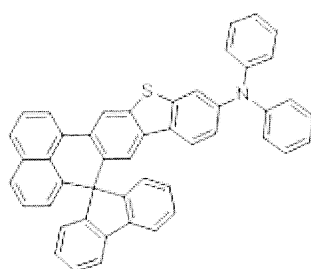
Hợp chất 16



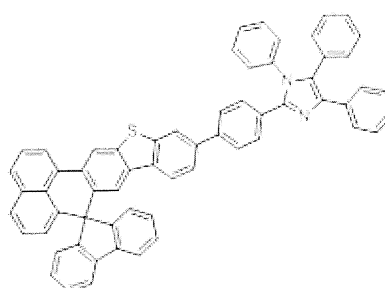
Hợp chất 17



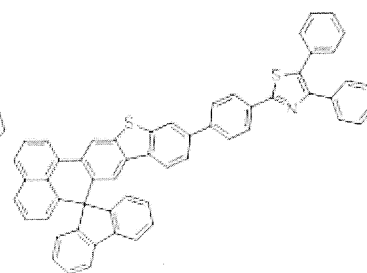
Hợp chất 18



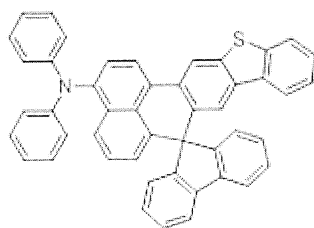
Hợp chất 19



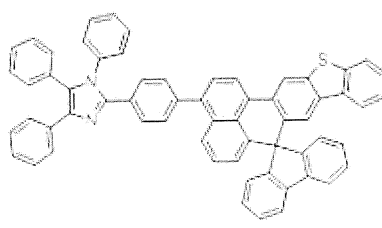
Hợp chất 20



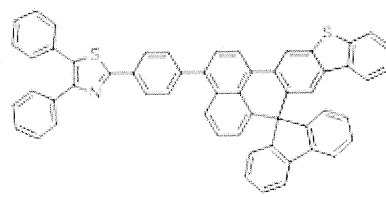
Hợp chất 21



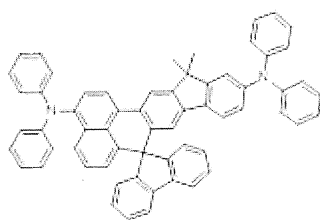
Hợp chất 22



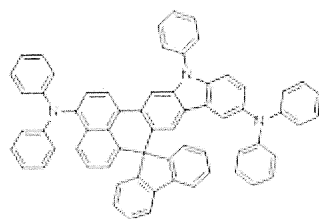
Hợp chất 23



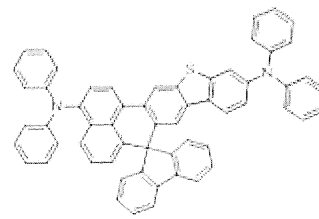
Hợp chất 24



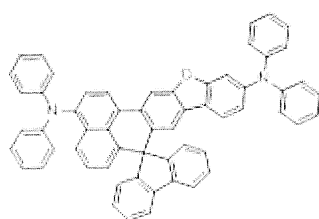
Hợp chất 25



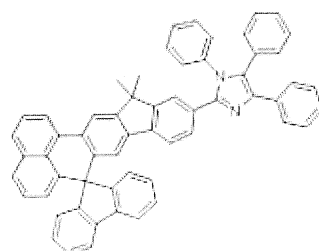
Hợp chất 26



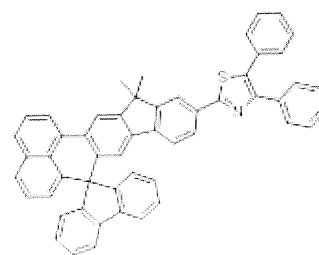
Hợp chất 27



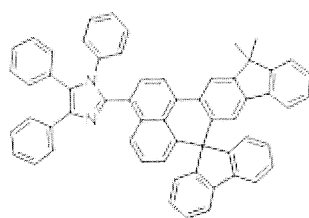
Hợp chất 28



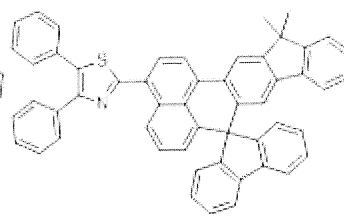
Hợp chất 29



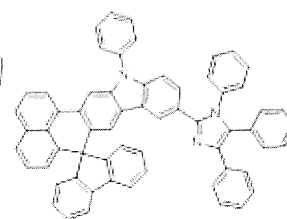
Hợp chất 30



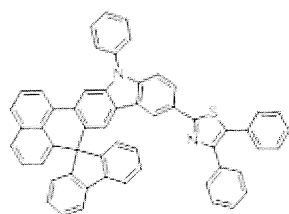
Hợp chất 31



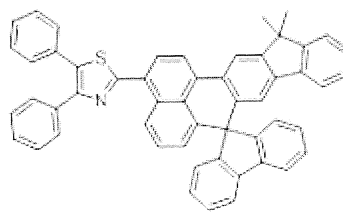
Hợp chất 32



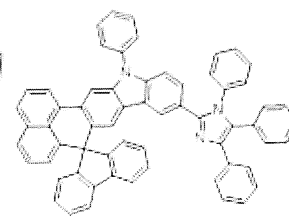
Hợp chất 33



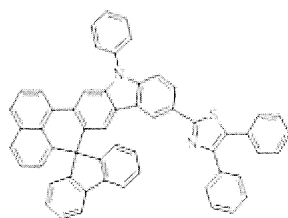
Hợp chất 34



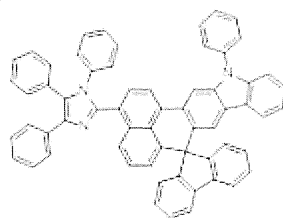
