



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0051830

(51)^{2022.01} H01L 51/00; H01L 27/00

(13) B

(21) 1-2022-08605

(22) 29/12/2022

(30) 10-2021-0194800 31/12/2021 KR; 10-2022-0000005 01/01/2022 KR

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/07/2023 424A

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

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

(72) SONG, Wook (KR); PARK, Sae Mi (KR); CHO, Myeong Seon (KR); HWANG, Min Hyeong (KR); KIM, Chun Ki (KR); KIM, Jung Keun (KR); KIM, Byung Soo (KR); YU, Young Jun (KR); KIM, Sang Beom (KR).

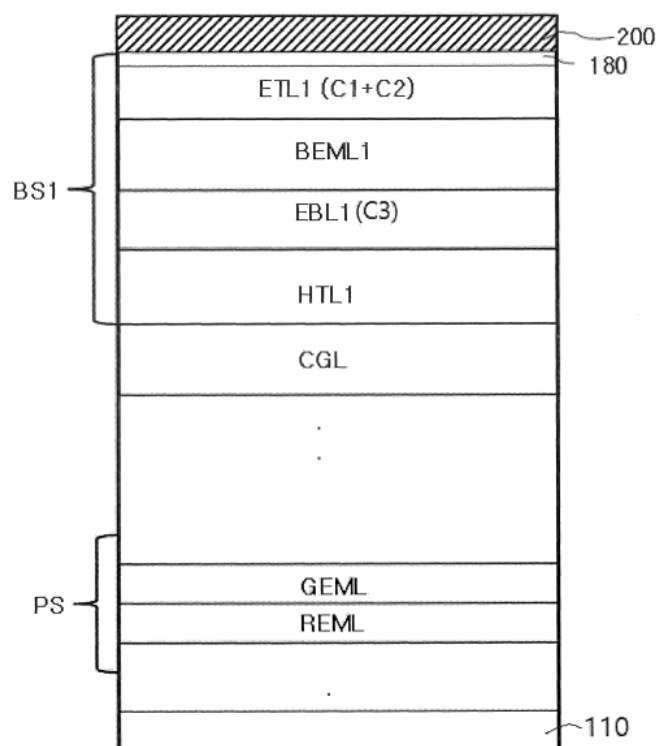
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THIẾT BỊ PHÁT SÁNG VÀ THIẾT BỊ HIỂN THỊ PHÁT SÁNG CHỨA THIẾT BỊ PHÁT SÁNG NÀY

(21) 1-2022-08605

(57) Sáng chế đề cập tới thiết bị phát sáng và thiết bị hiển thị phát sáng có khả năng cải thiện hiệu suất độ chói, điện áp điều vận, và tuổi thọ bằng cách thay đổi cấu hình của lớp liền kề với lớp phát sáng màu xanh lam trong chồng huỳnh quang màu xanh lam đang tiếp xúc catôt. Thiết bị phát sáng chứa n chồng (trong đó n là số tự nhiên là 2 hoặc lớn hơn) giữa anôt và catôt đang quay mặt vào nhau, trong đó chồng thứ n đang tiếp xúc catôt là chồng màu xanh lam thứ nhất, trong đó chồng màu xanh lam thứ nhất chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất, lớp chắn điện tử thứ nhất, lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất đang chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất đang tiếp xúc với lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất, và lớp tiêm điện tử đang có hai phía đang tiếp xúc với lớp vận chuyển điện tử thứ nhất và catôt, theo cách tương ứng, trong đó lớp vận chuyển điện tử thứ nhất chứa hỗn hợp của vật liệu thứ nhất có công thức 1 và vật liệu thứ hai có công thức 2.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới thiết bị phát sáng, và cụ thể hơn là tới thiết bị phát sáng chứa nhiều chồng để hiện thực hóa màu trắng, trong đó thiết bị phát sáng là có khả năng cải thiện hiệu suất của chồng màu xanh lam liền kề với catôt, và làm giảm điện áp điều vận và cải thiện hiệu suất phát sáng màu trắng trong cấu trúc chồng tổng thể, và thiết bị hiển thị phát sáng chứa chúng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, thiết bị hiển thị phát sáng không yêu cầu nguồn sáng tách biệt và có thiết bị phát sáng trong tấm nền hiển thị mà không có nguồn sáng tách biệt để làm cho thiết bị hiển thị nhỏ gọn và tạo ra màu sắc trong sáng, và đã được coi là ứng dụng có tính cạnh tranh.

Trong khi đó, thiết bị phát sáng được sử dụng trong các thiết bị hiển thị phát sáng yêu cầu hiệu suất cao hơn để hiện thực hóa chất lượng hình ảnh được mong muốn, và tốt hơn là được áp dụng ở dạng của nhiều chồng. Tuy nhiên, có hạn chế trong việc tăng hiệu suất chỉ bằng cách sử dụng nhiều chồng, do khác biệt trong màu sắc phát xạ và cơ chế phát xạ được áp dụng giữa các chồng tương ứng. Thêm vào đó, có vấn đề ở chỗ độ tin cậy là thấp hơn do không có việc xem xét tới độ ổn định khi thay đổi các vật liệu để tăng hiệu suất.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo đó, phần bộc lộ này đề xuất thiết bị phát sáng và thiết bị hiển thị phát sáng chứa thiết bị phát sáng này mà về cơ bản là khắc phục một hoặc nhiều vấn đề do các hạn chế và các nhược điểm của tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Mục đích của phần bộc lộ này là đề xuất thiết bị phát sáng có khả năng cải thiện cả điện áp điều vận và tuổi thọ tới các mức mong muốn dựa trên việc biến đổi của lớp phát sáng huỳnh quang đang có hiệu suất lượng tử trong thấp và các cấu trúc liên kề ở đó.

Các ưu điểm, các mục đích, và các dấu hiệu khác của sáng chế sẽ được mô tả một phần trong phần mô tả sau đây, và một phần sẽ được nhận thấy bởi những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế dựa vào phần mô tả sau đây, hoặc có thể được nhận thấy từ quá trình thực hiện sáng chế. Các mục đích và các ưu điểm khác của sáng chế có thể được thực hiện và đạt được bởi cấu trúc được chỉ ra một cách cụ thể trong phần mô tả và các điểm yêu cầu bảo hộ của sáng chế cũng như các hình vẽ kèm theo.

Trong thiết bị phát sáng và thiết bị hiển thị phát sáng của phần bộc lộ này, có thể đạt được hiệu suất được cải thiện, điện áp điều vận được làm giảm, và tuổi thọ được kéo dài bằng cách thay đổi cấu hình của lớp liên kề với lớp phát sáng màu xanh lam trong chồng huỳnh quang màu xanh lam đi tới tiếp xúc với catôt.

Để đạt được các mục đích này và các ưu điểm khác theo mục đích của phần bộc lộ này, như được áp dụng và được mô tả rộng ở đây, thiết bị phát sáng theo một phương án thực hiện của phần bộc lộ này chứa n chồng (trong đó n là số tự nhiên là 2 hoặc lớn hơn) giữa anôt và catôt đang quay mặt vào nhau, trong đó chồng thứ n đang tiếp xúc catôt là chồng màu xanh lam thứ nhất, trong đó chồng màu xanh lam thứ nhất chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất, lớp chắn điện tử thứ nhất, lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất đang chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất đang tiếp xúc với lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất, và lớp tiêm điện tử đang có hai phía đang tiếp xúc với lớp vận chuyển điện tử thứ nhất và catôt, theo cách tương ứng, trong đó lớp vận chuyển điện tử thứ nhất chứa hỗn hợp của vật liệu thứ nhất có công thức 1 và vật liệu thứ hai có công thức 2.

Theo một khía cạnh, sáng chế này đề xuất thiết bị hiển thị phát sáng chứa để chứa nhiều điểm ảnh phụ, tranzito màng mỏng được tạo ra tại từng điểm ảnh phụ trong số các điểm ảnh phụ trên đế, và thiết bị phát sáng được kết nối tới tranzito màng mỏng.

Cần hiểu là cả phần mô tả tổng quát trên đây và phần mô tả chi tiết sau đây của sáng chế đều nhằm làm ví dụ và giải thích và nhằm cung cấp giải thích bổ sung cho sáng chế như được yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, vốn được bao gồm để cho phép hiểu thêm về sáng chế và được kết hợp và cấu thành một phần của đơn này, thể hiện phương án thực hiện (các phương án thực hiện) sáng chế, và cùng với phần mô tả, sẽ có chức năng giải thích nguyên lý của sáng chế. Trong các hình vẽ này:

Fig.1 là hình cắt minh họa một cách sơ lược thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này;

Các hình Fig.2A và Fig.2B là các hình cắt minh họa các phương án thực hiện của thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, theo cách tương ứng;

Fig.3 là hình cắt minh họa thiết bị phát sáng được sử dụng trong các nhóm ví dụ thực nghiệm từ thứ nhất tới thứ tư;

Các hình vẽ Fig.4A và Fig.4B là các giản đồ vùng năng lượng và các đặc tính vận chuyển điện tử và lỗ trống của lớp phát sáng màu xanh lam và các lớp bao quanh khi vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất, được đánh giá trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai, theo cách tương ứng, được sử dụng cho lớp vận chuyển điện tử liền kề với catôt;

Các hình vẽ Fig.5A, Fig.5B và Fig.5C là các đồ thị thể hiện phổ phát xạ của các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất, thứ hai và thứ ba, theo cách tương ứng;

Các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6C là các đồ thị minh họa phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư;

Fig.7 là hình cắt minh họa các thiết bị phát sáng được sử dụng trong các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm và thứ sáu;

Fig.8 là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ sáu;

Fig.9 là giản đồ sơ lược minh họa thay đổi trong điện áp điều vận do khả năng vận chuyển của lớp vận chuyển điện tử của chồng huỳnh quang màu xanh lam và khả năng sinh lỗ trống của lớp sinh điện tích loại p giữa chồng huỳnh quang màu xanh lam và chồng lân quang;

Fig.10 là thiết bị phát sáng mà nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám được áp dụng vào đó;

Các hình vẽ Fig.11A và Fig.11B là các đồ thị thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám, theo cách tương ứng; và

Fig.12 là hình cắt minh họa thiết bị hiển thị phát sáng của phần bộc lộ này.

Trong suốt các hình vẽ và phần mô tả chi tiết, trừ khi được mô tả theo cách khác, cùng các số chỉ dẫn của hình vẽ sẽ được hiểu là đề cập tới cùng các phần tử, các dấu hiệu, và các cấu trúc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham khảo sẽ dẫn tới các phương án thực hiện ưu tiên án thực hiện làm ví dụ của sáng chế, các ví dụ của chúng được minh họa trong các hình vẽ kèm theo. Bất kỳ khi nào có thể, các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng suốt các hình vẽ để đề cập đến các phần giống nhau hoặc tương tự. Trong phần mô tả dưới đây của phần bộc lộ này, các phần mô tả chi tiết của các chức năng và các cấu hình đã biết được tích hợp ở đây sẽ được bỏ qua khi chúng có thể làm tối nghĩa cho đối tượng bảo hộ của phần bộc lộ này. Thêm vào đó, các tên của các chi tiết được sử dụng trong phần mô tả dưới đây được chọn để tạo thuận tiện cho việc mô tả rõ ràng của phần mô tả này và có thể khác với các tên của các chi tiết của các sản phẩm thực tế.

Hình dạng, kích thước, tỉ lệ, góc, số và dạng tương tự được thể hiện trên các hình vẽ để minh họa các phương án thực hiện khác nhau của phần bộc lộ này chỉ đơn thuần được tạo ra để minh họa, và phần bộc lộ này không bị hạn chế vào nội dung được thể hiện trong các hình vẽ. Bất kỳ khi nào có thể, các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng suốt các hình vẽ để đề cập đến các phần giống nhau hoặc tương tự. Trong phần mô tả sau, các phần mô tả chi tiết của các công nghệ hoặc các cấu hình liên quan tới phần bộc lộ này có thể bị bỏ qua để loại bỏ việc làm tối nghĩa một cách không cần thiết đối tượng của sáng chế. Khi các thuật ngữ như “chứa”, “có” và “bao gồm” được sử dụng trong toàn bộ bản mô tả, thành phần bổ sung có thể có mặt, trừ khi có sử dụng cách diễn đạt “chỉ”. Thành phần được mô tả ở số đơn có thể bao hàm dạng số của chúng nhiều trừ khi của nó chỉ ra cụ thể theo cách khác.

Các thành phần được chứa trong các phương án thực hiện của phần bộc lộ này nên được giải thích là chứa khoảng giới hạn sai số, thậm chí nếu không có phần mô tả cụ thể bổ sung ở đó.

Trong việc mô tả các phương án thực hiện của phần bộc lộ này, khi các thuật ngữ về các quan hệ vị trí như “trên”, “ở trên”, “dưới” và “bên cạnh” được sử dụng, thì ít nhất một thành phần xen kẽ có thể có mặt giữa hai thành phần trừ khi cách diễn đạt “ngay” hoặc “trực tiếp” được sử dụng.

Trong việc mô tả các phương án thực hiện của phần bộc lộ này, khi các thuật ngữ về các quan hệ thời gian như “sau”, “sau đó”, “tiếp theo” và “trước” được sử dụng, thì trường hợp không liên tục có thể được bao gồm, trừ khi cách diễn “ngay lập tức” hoặc “trực tiếp” được sử dụng.

Trong việc mô tả các phương án thực hiện của phần bộc lộ này, các thuật ngữ như “thứ nhất” và “thứ hai” có thể được sử dụng để mô tả các thành phần khác nhau, nhưng các thuật ngữ này chỉ nhằm để phân biệt các thành phần giống nhau hoặc tương tự với

thành phần khác. Một cách tương ứng, trong suốt bản mô tả này, thành phần “thứ nhất” có thể giống như thành phần “thứ hai” nằm trong khái niệm kỹ thuật của phần bộc lộ này, trừ khi được chỉ ra theo cách khác.

Các dấu hiệu của các phương án thực hiện khác nhau của phần bộc lộ này có thể được ghép nối hoặc được kết hợp một phần hoặc hoàn toàn với nhau, và có thể được vận hành liên vận khác nhau với nhau và được điều vận về mặt kỹ thuật. Các phương án thực hiện của phần bộc lộ này có thể được thực hiện một cách độc lập với nhau, hoặc có thể được thực hiện cùng với nhau theo cách tương liên.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “pha tạp” nghĩa là, trong vật liệu mà chiếm hầu hết tỉ lệ khối lượng của lớp, vật liệu (ví dụ, các vật liệu loại N và loại P, hoặc các chất vô cơ) đang có các tính chất vật lý khác với vật liệu chiếm hầu hết của tỉ lệ khối lượng của lớp được thêm vào với lượng nhỏ hơn 30% theo khối lượng. Nói cách khác, lớp “được pha tạp” đề cập tới lớp được sử dụng để phân biệt vật liệu chủ với vật liệu pha tạp của lớp cụ thể, khi xem xét tới trọng lượng riêng của tỉ lệ khối lượng. Cũng vậy, thuật ngữ “không được pha tạp” đề cập tới trường hợp bất kỳ khác với trường hợp “được pha tạp”. Ví dụ, khi lớp chứa vật liệu đơn hoặc hỗn hợp của các vật liệu có cùng các tính nhất như nhau, thì lớp được chứa trong lớp “không được pha tạp”. Ví dụ, nếu ít nhất một vật liệu trong số các vật liệu tạo nên lớp cụ thể là loại p và không phải tất cả các vật liệu đang tạo nên lớp là loại n, thì lớp có thể được chứa trong lớp “không được pha tạp”. Ví dụ, nếu ít nhất một vật liệu trong số các vật liệu đang tạo nên lớp là vật liệu hữu cơ và không phải tất cả các vật liệu đang tạo nên lớp là các vật liệu vô cơ, thì lớp được chứa trong lớp “không được pha tạp”. Ví dụ, khi tất cả các vật liệu đang tạo nên lớp cụ thể là các vật liệu hữu cơ, ít nhất một vật liệu trong số các vật liệu đang tạo nên lớp là loại n và các vật liệu khác là loại p, thì khi vật liệu loại có mặt với lượng nhỏ hơn 30 % khối lượng, hoặc khi vật liệu loại p có mặt với lượng nhỏ hơn 30 % khối lượng, thì lớp được xem như là “được pha tạp”.