Hợp chất 35



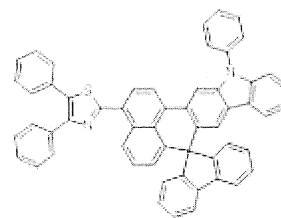
Hợp chất 36



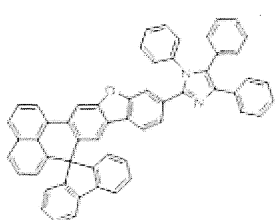
Hợp chất 37



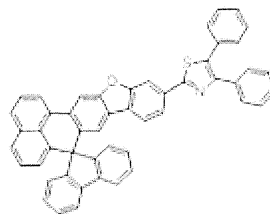
Hợp chất 38



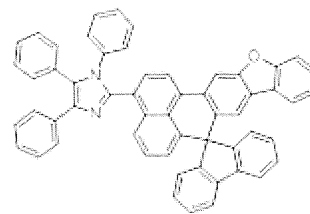
Hợp chất 39



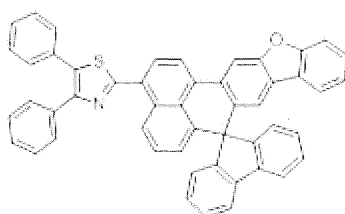
Hợp chất 40



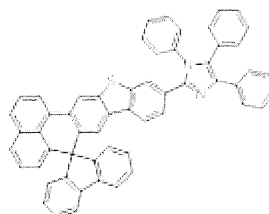
Hợp chất 41



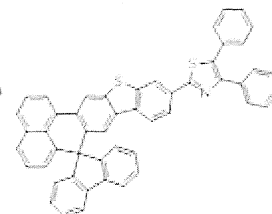
Hợp chất 42



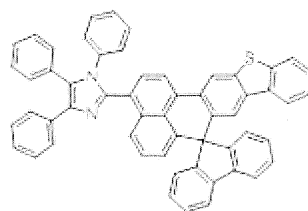
Hợp chất 43



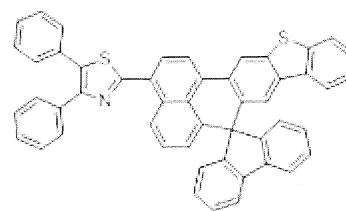
Hợp chất 44



Hợp chất 45



Hợp chất 46



Hợp chất 47

5. Diot phát sáng hữu cơ, bao gồm:

điện cực thứ nhất;

điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất; và

lớp vật liệu phát xạ thứ nhất giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai,

trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ nhất chứa hợp chất hữu cơ theo điểm 1.

6. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 5, trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ nhất còn chứa chất chủ thứ nhất, trong đó hợp chất hữu cơ được sử dụng làm chất pha tạp huỳnh quang thứ nhất.

7. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 5, trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ nhất còn chứa chất chủ thứ nhất và chất pha tạp thứ nhất, trong đó hợp chất hữu cơ là chất pha tạp thứ hai.

8. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 7, trong đó mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích của chất pha tạp thứ nhất là cao hơn mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích của chất pha tạp thứ hai.

9. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 7, trong đó độ rộng vùng cấm giữa mức năng lượng nhóm đơn của trạng thái kích thích của chất pha tạp thứ nhất và mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích của chất pha tạp thứ nhất là bằng với hoặc nhỏ hơn khoảng 0,3 eV.

10. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 7, trong đó mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích của chất pha tạp thứ nhất là thấp hơn mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích của chất chủ thứ nhất và cao hơn mức năng lượng nhóm ba của trạng thái kích thích của chất pha tạp thứ hai.

11. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 6, còn bao gồm: lớp vật liệu phát xạ thứ hai giữa điện cực thứ nhất và lớp vật liệu phát xạ thứ nhất hoặc giữa lớp vật liệu phát xạ thứ nhất và điện cực thứ hai, trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ hai chứa chất chủ thứ hai và chất pha tạp huỳnh quang được làm trễ.

12. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 11, trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ hai được bố trí giữa lớp vật liệu phát xạ thứ nhất và điện cực thứ hai, và còn bao gồm lớp chặn điện tử giữa điện cực thứ nhất và lớp vật liệu phát xạ thứ nhất.

13. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 12, trong đó chất chủ thứ nhất là cùng một vật liệu như lớp chặn điện tử.

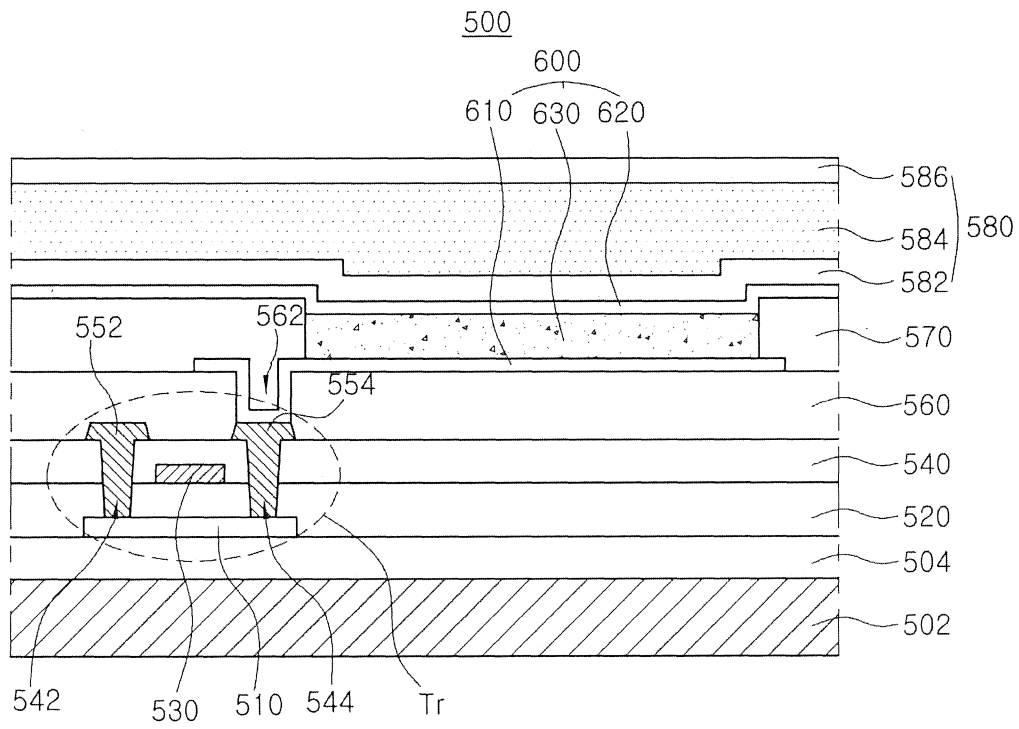
14. Diot phát sáng hữu cơ theo điểm 11, trong đó lớp vật liệu phát xạ thứ hai được bố trí giữa điện cực thứ nhất và lớp vật liệu phát xạ thứ nhất, và còn bao gồm lớp chặn lỗ trống giữa lớp vật liệu phát xạ thứ nhất và điện cực thứ hai.