Dưới đây, thiết bị phát sáng của phần bọc lộ này và thiết bị hiển thị phát sáng chứa thiết bị phát sáng sẽ được mô tả với tham khảo tới các hình vẽ.

Fig.1 là hình cắt minh họa một cách sơ lược thiết bị phát sáng của phần bọc lộ này.

Như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị phát sáng theo phần bọc lộ này có n chồng (trong đó n là số tự nhiên 2 hoặc lớn hơn) (như BS1 và PS) giữa anốt 110 và catốt 200, và các chồng được chia qua lớp sinh điện tích CGL.

Thiết bị phát sáng của phần bọc lộ này có cấu hình cơ bản chứa ít nhất một chồng huỳnh quang màu xanh lam (như BS1) và chồng lân quang PS, và có thể còn chứa chồng phát sáng tương ứng phụ thuộc vào hiệu suất của việc tạo ra của màu sắc cụ thể được yêu cầu. Nó sẽ được mô tả với tham khảo tới các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B.

Trong thiết bị phát sáng của phần bọc lộ này, chồng đang tiếp xúc catốt 200 là chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1. Chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất HTL1, lớp chắn điện tử thứ nhất EBL1, lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEM1 chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 tiếp xúc với lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEM1, và lớp tiêm điện tử 180 đang có hai phía tiếp xúc với lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 và catốt 200, theo cách tương ứng.

Thêm vào đó, thiết bị phát sáng của phần bọc lộ này chứa chồng lân quang PS phát bước sóng dài hơn ánh sáng màu xanh lam tại phía của nó, gần hơn với anốt 110. Chồng lân quang PS chứa ít nhất là lớp phát sáng lân quang màu đỏ REM1 và lớp phát sáng lân quang màu xanh lục GEM1. Ánh sáng được phát từ lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEM1, ánh sáng được phát từ lớp phát sáng lân quang màu đỏ REM1, và ánh sáng được phát từ lớp phát sáng lân quang màu xanh lục GEM1 có thể được thu thập trên ít nhất một phía của anốt 110 và catốt 200 để phát ánh sáng trắng.

Thiết bị phát sáng có thể còn chứa lớp vận chuyển liên quan tới lỗ trống và các lớp vận chuyển liên quan tới điện tử bên dưới lớp phát sáng lân quang màu đỏ REML và lớp phát sáng lân quang màu xanh lục GEML của Fig.1, theo cách tương ứng.

Khi thiết bị phát sáng là loại phát xạ đáy, thì anôt 110 có thể là điện cực trong suốt được tạo thành từ ITO, IZO, hoặc ITZO, và catôt 200 có thể là nhôm (Al), hợp kim nhôm, bạc (Ag), hợp kim bạc, magiê (Mg), hoặc hợp kim magiê.

Khi thiết bị phát sáng là loại phát xạ đỉnh, thì anôt 110 có thể chứa kim loại phản xạ như bạc, hợp kim bạc, hoặc nhôm, và catôt 200 có thể là điện cực trong suốt mỏng hoặc điện cực trong suốt phản xạ.

Chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 được áp dụng cho thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này là chồng phát ánh sáng huỳnh quang trong sự xem xét cả tuổi thọ và hiệu suất lượng tử ngoài. Chất pha tạp gốc bo, vốn là vật liệu huỳnh quang của lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEML1, có độ ổn định được cải thiện và tuổi thọ dài hơn chất pha tạp màu xanh lam lân quang, và có hiệu suất lượng tử ngoài được cải thiện khi so sánh với các chất pha tạp huỳnh quang khác. Thêm vào đó, trong thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 được bố trí để tiếp xúc với catôt 200, nhờ đó tăng theo cách quang học, hiệu suất phát xạ ánh sáng màu xanh lam theo hiệu ứng cộng hưởng sử dụng vi khoang.

Trong khi đó, trong thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, chồng lân quang PS và chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 được kết nối thông qua lớp sinh điện tích CGL để củng cố hiệu suất của việc hiện thực hóa của màu trắng nêu trên, ở mức nhất định. Thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này nhằm mục đích tăng hiệu suất của chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1, vốn là ở trong tiếp xúc với catôt 200, để khắc phục khác biệt trong hiệu suất lượng tử trong giữa cơ chế phát sáng lân quang và cơ chế phát sáng huỳnh quang. Vì mục đích này, v mà sự thủ tiêu bộ ba-bộ ba (triplet-triplet annihilation

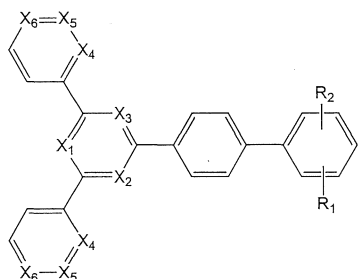
- TTA) trong lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEML1 của chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 được tạo thuận tiện để cải thiện hiệu suất tiêm điện tử trong catôt 200 và hiệu suất vận chuyển điện tử trong chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 và nhờ đó chuyển một cách nhanh chóng các điện tử vào trong lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEML1 và nhốt các điện tử và các exciton trong lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEML1.

Lớp tiêm điện tử 180 được tạo ra để tiêm các điện tử từ catôt 200 chứa hợp chất chứa lithi (Li), nhờ đó làm giảm điện trở tại giao diện với vật liệu hữu cơ được bố trí trong catôt 200 để tạo thuận tiện cho việc tiêm các điện tử. Lớp tiêm điện tử 180 có thể, ví dụ, chứa thành phần bất kỳ trong số LiF và Liq.

Trong thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, hiệu suất vận chuyển điện tử được cải thiện bằng cách thay đổi vật liệu vô cơ tạo nên lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 vốn tiếp xúc với lớp tiêm điện tử 180. Thêm vào đó, thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này chứa vật liệu thứ hai C2 cũng như vật liệu thứ nhất C1 đang có hiệu suất vận chuyển điện tử cao có công thức 1 bên dưới để tránh hiện tượng mà trong đó hàng rào năng lượng để truyền các điện tử từ catôt 200 tới lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 được tăng do khác biệt trong các tính chất vật lý hoặc lực đẩy tại giao diện giữa lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 và lớp tiêm điện tử 180, khi lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 chứa vật liệu đơn đang có hiệu suất vận chuyển điện tử cao. Thêm vào đó, vật liệu thứ hai C2 là vật liệu được biểu diễn bởi công thức 2 bên dưới và có ít hoặc không có hàng rào năng lượng và điện trở liên mặt thấp với vật liệu, ví dụ, LiF hoặc Liq (lithi quinolat), đang tạo nên lớp tiêm điện tử 180. Nghĩa là, trong chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 gần nhất với catôt 200, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 chứa hỗn hợp của vật liệu thứ nhất C1 đang có hiệu suất vận chuyển điện tử cao và vật liệu thứ hai C2 cho phép thực

hiện việc tiêm các điện tử với ít hoặc không có lực đẩy tại giao diện giữa lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 và lớp tiêm điện tử 180.

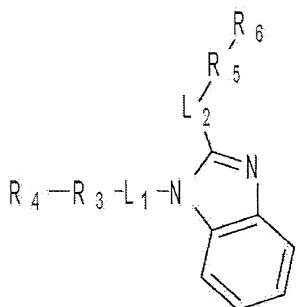
[Công thức 1]



R_1 và R_2 mỗi thành phần được chọn một cách độc lập từ nhóm cycloalkyl, nhóm aryl, nhóm heteroaryl, và nhóm cacbazol; X_1 , X_2 và X_3 mỗi thành phần một cách độc lập là N hoặc CH. Ít nhất một thành phần trong số X_4 , X_5 , và X_6 là N và các thành phần còn lại là CH, và

Ở đây, vật liệu thứ nhất có công thức 1 tạo nên lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1 duy trì liên kết cấu trúc của từng vòng benzen đối xứng ở bên ngoài cấu trúc và có khả năng truyền các điện tử tới lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEML1 với hiệu suất cao do hoạt động cho điện tử mạnh của nitơ (N) tại đầu cuối của vòng benzen đối xứng.

[Công thức 2]



L_1 và L_2 một cách độc lập có thể là liên kết đơn. Hoặc là L_1 và L_2 một cách độc lập, chứa một thành phần trong số nhóm phenyl và nhóm naphthyl. Theo một số phương án thực hiện, L_1 và L_2 một cách độc lập có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenylen và nhóm naphthylen.

R_3 , R_4 , R_5 , và R_6 một cách độc lập, có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthracen. R_5 có thể là liên kết đơn hoặc có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm metyl, etyl, naphthyl, và nhóm anthracen.

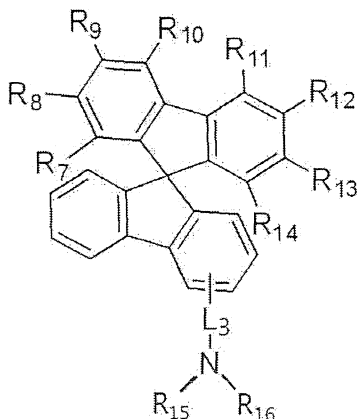
Theo một số phương án thực hiện, R_3 , một cách độc lập, có thể được chọn từ nhóm phenylen, nhóm naphthylen, và nhóm anthrylen. R_4 có thể được chọn từ nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthracen. R_5 có thể là liên kết đơn hoặc chứa nhóm alkylen, như nhóm phenylen, nhóm naphthylen, và nhóm anthrylen. R_6 có thể được chọn từ nhóm alkyl như nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthracen.

Trong khi đó, trong thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, các điện tử và exciton có thể được chuyển một cách nhanh chóng tới giao diện giữa lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất BEML1 và lớp chắn điện tử thứ nhất EBL1 do hiệu suất vận chuyển điện tử tuyệt vời của lớp vận chuyển điện tử thứ nhất ETL1.

Dấu hiệu khác của thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, lớp chắn điện tử thứ nhất EBL1 có thể được tạo thành từ vật liệu được thể đơteri để ngăn chặn việc giảm trong hiệu suất và tuổi thọ của thiết bị phát sáng do việc chuyển của các điện tử tới lớp chắn điện tử thứ nhất EBL1.

Ví dụ, lớp chắn điện tử thứ nhất EBL1 có thể chứa vật liệu thứ ba C3 theo công thức 3 bên dưới.

[Công thức 3]



L_3 có thể là liên kết đơn, hoặc có thể chứa nhóm phenyl hoặc nhóm naphthyl. Theo một số phương án thực hiện, L_3 có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenylene và nhóm naphthylene. R_7 tới R_{14} có thể là đoteri. Hoặc R_7 tới R_{14} được thế với đoteri. R_{15} và R_{16} mỗi thành phần có thể, một cách độc lập, được chọn từ nhóm phenyl, nhóm phenyl được thế đoteri, nhóm biphenyl, nhóm biphenyl được thế đoteri, nhóm florenyl, nhóm florenyl được thế đoteri, nhóm heteroaryl, nhóm heteroaryl được thế đoteri, nhóm cacbazol, nhóm cacbazol được thế đoteri, nhóm dibenzofuran, nhóm dibenzofuran được thế đoteri, nhóm dibenzothiophen, và nhóm dibenzothiophen được thế đoteri. Theo phương án thực hiện, việc thế đoteri là một phần. Theo phương án thực hiện được ưu tiên, việc thế đoteri là hoàn toàn.

Cụ thể là, các ví dụ của vật liệu thứ ba C3 có công thức 3 sẽ được mô tả sau với tham khảo tới các thí nghiệm.

Dưới đây, ví dụ mà trong đó thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này được áp dụng cho cấu trúc hai chồng và cấu trúc ba chồng sẽ được mô tả theo cách tương ứng. Tuy nhiên, thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này không bị hạn chế vào cấu trúc hai chồng hoặc ba chồng, và có thể được áp dụng cho cấu trúc có số chồng bất kỳ, chứa bốn chồng hoặc nhiều hơn, miễn là nó chứa chồng huỳnh quang màu xanh lam và chồng lân quang, trong đó chồng đang tiếp xúc catôt là chồng huỳnh quang màu xanh lam, và lớp vận chuyển điện tử thứ nhất đang tiếp xúc lớp tiêm điện tử chứa cả vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai.

Các hình Fig.2A và Fig.2B là các hình cắt minh họa các phương án thực hiện của thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này.

Như được thể hiện trên Fig.2A, thiết bị phát sáng theo phương án thực hiện thứ nhất của phần bộc lộ này chứa anôt 110 và catôt 200 đang quay mặt vào nhau trên đế 100, và chồng lân quang PS, lớp sinh điện tích CGL, và chồng huỳnh quang màu xanh lam BS được tạo ra liên tiếp giữa anôt 110 và catôt 200.

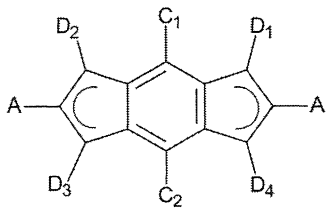
Giống như chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 của Fig.1, chồng huỳnh quang màu xanh lam BS chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất HTL1 141, lớp chắn điện tử thứ nhất (EBL1) 142, lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất (BEML1) 143 chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm tới 480 nm, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất (ETL1) 144 đang tiếp xúc lớp phát sáng màu xanh lam (BEML1) 143, và lớp tiêm điện tử 180 đang có hai phía tiếp xúc lớp vận chuyển điện tử thứ nhất (ETL1) 144 và catôt 200, theo cách tương ứng. Lớp vận chuyển điện tử thứ nhất (ETL1) 144 chứa vật liệu thứ nhất C1 có công thức 1 và vật liệu thứ hai C2 có công thức 2.

Thêm vào đó, chồng lân quang PS chứa lớp tiêm lỗ trống (hole injection layer - HIL) 121, lớp vận chuyển lỗ trống thứ hai (HTL2) 131, lớp phát sáng lân quang màu đỏ (REML) 132, lớp phát sáng lân quang màu xanh lục (GEML) 134, và lớp vận chuyển điện tử thứ hai (ETL2) 135.