15. Thiết bị phát sáng hữu cơ, bao gồm:

đế; và

điot phát sáng hữu cơ theo điểm 5 trên đế.

FIG. 1



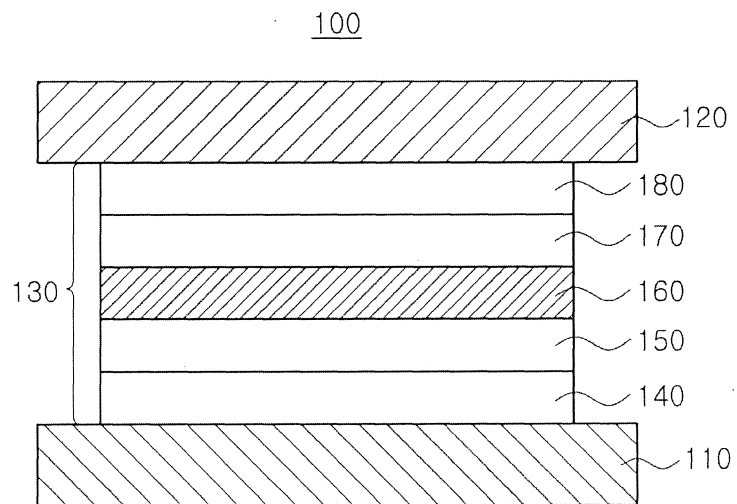
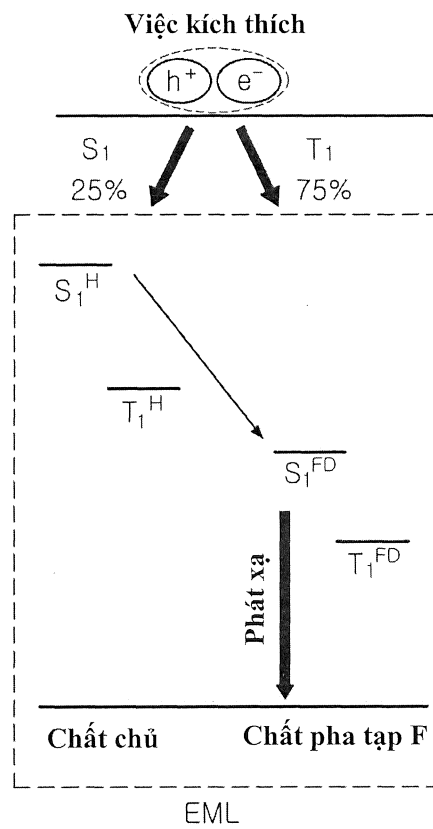
**FIG. 2**