Ở đây, lớp sinh điện tích CGL giữa chồng huỳnh quang màu xanh lam BS và chồng lân quang PS có thể chứa lớp sinh điện tích loại n N-CGL và lớp sinh điện tích loại p P-CGL. Lớp sinh điện tích loại n N-CGL được tạo thành bằng các pha tạp chất chủ vận chuyển điện tử với kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, hoặc kim loại chuyển tiếp để sinh ra các điện tử và cấp chúng tới lớp vận chuyển điện tử của chồng liền kề. Đề cập tới Fig.2A, lớp sinh điện tích loại n N-CGL cấp các điện tử được sinh ra tới lớp vận chuyển điện tử thứ hai (ETL2) 135 của chồng lân quang PS được bố trí ở bên dưới đó. Thêm vào đó, lớp sinh điện tích loại p P-CGL sinh ra các lỗ trống và cấp các lỗ trống được sinh ra tới lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất (HTL1) 141 của chồng huỳnh quang màu xanh lam BS được bố trí trên đó. Lớp sinh điện tích loại p P-CGL chứa chất pha tạp loại p trong chất chủ vận chuyển lỗ trống. Trong thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, vật liệu thứ nhất C1, đang có hiệu suất vận chuyển điện tử cao, được sử dụng cho lớp vận chuyển điện tử thứ nhất 144 trong chồng huỳnh quang màu xanh lam BS, sao cho các điện tử có thể được truyền

một cách nhanh chóng tới lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất 143. Đáp lại nó, thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này cũng được đặc trưng ở chỗ chất pha tạp hữu cơ (vật liệu thứ tư: C4) có công thức 4, đang có hiệu suất vận chuyển lỗ trống cao, được sử dụng làm chất pha tạp loại p trong lớp sinh điện tích loại p P-CGL.

[Công thức 4]



Ở đây, A được chọn từ hydro, đoteri, halogen group, nhóm cyano, nhóm malononitril, nhóm triflorometyl, nhóm trifloromethoxy, nhóm aryl hoặc heteroaryl được thế hoặc không được thế, nhóm alkyl C₁-C₁₂ được thế hoặc không được thế, nhóm alkoxy C₁-C₁₂ được thế hoặc không được thế. Trong công thức 2, gốc thế A có thể chứa một thành phần trong số nhóm cyano, nhóm halogen, nhóm triflometyl, nhóm triflomethoxy, hydro và đoteri; C₁ và C₂ mỗi thành phần một cách độc lập có thể là một thành phần trong số hydro, đoteri, nhóm halogen, hoặc nhóm cyano; và D₁ đến D₄ mỗi thành phần một cách độc lập có thể được kết nối tới liên kết đơn hoặc liên kết đôi, và được thế với một thành phần trong số nhóm halogen, nhóm cyano, nhóm malononitril, nhóm triflorometyl, và nhóm trifloromethoxy, và ít nhất hai thành phần của chúng chứa nhóm cyano.

Cụ thể là, các ví dụ của vật liệu thứ 4 có công thức 4 sẽ được mô tả sau với tham khảo tới các thí nghiệm.

Thiết bị phát sáng theo phương án thực hiện thứ hai của phần bộc lộ này được thể hiện trên Fig.2B nhằm tới việc tiếp tục cải thiện hiệu suất phát sáng màu xanh lam, và chứa chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 và chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ hai BS2, tiếp xúc với catôt 200 và anôt 110, theo cách tương ứng, và chồng lân quang PS

giữa chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 và chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ hai BS2. Chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 là giống như của các hình vẽ Fig.1 và Fig.2A được mô tả ở trên, do đó phần mô tả của chúng sẽ được bỏ qua.

Chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ hai BS2 chứa lớp tiêm lỗ trống (HTL) 121, lớp vận chuyển lỗ trống thứ ba (HLT3) 122, lớp chắn điện tử thứ hai (EBL2) 123, lớp phát sáng màu xanh lam thứ hai (BEML2) 124, và lớp vận chuyển điện tử thứ ba (ETL3) 125, vốn được chồng theo cách liên tiếp trên anốt 110.

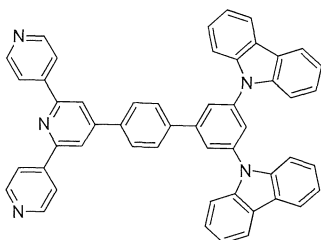
Thêm vào đó, chồng lân quang PS chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ hai (HLT3) 131, lớp phát sáng lân quang (phosphorescent light emitting layer - PEML), và lớp vận chuyển điện tử thứ hai (ETL2) 135. Theo phương án thực hiện thứ hai của Fig.2B, lớp phát sáng lân quang PEML chứa lớp phát sáng lân quang màu đỏ (REML) 132, lớp phát sáng lân quang màu vàng/màu xanh lục (YGEML) 133, và lớp phát sáng lân quang màu xanh lục (GEML) 134. Phương án thực hiện thứ hai của Fig.2B là khác với phương án thực hiện thứ nhất của Fig.2A ở chỗ phương án thực hiện thứ hai của Fig.2B còn lớp phát sáng lân quang màu vàng-màu xanh lục (YGEML) 133 giữa lớp phát sáng lân quang màu đỏ (REML) 132 và lớp phát sáng lân quang màu xanh lục (GEML) 134. Phương án thực hiện thứ hai có thể biểu diễn nhiều màu sắc hơn qua suốt gam màu sắc rộng hơn, hơn phương án thực hiện thứ nhất.

Lớp sinh điện tích thứ nhất 170 được tạo ra giữa chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ nhất BS1 và chồng lân quang PS, và lớp sinh điện tích thứ hai 150 được tạo ra giữa chồng lân quang PS và chồng huỳnh quang màu xanh lam thứ hai BS2.

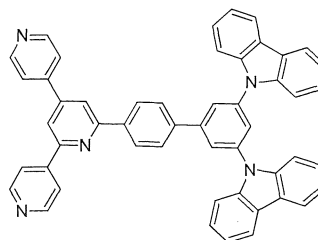
Mỗi lớp trong số các lớp sinh điện tích thứ nhất và thứ hai 170 và 150 được tạo ra với lớp sinh điện tích loại n (N-CGL) 171 hoặc 151 và lớp sinh điện tích loại p (P-CGL) 173 hoặc 153 liên tiếp từ đáy.

Dưới đây, tác dụng của việc thay đổi vật liệu của lớp vận chuyển điện tử trong chồng huỳnh quang màu xanh lam gần với catôt sẽ được mô tả dựa trên các thí nghiệm.

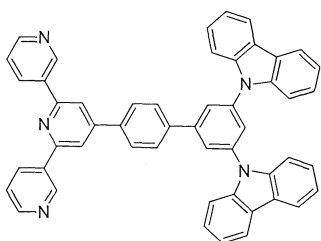
Thêm vào đó, các ví dụ của vật liệu thứ nhất C1 có công thức 1 để tạo thành lớp vận chuyển điện tử chứa các vật liệu ETM-01 tới ETM-60 sau.



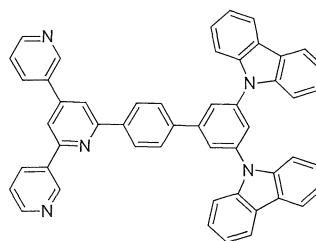
<ETM-01>



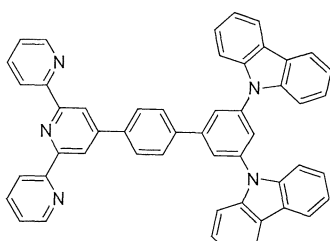
<ETM-02>



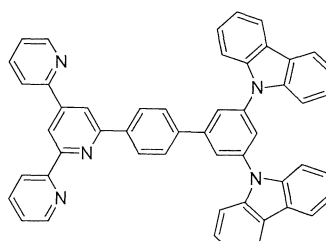
<ETM-03>



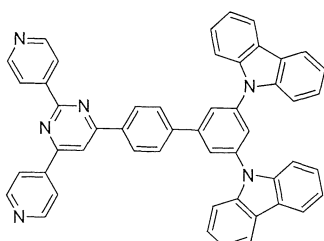
<ETM-04>



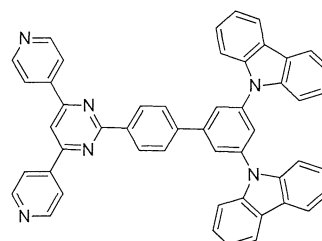
<ETM-05>



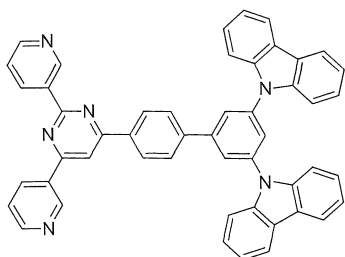
<ETM-06>



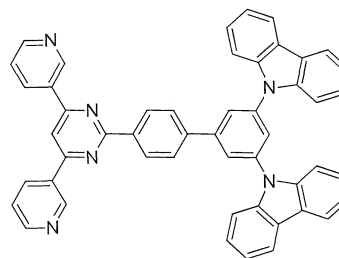
<ETM-07>



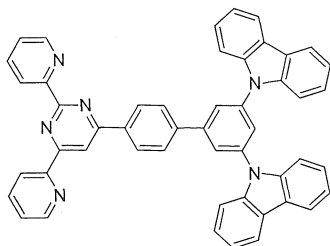
<ETM-08>



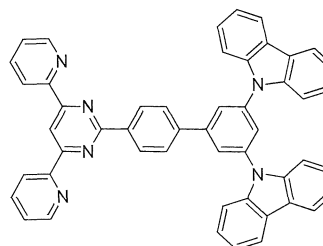
<ETM-09>



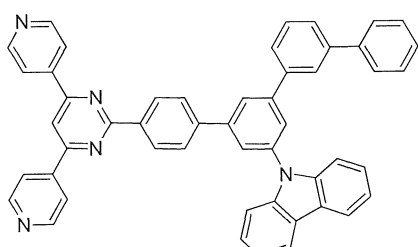
<ETM-10>



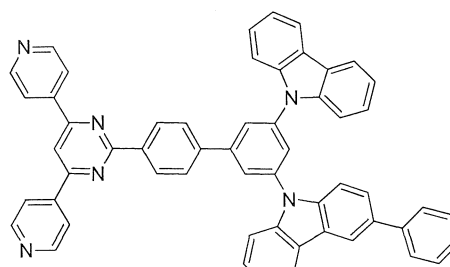
<ETM-11>



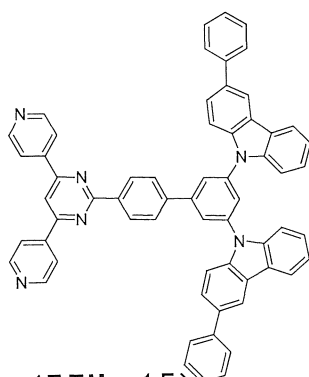
<ETM-12>



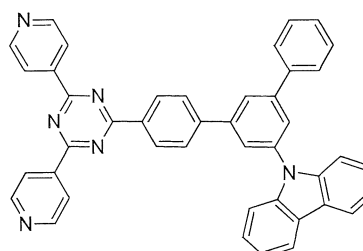
<ETM-13>



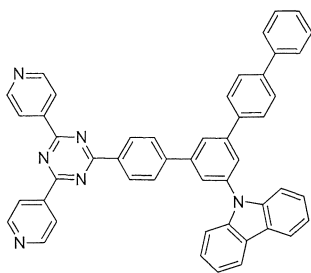
<ETM-14>



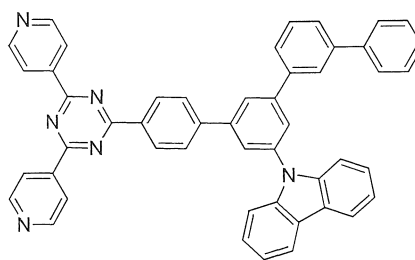
<ETM-15>



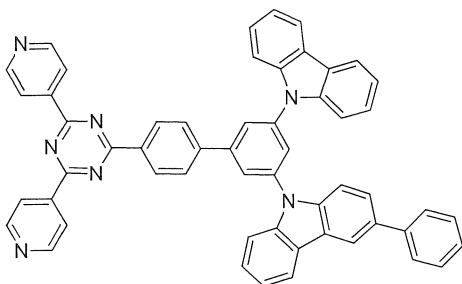
<ETM-16>



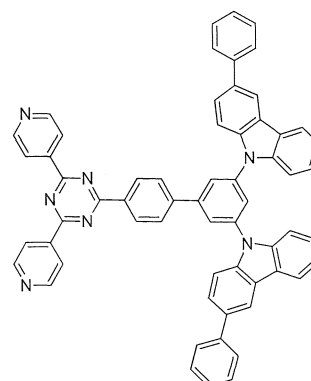
<ETM-17>



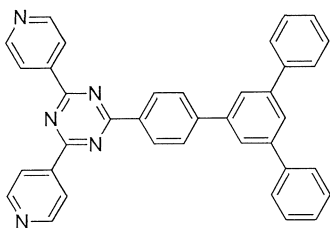
<ETM-18>



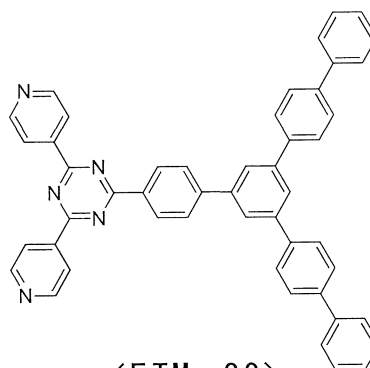
<ETM-19>



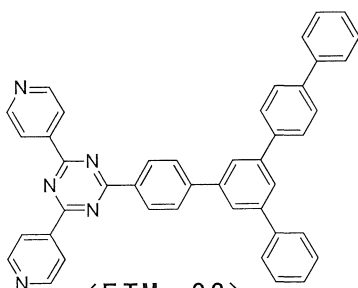
<ETM-20>



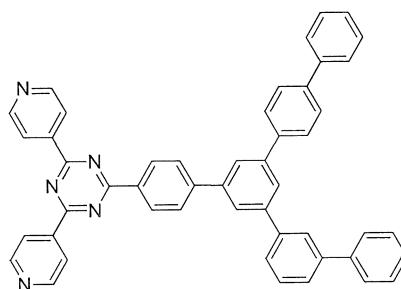
<ETM-21>



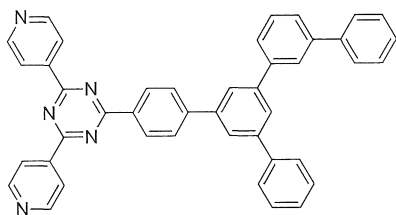
<ETM-22>



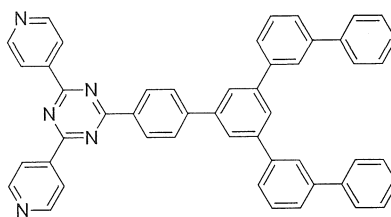
<ETM-23>



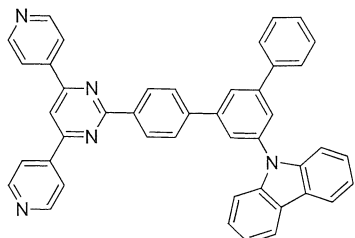
<ETM-24>



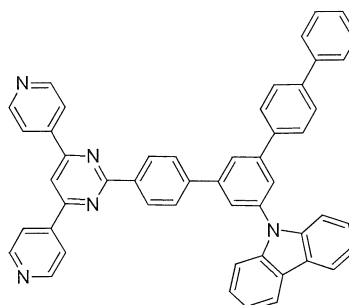
<ETM-25>



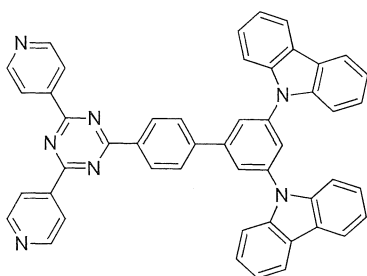
<ETM-26>



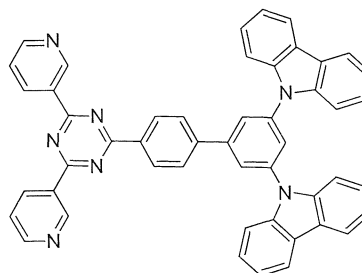
<ETM-27>



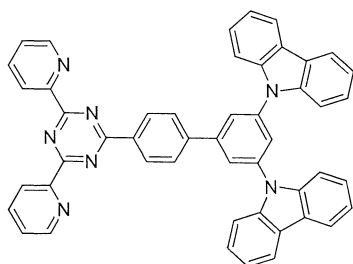
<ETM-28>



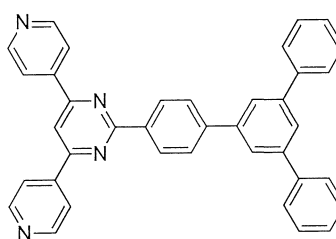
<ETM-29>



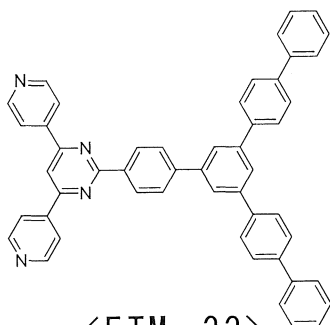
<ETM-30>



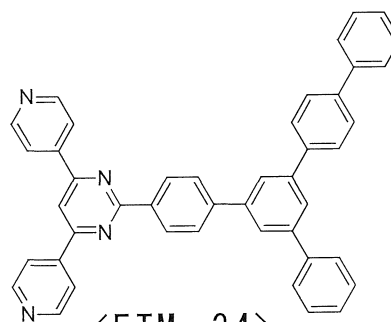
<ETM-31>



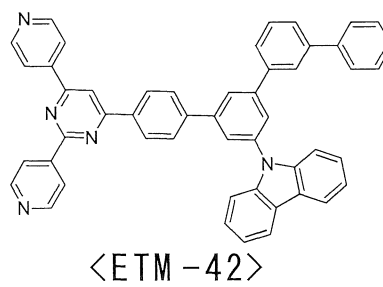
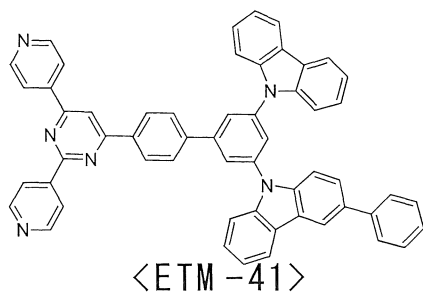
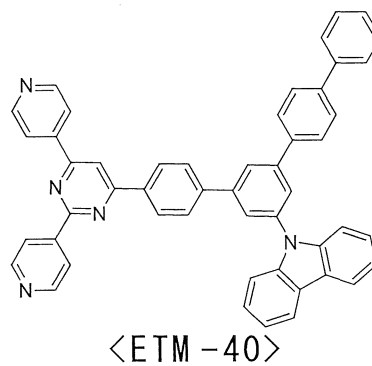
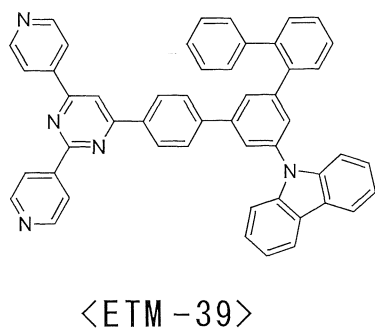
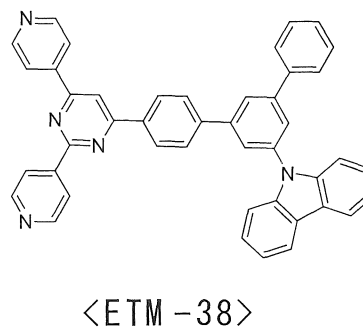
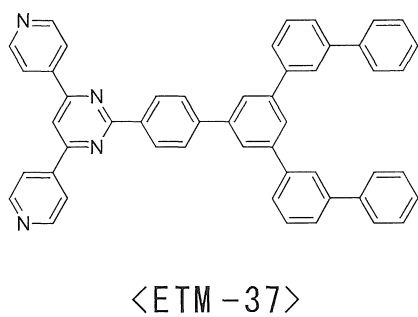
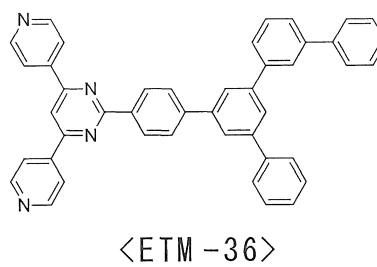
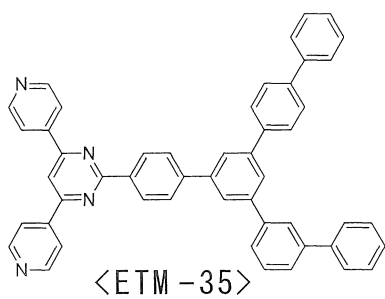
<ETM-32>

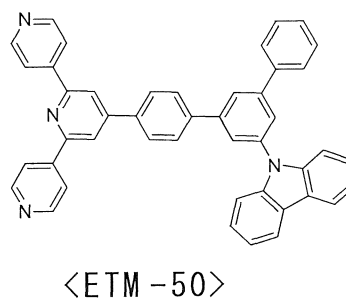
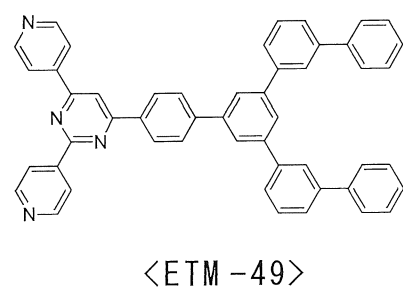
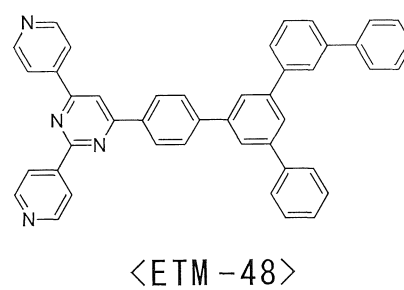
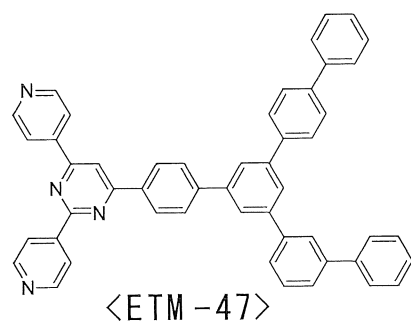
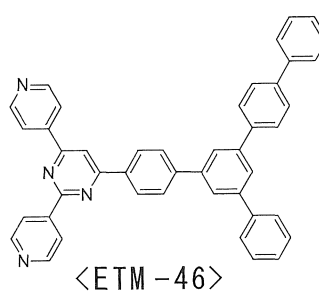
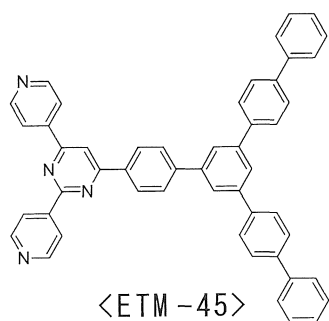
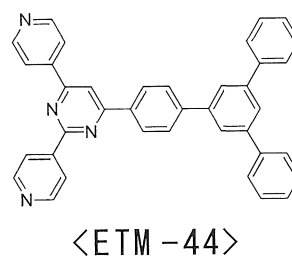
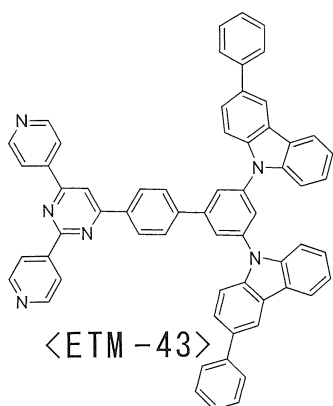


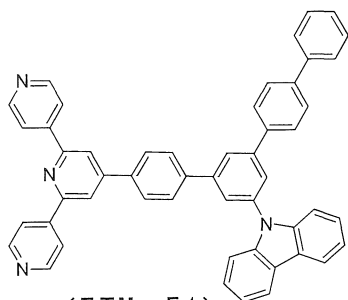
<ETM-33>



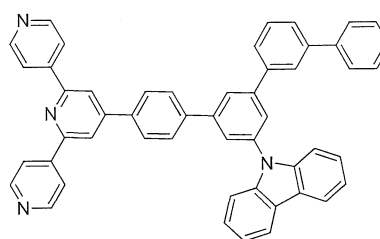
<ETM-34>



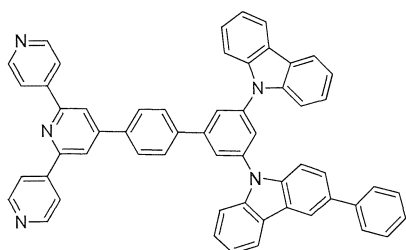




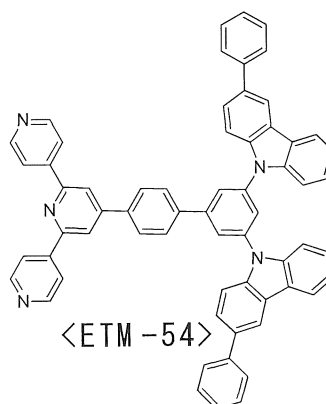
<ETM-51>



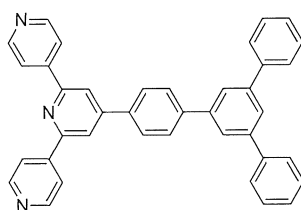
<ETM-52>



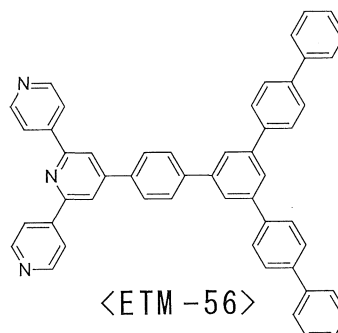
<ETM-53>



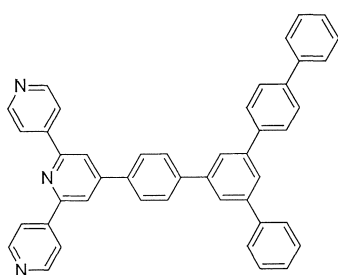
<ETM-54>



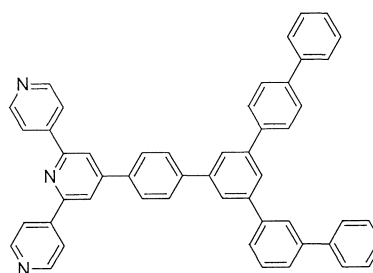
<ETM-55>



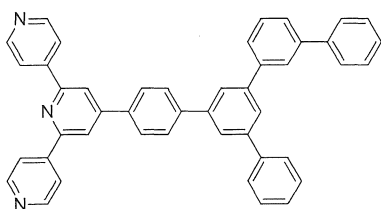
<ETM-56>



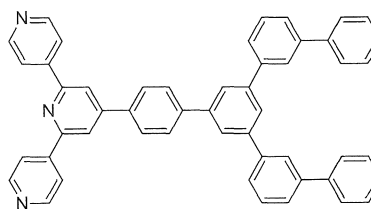
<ETM-57>



<ETM-58>



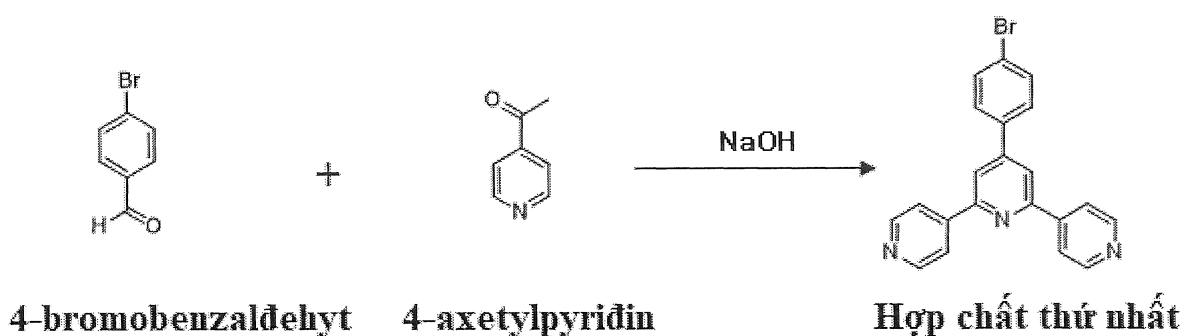
<ETM -59>



<ETM -60>

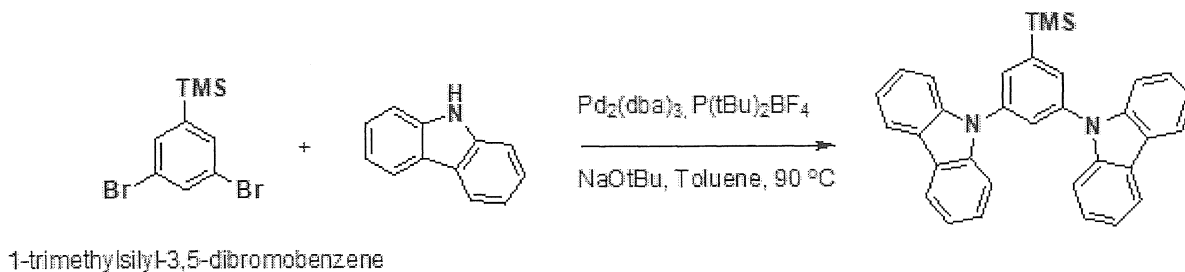
Vật liệu biểu diễn có công thức 1, ETM-01 được thu qua phương pháp chuẩn bị sau.

(1) Tổng hợp hợp chất thứ nhất:



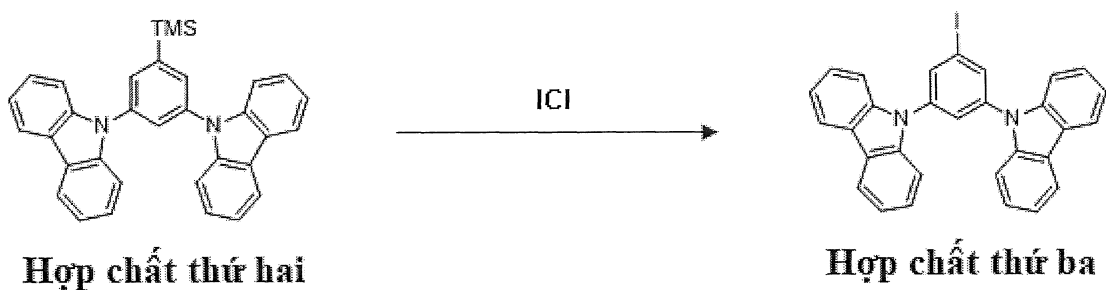
6,0 g (49,5 mmol) của 4-acetylpyridin và 9,0 g (48,6 mmol) của 4-bromobenzaldehyt được chuẩn bị và được đặt trong bình cùng với 200 mL của dung dịch nước 2% theo khối lượng NaOH, tiếp theo bởi việc khuấy tại nhiệt độ phòng trong 10 giờ và quan sát thay đổi màu sắc của dung dịch phản ứng. Sau đó, 6,0 g (49,5 mmol) của 4-acetylpyridin được thêm vào đó, và nồng độ NaOH được đặt tới 20% theo khối lượng, tiếp theo bởi việc khuấy tại 80°C trong 8 giờ. Sản phẩm được khử nước mà không tinh chế và được khuấy dưới các điều kiện hồi lưu trong dung dịch chứa nhiều hơn 36,0 g của amoni axetat trong 500 mL etanol trong 5 giờ. Sau đó, sản phẩm được tinh thể hóa từ dung dịch phản ứng tạo thành sử dụng etanol để thu được hợp chất thứ nhất (11g, 60%).