FIG. 3



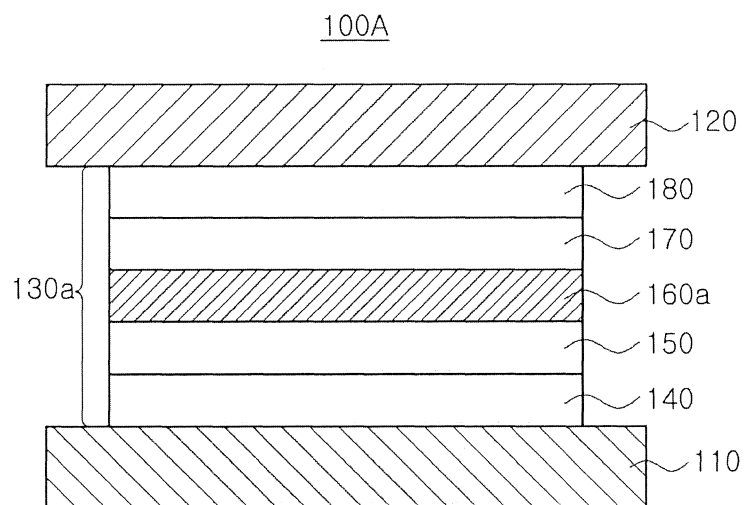
**FIG. 4**

FIG. 5

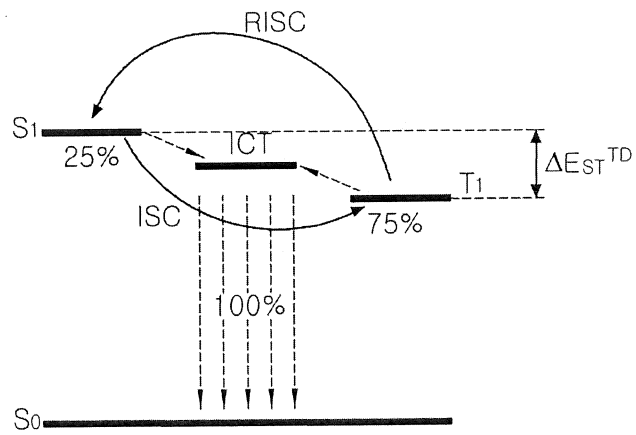
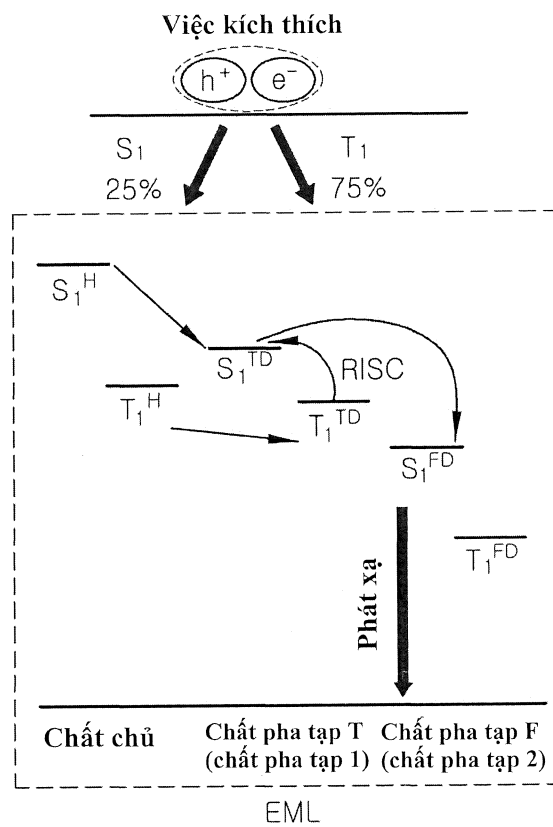