(2) Tổng hợp hợp chất thứ hai:



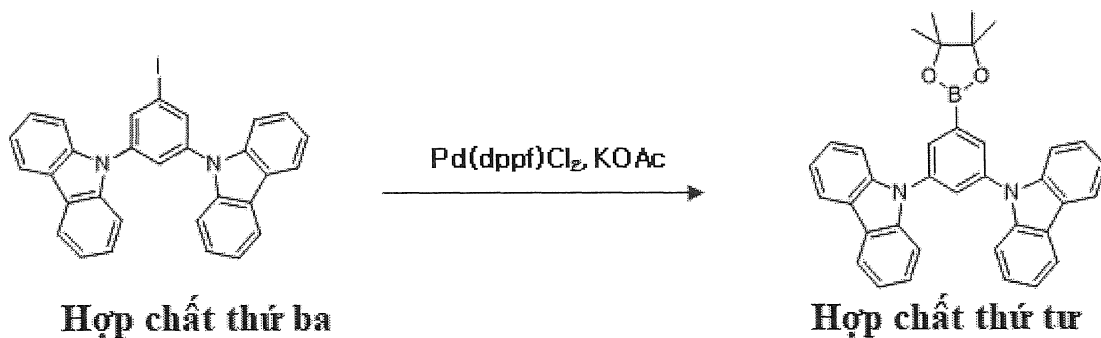
8,1 g (48,75 mmol) carbazol, 6,0 g (19,5 mmol) của 1-trimethylsilyl-3,5-dibromobenzen, 0,89 g (1,0 mmol) của tris(đibenzylideneaxeton)đipalladi(O) ($\text{Pd}_2(\text{dba})_3$), 0,59 g (2,0 mmol) của tri-tert-butylphosphin tetrafloroborat và 4,7 g (48,8 mmol) của NaOtBu được thêm vào toluen khô (200 mL), tiếp theo bởi việc khuấy tại 90°C trong 10 giờ. Theo việc hoàn thành của phản ứng, phần còn dư NaOtBu được lọc và sau đó chiết sản phẩm với etyl axetat. Sản phẩm tạo thành được khử nước với MgSO_4 và được tinh chế bởi sắc ký cột (hexan:EA = 20:1 (v/v)) để thu được hợp chất thứ hai (6,1 g, năng suất 65%).

(3) Tổng hợp hợp chất thứ ba:



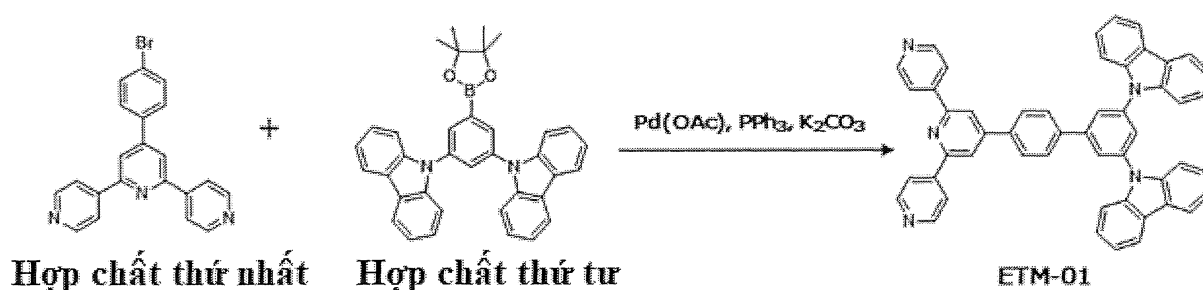
Hợp chất thứ hai (4,0 g, 8,3 mmol) được hòa tan trong CCl_4 (70 mL), và dung dịch iodin monoclorit (1,0 M trong metylen clorit, 8,3 mL, 8,3 mmol) được thêm bằng cách nhỏ giọt vào đó tạo 0°C, tiếp theo bởi việc khuấy trong 1 giờ. Sau đó, dung dịch phản ứng được thêm vào tới 5 % khối lượng dung dịch nước của natri thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), được tiếp theo bởi việc khuấy mạnh cho tới khi dung dịch phản ứng trở nên trong suốt. Dung dịch phản ứng được chiết với etylen axetat, được khử nước với MsSO_4 , và được tinh chế qua sắc ký cột (hexan:EA = 20:1 (v/v)) để thu được hợp chất thứ ba (3,6 g, năng suất 80%).

(4) Tổng hợp của hợp chất thứ tư:



Hợp chất thứ ba (3 g, 5,6 mmol), 4,4,4',4',5,5,5',5'-octametyl-2,2'-bi(1,3,2,-đioxabolan) (2,1 g, 8,4 mmol), [1,1'-Bis(điphenylphosphino)ferroxo]đicloropalladi (II) (Pd(dppf)Cl_2) (0,21 g, 0,28 mmol), và kali axetat (KOAc) (1,65 g, 16,8 mmol) được trộn dưới khí quyển trơ được tạo thành bằng cách tiêm nitơ, và sau đó 1,4-đioxan (30 mL) được thêm vào đó, tiếp theo bởi việc khuấy tại 130°C trong 12 giờ. Sau khi hoàn thành phản ứng, hỗn hợp được chiết với etyl axetat, khử nước với MgSO_4 , và tinh chế qua sắc ký cột (hexan:EA = 7:1 (v/v)) để thu được hợp chất thứ tư (2,3 g, năng suất 75%).

(5) Tổng hợp của ETM-01:

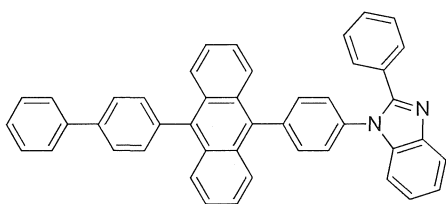


Hợp chất thứ nhất (1,8 g, 4,6 mmol), hợp chất thứ tư (2,3 g, 4,3 mmol), palladi(II) axetat (Pd(OAc)_2) (0,048 g, 0,2 mmol), triphenylphosphin (PPh_3) (0,28 g, 1,0 mmol), và kali cacbonat (K_2CO_3) (3,0 g, 21,5 mmol) được nạp trong bình đáy tròn, trong đó, khí quyển trơ được tạo thành, và THF/ H_2O được khử khí (35 mL/5 mL) được thêm vào đó, tiếp theo bởi việc khuấy tại 70°C trong 10 giờ. Sau khi hoàn thành phản ứng, dung dịch

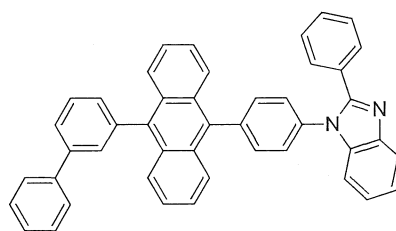
phản ứng được chiết với điclometan, được khử nước với MgSO_4 và được tinh chế bởi sắc ký cột (hexan:EA = 7:1 (v/v)) để thu được ETM-01 (2,6 g, năng suất 85%).

Trong khi đó, phương pháp tổng hợp nêu trên được sử dụng để tổng hợp vật liệu biểu diễn ETM-01 có công thức 1, và ETM-02 tới ETM-60, các vật liệu có các công thức khác, có thể được thu bằng cách thay đổi số gốc thế nitơ trong suốt việc tổng hợp của hợp chất thứ nhất trong (1) hoặc bằng cách thay đổi số các cacbazol được tổng hợp hoặc các nhóm phenyl trong suốt việc tổng hợp của hợp chất thứ hai trong (2).

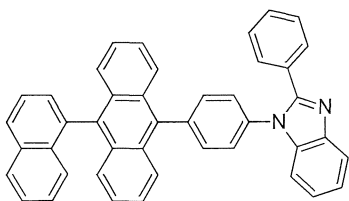
Thêm vào đó, các ví dụ của vật liệu thứ hai C2 có công thức 2 để tạo thành lớp vận chuyển điện tử chứa các vật liệu ETMB-01 tới ETMB-40 sau.



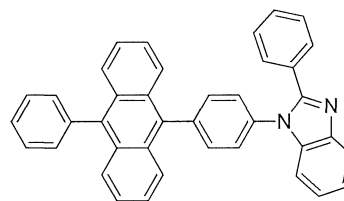
<ETMB-01>



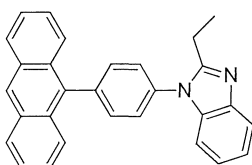
<ETMB-02>



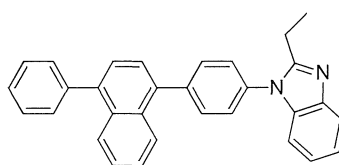
<ETMB-03>



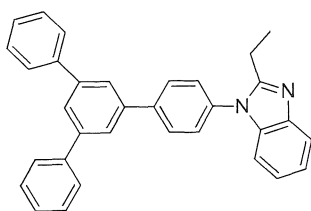
<ETMB-04>



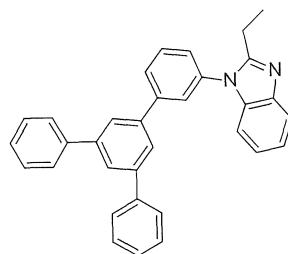
<ETMB-05>



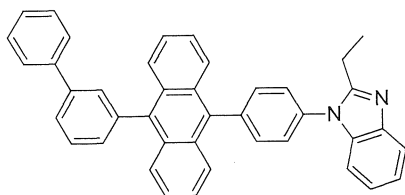
<ETMB-06>



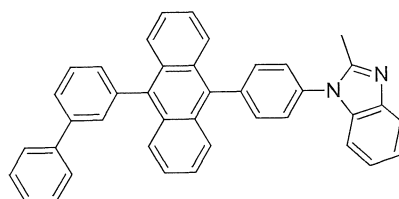
<ETMB-07>



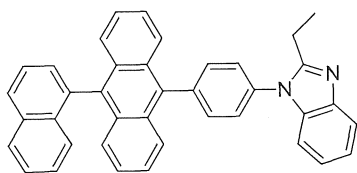
<ETMB-08>



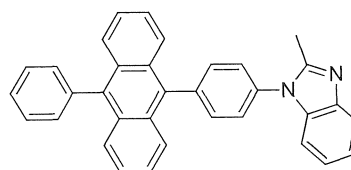
<ETMB-09>



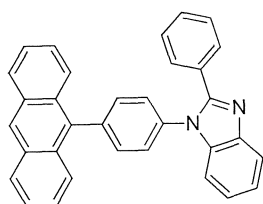
<ETMB-10>



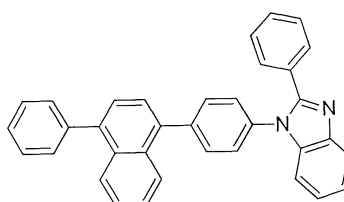
<ETMB-11>



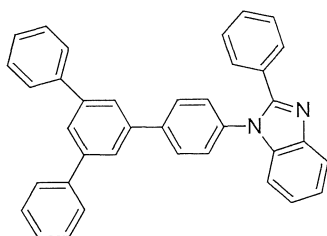
<ETMB-12>



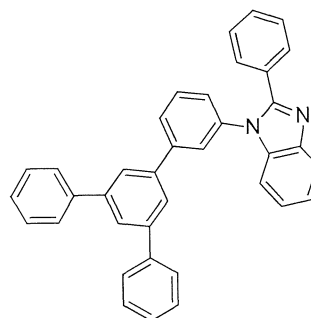
<ETMB-13>



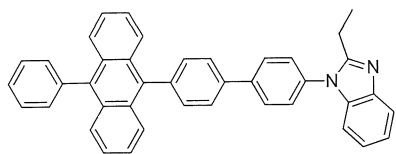
<ETMB-14>



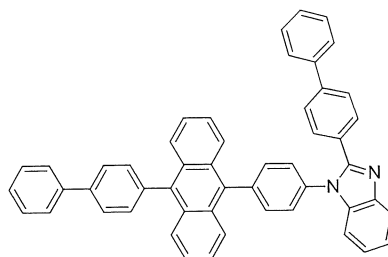
<ETMB-15>



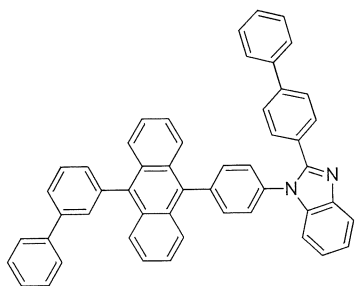
<ETMB-16>



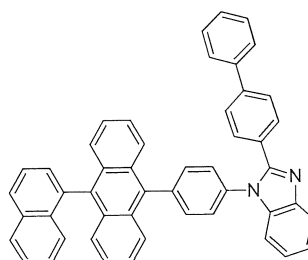
<ETMB-17>



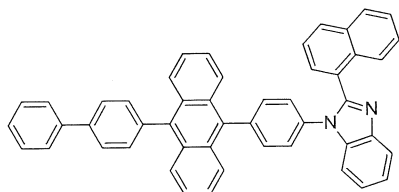
<ETMB-18>



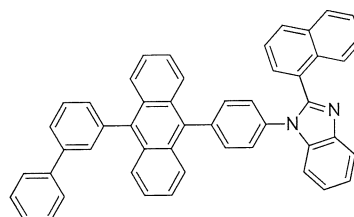
<ETMB-19>



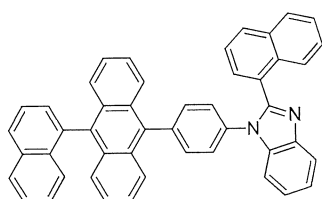
<ETMB-20>



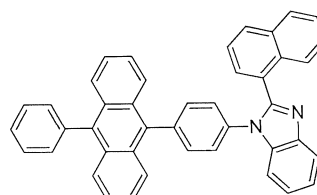
<ETMB-21>



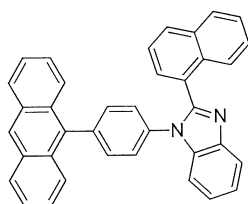
<ETMB-22>



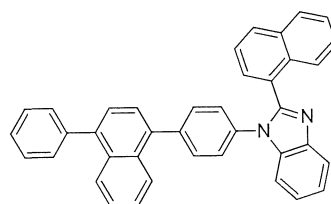
<ETMB-23>



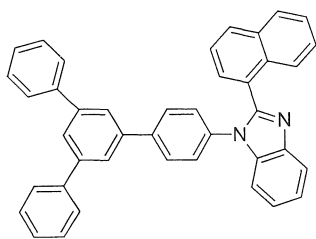
<ETMB-24>



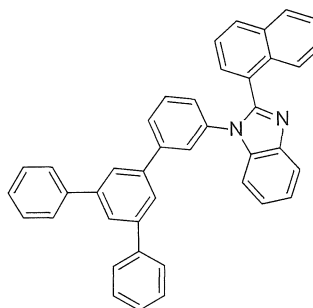
<ETMB-25>



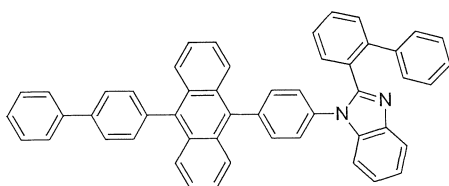
<ETMB-26>



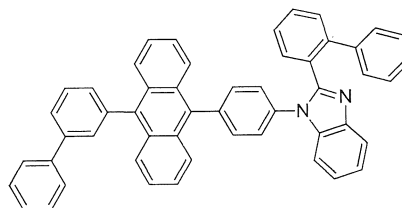
<ETMB-27>



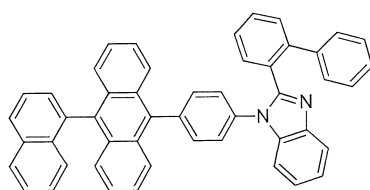
<ETMB-28>



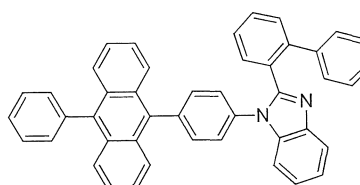
<ETMB-29>



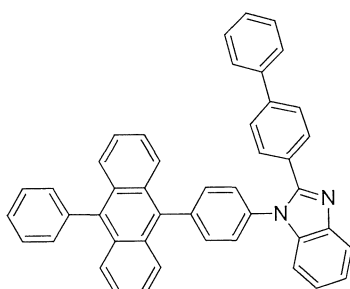
<ETMB-30>



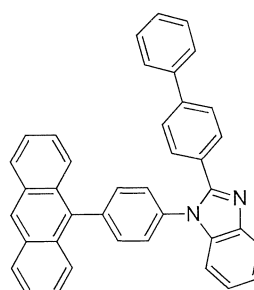
<ETMB-31>



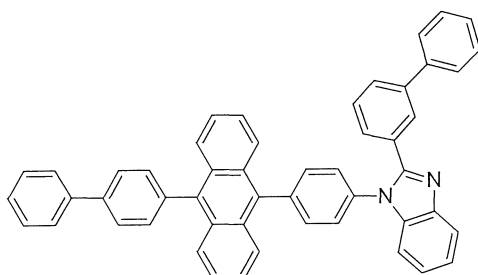
<ETMB-32>



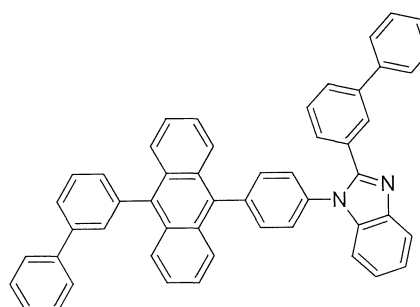
<ETMB-33>



<ETMB-34>



<ETMB-35>



<ETMB-36>

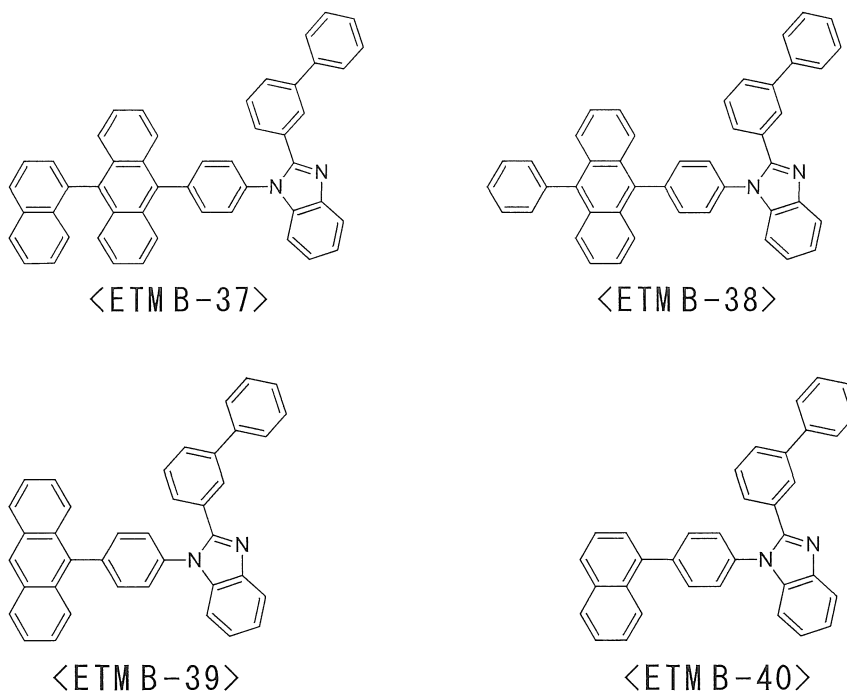


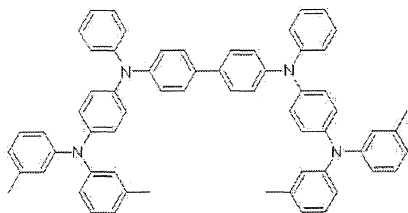
Fig.3 là hình cắt minh họa các thiết bị phát sáng được sử dụng trong các nhóm ví dụ thực nghiệm từ thứ nhất tới thứ tư.

Các thí nghiệm trong các nhóm ví dụ thực nghiệm từ thứ nhất tới thứ tư được thực hiện để xác định thay đổi trong chồng huỳnh quang màu xanh lam liền kề với catôt và được thực hiện trong chồng huỳnh quang đơn vị không được kết nối tới chồng lân quang, như được thể hiện trên Fig.3.

Như được thể hiện trên Fig.3, các thiết bị phát sáng được sử dụng cho nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40), nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex2-60), nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60), và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư (Ex4-1 tới Ex4-27) có các cấu hình sau một cách liên tiếp trên anôt 10 được tạo thành từ ITO.

Nghĩa là, trên anôt 10, DNTPD có công thức 5 và MgF_2 được trộn lẫn ở tỉ lệ khối lượng là 1:1 và hỗn hợp tạo thành được lắng đọng tới độ dày là 7,5 nm để tạo thành lớp tiêm lỗ trống (HIL) 11.

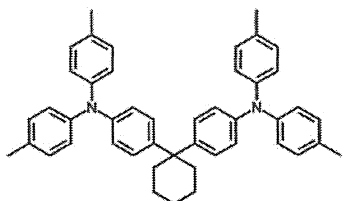
[Công thức 5]



Sau đó, α -NPD được lắng đọng tới độ dày là 80 nm trên lớp tiêm lỗ trống 11 để tạo thành lớp vận chuyển lỗ trống (HTL) 12.

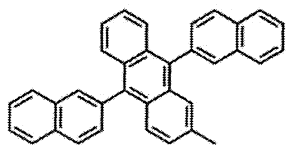
Sau đó, lớp chắn điện tử (EBL) 13 được tạo thành tới độ dày là 20 nm trên lớp vận chuyển lỗ trống 12 sử dụng TAPC có công thức 6.

[Công thức 6]

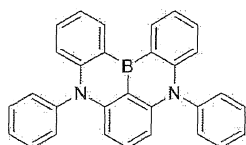


Sau đó, MADN có công thức 7 được pha tạp với chất pha tạp gốc bo là DABNA-1 có công thức 8 tại 3 % khối lượng được tạo thành trên lớp chắn điện tử 13 để tạo thành lớp phát sáng màu xanh lam (BEML) 14 đang có độ dày là 30 nm.

[Công thức 7]



[Công thức 8]



Sau đó, trong mỗi ví dụ thực nghiệm của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40), lớp vận chuyển điện tử (ETL) 15 đang có độ dày 25nm được tạo thành sử dụng vật liệu thứ hai C2 (ETMB-01 tới ETMB-40) có công thức 2 làm vật liệu đơn. Nhờ cùng một quy trình, trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex2-60), lớp vận chuyển điện tử 15 được tạo thành tới độ dày là 25 nm sử dụng vật liệu thứ nhất C1 (ETM-01 tới ETM-60) có công thức 1 làm vật liệu đơn. Trong khi đó, trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60), vật liệu thứ nhất C1 và vật liệu thứ hai C2 được trộn tại tỉ lệ khối lượng là 5:5, và hỗn hợp tạo thành được sử dụng để tạo thành lớp vận chuyển điện tử 15 đang có độ dày là 25 nm. Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư (Ex4-1 tới Ex4-27), tỉ lệ khối lượng của vật liệu thứ hai C2 so với vật liệu thứ nhất C1 được thay đổi tới khoảng giới hạn từ 1:9 tới 9:1 để tạo thành lớp vận chuyển điện tử 15 đang có độ dày là 25 nm.

Sau đó, lớp tiêm điện tử (EIL) 16 đang có độ dày là 2 nm được tạo thành sử dụng LiF trên lớp vận chuyển điện tử 15. Sau đó, catốt 20 được tạo thành từ thành phần nhôm (Al) sẽ được tạo thành trên lớp tiêm điện tử 16.

Đầu tiên, trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40) của bảng 1, trong cấu trúc thiết bị phát sáng của Fig.3, vật liệu của lớp vận chuyển điện tử 15 là vật liệu đơn có công thức 2, và là một thành phần trong số ETMB-01 tới ETMB-40, và điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm², và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² được đánh giá theo cách so sánh.

[Bảng 1]

Mục	ETL (C2)	Điện áp bật lên [V], 0,1 Cd/m ²	Điện áp [V] tại 10 mA/cm ²	Điện áp [V] tại 100 mA/cm ²	Độ chói [Cd/A] tại 10 mA/cm ²	EQE (%) tại 10 mA/cm ²
Ex1-1	ETMB-01	2,83	3,95	4,71	3,9	6,3

Ex1-2	ETMB-02	2,76	3,95	4,74	3,1	5,0
Ex1-3	ETMB-03	2,84	3,99	4,67	3,2	5,1
Ex1-4	ETMB-04	2,88	3,84	4,77	2,8	4,6
Ex1-5	ETMB-05	2,78	4,02	4,70	4,2	6,7
Ex1-6	ETMB-06	2,83	4,06	5,53	2,7	4,4
Ex1-7	ETMB-07	2,77	4,24	5,83	3,8	6,1
Ex1-8	ETMB-08	2,71	4,27	5,63	3,1	5,0
Ex1-9	ETMB-09	2,74	3,75	4,72	3,8	6,1
Ex1-10	ETMB-10	2,77	3,76	4,85	2,9	4,7
Ex1-11	ETMB-11	2,78	4,06	4,99	4,2	6,7
Ex1-12	ETMB-12	2,71	3,83	4,90	3,9	6,3
Ex1-13	ETMB-13	2,74	4,08	4,86	2,9	4,7
Ex1-14	ETMB-14	2,84	4,06	5,03	4,3	7,0
Ex1-15	ETMB-15	2,74	4,48	5,78	3,5	5,7
Ex1-16	ETMB-16	2,80	4,33	5,80	3,2	5,2
Ex1-17	ETMB-17	2,79	3,86	4,78	3,9	6,2
Ex1-18	ETMB-18	2,88	3,97	4,80	2,7	4,3
Ex1-19	ETMB-19	2,87	3,76	4,62	2,9	4,6
Ex1-20	ETMB-20	2,87	3,88	4,96	3,7	6,0
Ex1-21	ETMB-21	2,79	4,08	4,62	2,7	4,3
Ex1-22	ETMB-22	2,74	3,89	4,93	2,7	4,3
Ex1-23	ETMB-23	2,89	4,00	5,00	3,3	5,4
Ex1-24	ETMB-24	2,86	4,03	4,62	3,0	4,8
Ex1-25	ETMB-25	2,84	3,78	4,89	3,2	5,1
Ex1-26	ETMB-26	2,77	3,97	5,20	3,8	6,2
Ex1-27	ETMB-27	2,82	4,09	6,25	3,3	5,2
Ex1-28	ETMB-28	2,82	4,28	5,51	4,2	6,7
Ex1-29	ETMB-29	2,87	3,79	4,79	3,5	5,6
Ex1-30	ETMB-30	2,79	3,77	4,73	4,0	6,5
Ex1-31	ETMB-31	2,87	3,82	4,68	3,6	5,7
Ex1-32	ETMB-32	2,72	3,94	4,91	4,1	6,6
Ex1-33	ETMB-33	2,84	4,08	4,85	2,9	4,7
Ex1-34	ETMB-34	2,81	4,08	5,00	3,7	6,0
Ex1-35	ETMB-35	2,72	3,71	4,71	3,3	5,3
Ex1-36	ETMB-36	2,77	3,78	4,81	3,3	5,3
Ex1-37	ETMB-37	2,79	3,98	4,92	3,4	5,5
Ex1-38	ETMB-38	2,84	4,01	4,93	3,3	5,3
Ex1-39	ETMB-39	2,71	4,01	5,00	3,0	4,9
Ex1-40	ETMB-40	2,86	4,28	5,55	3,4	5,5

Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40), điện áp bật lên tại độ chói 0,1 Cd/m² là từ 2,71V đến 2,89V, điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² là từ 3,71V tới 4,48V, và điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm² là từ 4,62 V tới 6,25 V. Thêm vào đó, độ chói tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² là từ 2,7 Cd/A tới 4,3 Cd/A, và hiệu suất lượng tử ngoài là từ 4,3 tới 7%. Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ

hai (Ex2-1 tới Ex1-60) của bảng 2, trong cấu trúc của thiết bị phát sáng trên Fig.3, vật liệu của lớp vận chuyển điện tử 15 là vật liệu đơn có công thức 1, vật liệu được thay đổi từ ETM-01 tới ETM-60, và điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm², và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² được đánh giá so sánh.