FIG. 6



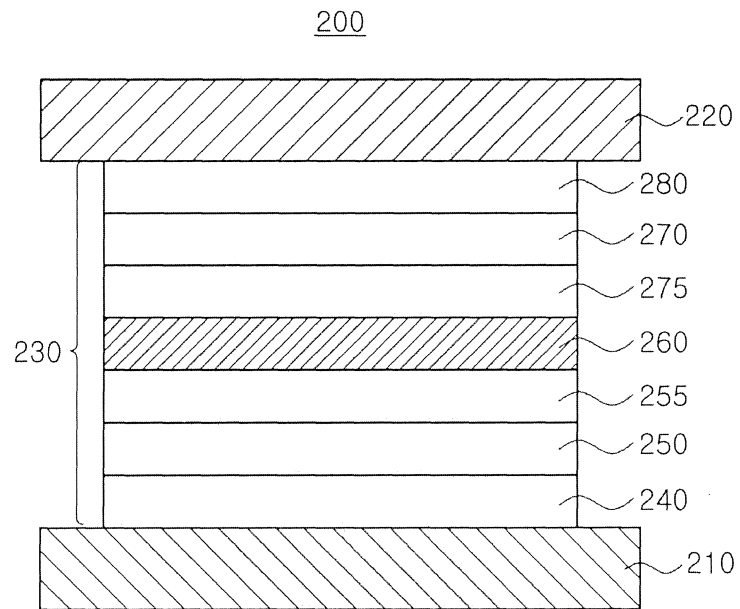
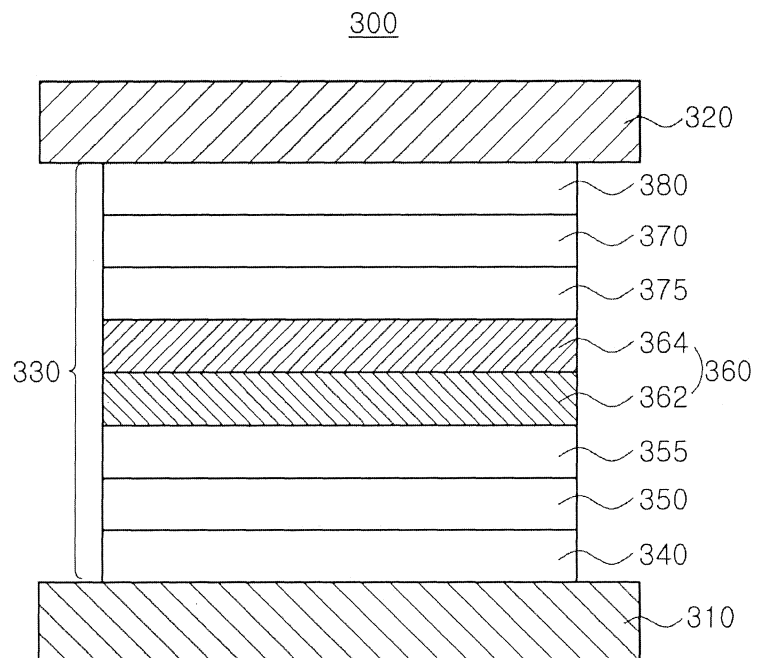
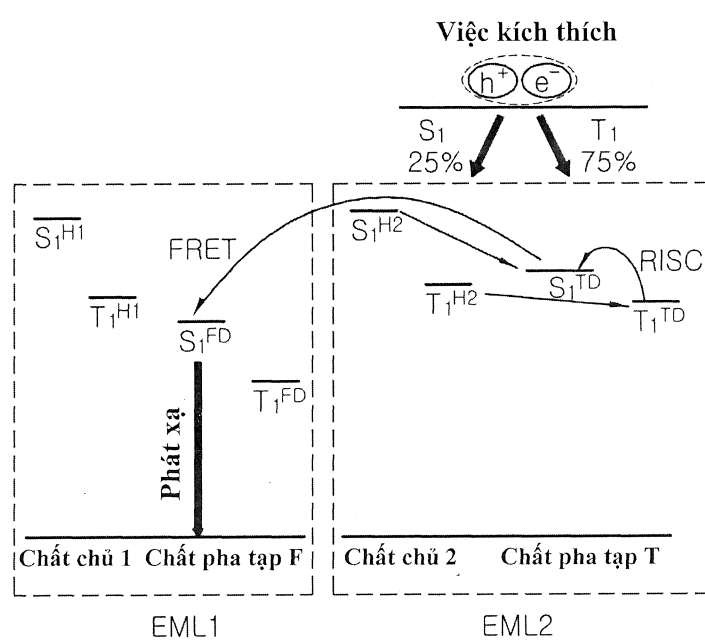
**FIG. 7****FIG. 8**

FIG. 9



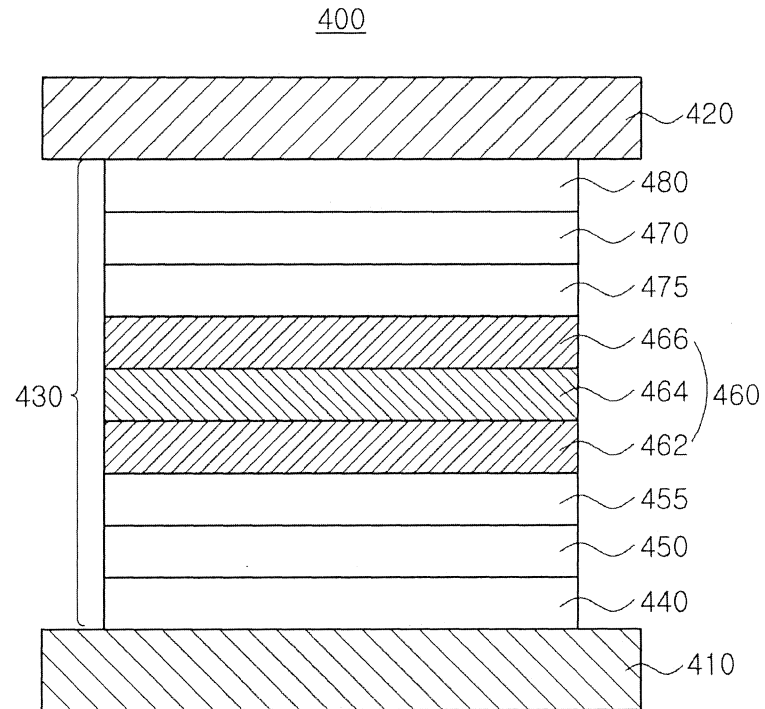
**FIG. 10**

FIG. 11