[Bảng 2]

Mục	ETL (C1)	Điện áp bật lên[V]at 0,1 Cd/m ²	Điện áp [V] tại 10 mA/cm ²	Điện áp [V] tại 100 mA/cm ²	Độ chói [Cd/A] tại 10 mA/cm ²	EQE (%) tại 10 mA/cm ²
Ex2-1	ETM-01	4,25	5,52	8,57	4,3	6,9
Ex2-2	ETM-02	4,17	5,55	8,59	3,3	5,3
Ex2-3	ETM-03	4,29	5,51	8,35	3,8	6,1
Ex2-4	ETM-04	4,20	5,70	8,65	3,7	5,9
Ex2-5	ETM-05	4,20	5,64	8,42	4,3	7,0
Ex2-6	ETM-06	4,13	5,59	8,44	2,7	4,4
Ex2-7	ETM-07	4,25	5,64	8,67	4,2	6,7
Ex2-8	ETM-08	4,16	5,42	8,52	2,6	4,2
Ex2-9	ETM-09	4,15	5,46	8,60	2,7	4,3
Ex2-10	ETM-10	4,29	5,54	8,60	3,7	6,0
Ex2-11	ETM-11	4,29	5,80	8,56	2,9	4,7
Ex2-12	ETM-12	4,23	5,58	8,45	3,5	5,7
Ex2-13	ETM-13	4,27	5,80	8,54	3,3	5,4
Ex2-14	ETM-14	4,12	5,40	8,48	4,0	6,5
Ex2-15	ETM-15	4,28	5,44	8,56	4,3	6,8
Ex2-16	ETM-16	4,27	5,72	8,47	4,2	6,8
Ex2-17	ETM-17	4,17	5,44	8,46	2,9	4,6
Ex2-18	ETM-18	4,20	5,70	8,69	3,2	5,1
Ex2-19	ETM-19	4,10	5,42	8,64	3,7	5,9
Ex2-20	ETM-20	4,10	5,45	8,57	4,2	6,8
Ex2-21	ETM-21	4,16	5,55	8,54	3,4	5,4
Ex2-22	ETM-22	4,18	5,75	8,70	3,4	5,5
Ex2-23	ETM-23	4,15	5,76	8,34	3,7	6,0
Ex2-24	ETM-24	4,14	5,72	8,50	3,4	5,5
Ex2-25	ETM-25	4,12	5,69	8,58	4,2	6,7
Ex2-26	ETM-26	4,24	5,60	8,34	2,7	4,4
Ex2-27	ETM-27	4,13	5,48	8,63	2,6	4,1
Ex2-28	ETM-28	4,23	5,45	8,46	4,1	6,7
Ex2-29	ETM-29	4,12	5,50	8,45	3,0	4,9
Ex2-30	ETM-30	4,24	5,46	8,32	3,4	5,4
Ex2-31	ETM-31	4,11	5,66	8,70	2,7	4,3
Ex2-32	ETM-32	4,22	5,59	8,31	2,7	4,4
Ex2-33	ETM-33	4,27	5,55	8,61	3,9	6,3

Ex2-34	ETM-34	4,20	5,76	8,58	4,2	6,7
Ex2-35	ETM-35	4,17	5,51	8,59	3,3	5,4
Ex2-36	ETM-36	4,19	5,60	8,35	3,8	6,0.
Ex2-37	ETM-37	4,20	5,79	8,41	4,2	6,8
Ex2-38	ETM-38	4,27	5,50	8,45	2,6	4,2
Ex2-39	ETM-39	4,20	5,55	8,43	3,7	5,9
Ex2-40	ETM-40	4,25	5,60	8,70	2,8	4,6
Ex2-41	ETM-41	4,16	5,72	8,70	3,8	6,2
Ex2-42	ETM-42	4,21	5,48	8,65	3,6	5,7
Ex2-43	ETM-43	4,12	5,56	8,52	4,3	6,9
Ex2-44	ETM-44	4,27	5,45	8,31	3,6	5,8
Ex2-45	ETM-45	4,21	5,45	8,45	3,2	5,2
Ex2-46	ETM-46	4,26	5,73	8,42	4,1	6,6
Ex2-47	ETM-47	4,21	5,62	8,48	2,6	4,2
Ex2-48	ETM-48	4,29	5,44	8,62	3,6	5,8
Ex2-49	ETM-49	4,27	5,55	8,35	3,2	5,1
Ex2-50	ETM-50	4,12	5,73	8,35	3,9	6,3
Ex2-51	ETM-51	4,18	5,66	8,34	2,8	4,5
Ex2-52	ETM-52	4,27	5,46	8,38	4,3	6,8
Ex2-53	ETM-53	4,25	5,79	8,52	2,7	4,3
Ex2-54	ETM-54	4,11	5,42	8,53	4,0	6,5
Ex2-55	ETM-55	4,18	5,63	8,57	3,1	5,0
Ex2-56	ETM-56	4,27	5,46	8,38	4,2	6,8
Ex2-57	ETM-57	4,14	5,47	8,66	2,7	4,4
Ex2-58	ETM-58	4,15	5,52	8,67	3,7	6,0
Ex2-59	ETM-59	4,12	5,51	8,60	3,4	5,5
Ex2-60	ETM-60	4,21	5,59	8,54	2,7	4,3

Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex2-60), điện áp bật lên tại độ chói là $0,1 \text{ Cd/m}^2$ là từ 4,10V tới 4,29V, điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm^2 là từ 5,40V tới 5,80V, và điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm^2 là từ 8,31V tới 8,70V. Độ chói tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm^2 là từ 2,6 Cd/A tới 4,3 Cd/A, và hiệu suất lượng tử ngoài tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm^2 là từ 4,1% tới 7,0%.

So sánh nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40) với nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex2-60), độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài là tương tự, nhưng nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex1-1 tới Ex2-60) thể hiện việc tăng trong cả điện áp bật lên và điện áp điều vận.

Các hình vẽ Fig.4A và Fig.4B minh họa các giản đồ vùng năng lượng và các tính chất vận chuyển lỗ trống và điện tử của lớp phát sáng màu xanh lam và các lớp bao quanh khi

vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất, được nhìn qua nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai, theo cách tương ứng, được sử dụng như là lớp vận chuyển điện tử liền kề với catôt.

Như có thể nhìn thấy từ các kết quả của bảng 1 và Fig.4A, lớp vận chuyển điện tử 15a sử dụng vật liệu thứ hai C2 có công thức 2 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40) có khác biệt nhỏ giữa công thoát của lớp tiêm điện tử 16 và catôt 20 và mức năng lượng LUMO của tự bản thân vật liệu thứ hai C2, và có khả năng vận chuyển các điện tử một cách trơn tru. Thêm vào đó, trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40), có ít hoặc không có lực đẩy khi vật liệu thứ hai C2 phản ứng với hợp chất lithi, để thậm chí khi điện áp được áp dụng cho catôt 20, thì lớp vận chuyển điện tử 15a vẫn thể hiện các tính chất tiêm điện tử tuyệt vời mà không có thay đổi trong hàng rào năng lượng khi các điện tử được cấp tới vật liệu thứ hai C2.

Trong khi đó, như có thể được thấy từ các kết quả của bảng 2 và Fig.4B, trong lớp vận chuyển điện tử 15b đang chứa vật liệu thứ nhất C1 được sử dụng cho nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex2-60), vật liệu thứ nhất C1 có công thức 1, trong trạng thái khởi đầu khi không có điện áp nào được áp dụng, có mức năng lượng LUMO tương tự như mức năng lượng của vật liệu thứ hai C2 và có khả năng vận chuyển điện tử cao, nhưng có lực đẩy lớn chống lại hợp chất lithi tạo nên lớp tiêm điện tử 16, tăng hàng rào năng lượng tại giao diện với lớp tiêm điện tử 16 khi so sánh với mức năng lượng LUMO tự tại khi điện áp được cấp tới catôt 20, và thể hiện việc tăng trong điện áp bật lên và điện áp điều vận trong khi cấp các điện tử.

Khi xem xét các kết quả của các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất và thứ hai, các tác giả sáng chế đã thực hiện các thí nghiệm liên quan tới nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư chứa việc hình thành của lớp vận chuyển điện tử 15 sử dụng hỗn hợp của vật liệu thứ nhất C1 có khả năng vận chuyển điện tử cao và vật liệu thứ

hai C2 không có lực đẩy chống lại vật liệu tạo nên lớp tiêm điện tử 16 và tạo thuận tiện cho việc tiêm.

Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60) của bảng 3, trong cấu trúc của thiết bị phát sáng của Fig.3, lớp vận chuyển điện tử 15 được tạo thành bởi việc đồng lắng đọng hỗn hợp của vật liệu thứ hai C2 có công thức 2 và vật liệu thứ nhất C1 có công thức 1 tại tỉ lệ khối lượng là 1:1. Như được thể hiện trên bảng 3, vật liệu thứ hai C2 được thay đổi thành ETMB-04, ETMB-09, ETMB-12, hoặc ETMB-17, và vật liệu thứ nhất C1 được thay đổi thành ETM-01, ETM-02, ETM-07, ETM-08, ETM-13, ETM-16, ETM-17, ETM-19, ETM-21, ETM-22, ETM-30, ETM-38, ETM-41, ETM-50, hoặc ETM-53. Trong từng ví dụ trong số các ví dụ thực nghiệm, điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm², và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² được đánh giá theo cách so sánh.

[Bảng 3]

Mục	ETL (C2+C1)		Điện áp bật lên [V] tại 0,1 Cd/m ²	Điện áp [V] tại 10 mA/cm ²	Điện áp [V] tại 100 mA/cm ²	Độ chói [Cd/A tại 10 mA/cm ²	EQE (%) tại 10 mA/cm ²
	C2	C1					
Ex3-1	ETMB-04	ETM-01	2,75	4,00	4,70	5,4	8,7
Ex3-2	ETMB-04	ETM-02	2,82	3,88	4,82	5,5	8,9
Ex3-3	ETMB-04	ETM-07	2,87	3,72	4,97	5,6	9,1
Ex3-4	ETMB-04	ETM-08	2,76	3,90	4,67	5,6	8,9
Ex3-5	ETMB-04	ETM-13	2,71	3,60	4,96	5,6	9,1
Ex3-6	ETMB-04	ETM-16	2,79	3,98	4,66	5,7	9,2
Ex3-7	ETMB-04	ETM-17	2,80	3,73	4,82	5,4	8,7
Ex3-8	ETMB-04	ETM-19	2,72	3,90	4,97	5,7	9,2
Ex3-9	ETMB-04	ETM-21	2,85	3,93	4,68	5,8	9,4
Ex3-10	ETMB-04	ETM-22	2,81	3,90	4,85	5,6	8,9
Ex3-11	ETMB-04	ETM-30	2,85	3,96	4,83	5,6	9,0
Ex3-12	ETMB-04	ETM-38	2,89	3,67	4,74	5,6	9,1
Ex3-13	ETMB-04	ETM-41	2,75	3,98	4,88	5,8	9,3
Ex3-14	ETMB-04	ETM-50	2,84	3,65	4,63	5,8	9,4
Ex3-15	ETMB-04	ETM-53	2,82	3,94	4,80	5,8	9,4
Ex3-16	ETMB-09	ETM-01	2,85	3,87	4,93	5,4	8,6
Ex3-17	ETMB-09	ETM-02	2,70	3,74	4,88	5,5	8,8

Ex3-18	ETMB-09	ETM-07	2,77	3,99	4,98	5,3	8,5
Ex3-19	ETMB-09	ETM-08	2,87	3,98	4,99	5,4	8,7
Ex3-20	ETMB-09	ETM-13	2,77	3,82	4,95	5,6	9,0
Ex3-21	ETMB-09	ETM-16	2,81	3,63	4,70	5,4	8,7
Ex3-22	ETMB-09	ETM-17	2,76	3,62	4,86	5,6	9,1
Ex3-23	ETMB-09	ETM-19	2,72	3,74	4,89	5,4	8,7
Ex3-24	ETMB-09	ETM-21	2,75	3,73	4,63	5,3	8,5
Ex3-25	ETMB-09	ETM-22	2,75	3,68	4,78	5,6	9,0
Ex3-26	ETMB-09	ETM-30	2,88	3,61	4,88	5,3	8,6
Ex3-27	ETMB-09	ETM-38	2,85	3,85	4,87	5,7	9,1
Ex3-28	ETMB-09	ETM-41	2,70	3,98	4,74	5,3	8,5
Ex3-29	ETMB-09	ETM-50	2,71	3,94	4,75	5,9	9,4
Ex3-30	ETMB-09	ETM-53	2,72	3,67	4,64	5,7	9,1
Ex3-31	ETMB-12	ETM-01	2,89	3,63	4,96	5,5	8,8
Ex3-32	ETMB-12	ETM-02	2,76	3,92	4,66	5,8	9,4
Ex3-33	ETMB-12	ETM-07	2,84	3,91	4,73	5,6	9,0
Ex3-34	ETMB-12	ETM-08	2,83	3,79	4,83	5,9	9,4
Ex3-35	ETMB-12	ETM-13	2,87	3,74	4,88	5,8	9,2
Ex3-36	ETMB-12	ETM-16	2,75	3,61	4,80	5,7	9,1
Ex3-37	ETMB-12	ETM-17	2,87	3,74	4,80	5,7	9,1
Ex3-38	ETMB-12	ETM-19	2,72	3,77	4,72	5,4	8,7
Ex3-39	ETMB-12	ETM-21	2,77	3,78	5,01	5,9	9,4
Ex3-40	ETMB-12	ETM-22	2,79	3,75	4,77	5,7	9,1
Ex3-41	ETMB-12	ETM-30	2,74	3,95	4,74	5,9	9,4
Ex3-42	ETMB-12	ETM-38	2,75	3,75	4,82	5,4	8,6
Ex3-43	ETMB-12	ETM-41	2,81	3,90	4,76	5,6	9,0
Ex3-44	ETMB-12	ETM-50	2,80	3,67	4,90	5,8	9,3
Ex3-45	ETMB-12	ETM-53	2,78	3,84	4,75	5,6	8,9
Ex3-46	ETMB-17	ETM-01	2,84	3,90	4,95	5,5	8,9
Ex3-47	ETMB-17	ETM-02	2,83	3,86	4,65	5,5	8,8
Ex3-48	ETMB-17	ETM-07	2,77	3,87	4,78	5,5	8,9
Ex3-49	ETMB-17	ETM-08	2,83	3,74	4,92	5,5	8,9
Ex3-50	ETMB-17	ETM-13	2,81	3,87	4,88	5,4	8,7
Ex3-51	ETMB-17	ETM-16	2,75	3,63	4,65	5,4	8,8
Ex3-52	ETMB-17	ETM-17	2,82	3,71	4,88	5,4	8,6
Ex3-53	ETMB-17	ETM-19	2,82	3,84	4,90	5,6	9,0
Ex3-54	ETMB-17	ETM-21	2,87	3,89	4,69	5,6	9,0
Ex3-55	ETMB-17	ETM-22	2,84	3,93	4,89	5,6	9,1
Ex3-56	ETMB-17	ETM-30	2,77	3,85	5,00	5,5	8,8
Ex3-57	ETMB-17	ETM-38	2,85	3,95	4,98	5,7	9,2
Ex3-58	ETMB-17	ETM-41	2,77	3,83	4,98	5,6	9,0
Ex3-59	ETMB-17	ETM-50	2,88	3,86	4,89	5,3	8,6
Ex3-60	ETMB-17	ETM-53	2,78	3,78	4,77	5,3	8,5

Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 đến Ex3-60), điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m² là từ 2,70V tới 2,89V, điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² là từ 3,60V tới 4,00V, và điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm² là từ 4,63 V

tới 5,01 V. Thêm vào đó, độ chói tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm^2 là từ 5,3 Cd/A tới 5,9 Cd/A và hiệu suất lượng tử ngoài là từ 8,5 tới 9,4%. Các kết quả đã thể hiện rằng nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60) thể hiện điện áp bật lên tại độ chói là $0,1 \text{ Cd/m}^2$ là từ 2,70V tới 2,89V, vốn có khoảng giới hạn thay đổi nhỏ là 0,19 V hoặc nhỏ hơn, và không lớn hơn các thành phần của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40), và các điện áp điều vận còn lại, vốn có khoảng giới hạn thay đổi nhỏ và là không lớn khi so sánh với nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40). Thêm vào đó, các kết quả đã thể hiện rằng cả độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60) được cải thiện khi so sánh với nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất (Ex1-1 tới Ex1-40), và việc cải thiện là lên tới 2 lần. Các kết quả của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60) thể hiện rằng điện áp bật lên là 2,8V trên trung bình, vốn được giảm tới 66% của điện áp bật lên, 4,2V, của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex2-60), và điện áp điều vận còn lại cũng được giảm một cách đáng kể trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60). Thêm vào đó, độ chói hoặc hiệu suất lượng tử ngoài của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba (Ex3-1 tới Ex3-60) được cải thiện khi so sánh với nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai (Ex2-1 tới Ex-60) và việc cải thiện lên tới 2 lần.

Các hình vẽ từ Fig.5A tới Fig.5C là các đồ thị thể hiện phổ phát xạ của các nhóm ví dụ thực nghiệm từ thứ nhất tới thứ ba.

Cụ thể là, Fig.5A là phổ phát xạ của ví dụ thực nghiệm Ex1-4 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất, Fig.5B là phổ phát xạ của ví dụ thực nghiệm Ex2-1 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai, và Fig.5C là phổ phát xạ của ví dụ thực nghiệm Ex3-1 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba.

Các kết quả của việc so sánh giữa chúng thể hiện rằng nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba đã thể hiện hiệu suất phát xạ ánh sáng màu xanh lam tuyệt vời, như được thể hiện trên Fig.5C.

Như ở đây, nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư (Ex4-1 đến Ex4-27), mà trong đó lớp vận chuyển điện tử 15 được tạo thành bằng cách đồng lắng đọng vật liệu thứ hai C2 và vật liệu thứ nhất C1 tại các tỉ lệ khối lượng khác nhau trong cấu trúc của Fig.3, sẽ được mô tả tham khảo tới bảng 4 và các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6C.

Các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6C là các đồ thị thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư.

Liên quan tới các vật liệu cho lớp vận chuyển điện tử 15 trong cấu trúc của thiết bị phát sáng của Fig.3, các ví dụ thực nghiệm Ex4-1 tới Ex4-9 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư được thể hiện trên bảng 4 sử dụng ETMB-04 làm vật liệu thứ hai C2 và ETM-07 làm vật liệu thứ nhất C1 tại tỉ lệ khối lượng là 1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 hoặc 9:1, vốn tăng đều đặn trong tỉ lệ của vật liệu thứ hai C2. Liên quan tới các vật liệu cho lớp vận chuyển điện tử 15 trong cấu trúc của thiết bị phát sáng trên Fig.3, các ví dụ thực nghiệm Ex4-10 tới Ex4-18 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư được thể hiện trên bảng 4 sử dụng ETMB-09 làm vật liệu thứ hai C2 và ETM-13 làm vật liệu thứ nhất C1 tại các tỉ lệ khối lượng khác nhau là 1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 hoặc 9:1, theo cách tương ứng, trong đó tỉ lệ của vật liệu thứ hai C2 tăng một cách từ từ.

Trong từng ví dụ trong số các ví dụ thực nghiệm, điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm², và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm² được đánh giá theo cách so sánh.

[Bảng 4]

Mục	ETL (C2+C1)					
-----	-------------	--	--	--	--	--

	C2	C1	Tỉ lệ	Điện áp bật lên [V] tại 0,1 Cd/m ²	Điện áp [V] tại 10 mA/cm ²	Điện áp [V] tại 100 mA/cm ²	Độ chói [Cd/A] tại 10 mA/cm ²	EQE (%) tại 10 mA/cm ²
Ex4-1	ETMB-04	ETM-07	1:9	3,83	5,11	6,75	4,2	6,7
Ex4-2	ETMB-04	ETM-07	2:8	3,58	4,85	5,84	5,0	8,0
Ex4-3	ETMB-04	ETM-07	3:7	3,19	4,46	5,34	5,0	8,0
Ex4-4	ETMB-04	ETM-07	4:6	2,97	4,13	4,93	5,4	8,7
Ex4-5	ETMB-04	ETM-07	5:5	2,89	3,83	4,68	5,7	9,2
Ex4-6	ETMB-04	ETM-07	6:4	2,85	3,94	4,67	5,8	9,3
Ex4-7	ETMB-04	ETM-07	7:2	2,71	3,61	5,00	5,9	7,9
Ex4-8	ETMB-04	ETM-07	8:2	2,72	3,96	4,80	4,9	7,8
Ex4-9	ETMB-04	ETM-07	9:1	2,80	3,73	4,86	4,4	7,0
Ex4-10	ETMB-04	ETM-13	1:9	3,95	4,93	6,79	4,0	6,4
Ex4-11	ETMB-04	ETM-13	2:8	3,65	4,63	5,90	4,2	6,7
Ex4-12	ETMB-04	ETM-13	3:7	3,36	4,34	5,31	5,2	8,3
Ex4-13	ETMB-04	ETM-13	4:6	2,76	3,75	4,71	5,5	8,8
Ex4-14	ETMB-04	ETM-13	5:5	2,78	3,78	4,76	5,7	9,1
Ex4-15	ETMB-04	ETM-13	6:4	2,84	3,96	4,95	5,6	8,9
Ex4-16	ETMB-04	ETM-13	7:2	2,79	3,98	4,97	4,7	7,5
Ex4-17	ETMB-04	ETM-13	8:2	2,89	3,71	4,96	4,1	6,6
Ex4-18	ETMB-04	ETM-13	9:1	2,81	3,63	4,90	3,9	6,2
Ex4-19	ETMB-09	ETM-13	1:9	4,19	5,01	6,56	3,7	5,9
Ex4-20	ETMB-09	ETM-13	2:8	3,51	4,72	5,36	4,9	7,8
Ex4-21	ETMB-09	ETM-13	3:7	3,44	3,92	4,96	5,0	8,0
Ex4-22	ETMB-09	ETM-13	4:6	3,04	3,72	4,56	5,4	8,7

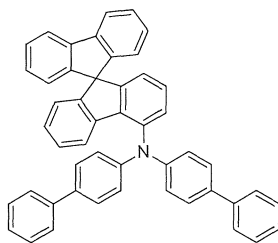
Ex4-23	ETMB-09	ETM-13	5:5	2,90	3,75	4,70	5,8	9,3
Ex4-24	ETMB-09	ETM-13	6:4	2,71	3,71	4,90	5,4	8,7
Ex4-25	ETMB-09	ETM-13	7:2	2,76	3,73	4,93	5,1	8,2
Ex4-26	ETMB-09	ETM-13	8:2	2,89	3,73	4,72	4,1	6,6
Ex4-27	ETMB-09	ETM-13	9:1	2,82	3,98	4,72	3,9	6,3

Như có thể được thấy từ Table 4, các ví dụ thực nghiệm (Ex4-4, Ex4-5, Ex4-6, Ex4-13, Ex4-14, Ex4-15, Ex4-22, Ex4-23, Ex4-24) của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư (Ex4-1 tới Ex4-27) chứa vật liệu thứ hai C2 và vật liệu thứ nhất C1 tại tỉ lệ khối lượng là 4:6 tới 6:4 (tỉ lệ % khối lượng) có điện áp bật lên được giảm là từ 2,71V tới 3,04V. Thêm vào đó, có thể thấy rằng độ chói là 5,4 Cd/A tới 5,8 Cd/A và hiệu suất lượng tử ngoài là từ 8,7% tới 9,3%. Nó cũng có thể thấy từ các đồ thị đang thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư (Ex4-1 tới Ex4-27) được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6C. Thêm vào đó, các ví dụ thực nghiệm (Ex4-4, Ex4-5, Ex4-6, Ex4-13, Ex4-14, Ex4-15, Ex4-22, Ex4-23, Ex4-24) của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư (Ex4-1 tới Ex4-27) chứa vật liệu thứ hai C2 và vật liệu thứ nhất C1 tại tỉ lệ khối lượng là 4:6 tới 6:4 (tỉ lệ % khối lượng) có điện áp bật lên được giảm và điện áp điều vận và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài được cải thiện khi so sánh với nhóm ví dụ thực nghiệm thứ nhất hoặc nhóm ví dụ thực nghiệm thứ hai chứa lớp vận chuyển điện tử chỉ chứa vật liệu đơn.

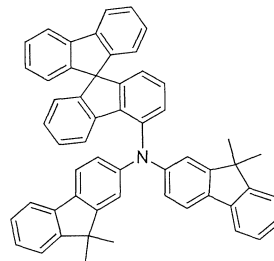
Trong khi đó, các kết quả của các thí nghiệm trên nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tư cũng thể hiện rằng, khi một trong hai vật liệu trong số vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất đang tạo nên lớp vận chuyển điện tử không có mặt như là chất pha tạp, mà vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất được sử dụng tại tỉ lệ tương đương hoặc tương tự như 1:1, nghĩa là, trong khoảng giới hạn từ 4:6 tới 6:4, để tạo nên lớp, thì cả độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài đều được cải thiện.

Ở đây, độ quan trọng của vật liệu cho lớp chắn điện tử sẽ được khảo sát dựa trên ví dụ mà trong đó lớp vận chuyển điện tử chứa benzimidazol theo công thức 9 trong chồng huỳnh quang màu xanh lam đang tiếp xúc với catôt và ví dụ thực nghiệm mà trong đó vật liệu của lớp chắn điện tử quay mặt vào lớp vận chuyển điện tử thông qua lớp phát sáng màu xanh lam được đặt vào giữa đó sẽ được thay đổi.

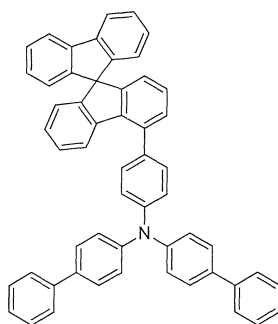
Trong khi đó, các thí nghiệm của các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm và thứ sáu được thực hiện sử dụng EBM-01 tới EBM-12 dưới đây làm các vật liệu của lớp chắn điện tử. Các vật liệu lớp chắn điện tử EBM-01 tới EBM-12 tất cả đều là spiroflorene, và có khác biệt giữa các nhóm EBM-01 tới EBM-04 và EBM-05 tới EMB-12 phụ thuộc vào việc xem liệu việc thế với đơteri có được thực hiện hay không.



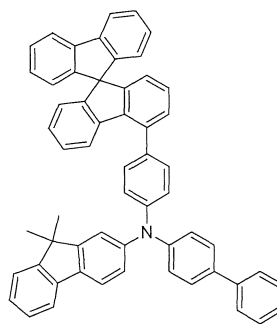
<EBM-01>



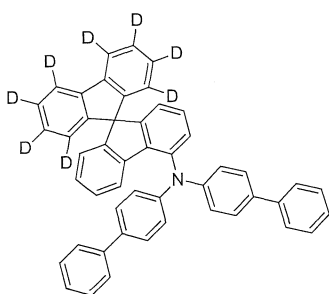
<EBM-02>



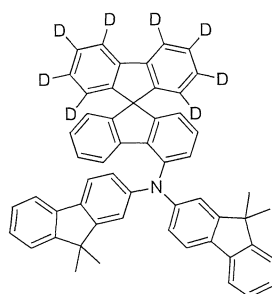
<EBM-03>



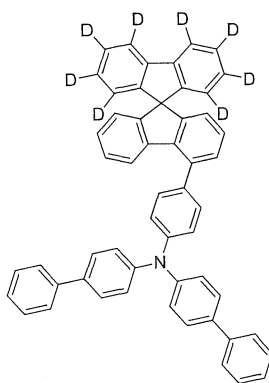
<EBM-04>



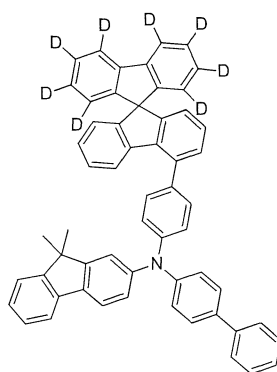
<EBM-05>



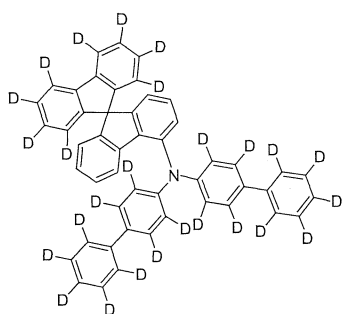
<EBM-06>



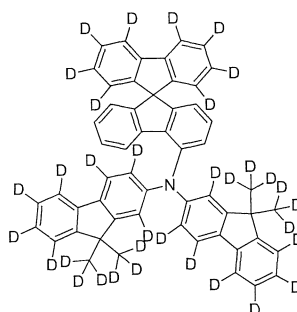
<EBM-07>



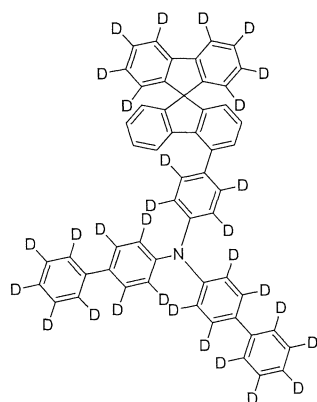
<EBM-08>



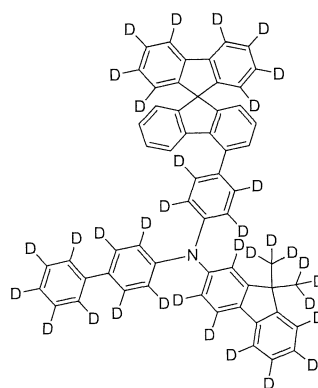
<EBM-09>



<EBM-10>



<EBM-11>



<EBM-12>

Fig.7 là hình cắt minh họa các thiết bị phát sáng được sử dụng trong các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm và thứ sáu, và Fig.8 là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ sáu.

Các thiết bị phát sáng được sử dụng trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm (Ex5-1 tới Ex5-42) chứa cấu hình sau, theo cách lần lượt trên anốt 10 được làm thành từ ITO, như được thể hiện trên Fig.7.

Nghĩa là, hỗn hợp của DNTPD có công thức 5 và MgF_2 tại tỉ lệ là 1:1 được lắng đọng tới độ dày là 7,5 nm trên anốt 10 để tạo thành lớp tiêm lỗ trống (HIL) 11.

Sau đó, α -NPD được lắng đọng tới độ dày là 80 nm trên lớp tiêm lỗ trống 11 để tạo thành lớp vận chuyển lỗ trống (HTL) 12.

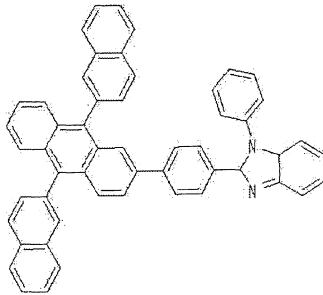
Sau đó, lớp chắn điện tử (EBL) 23 được tạo thành tới độ dày là 20 nm trên lớp vận chuyển lỗ trống 12. Như được thể hiện trên các bảng 5 và bảng 6, trong các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm và thứ sáu, EBM-01 tới EBM-12, được đề cập tới ở trên, được sử dụng như là vật liệu chắn điện tử. Sau đó, MADN có công thức 7 được pha tạp với chất pha tạp gốc bo là DABNA-1 có công thức 8 tại 3 % khối lượng được tạo thành trên lớp chắn điện tử 13 để tạo thành lớp phát sáng màu xanh lam (BEML) 14 đang có độ dày là 30 nm.

Sau đó, liên quan tới các ví dụ thực nghiệm (Ex5-1 tới Ex5-42) của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm, lớp vận chuyển điện tử (ETL) 25 được tạo thành tới độ dày là 25 nm sử dụng ZADN có công thức 9 làm vật liệu đơn hoặc vật liệu thứ nhất có công thức 1 như là vật liệu đơn.

Sau đó, lớp tiêm điện tử (EIL) 16 đang có độ dày là 2 nm được tạo thành sử dụng LiF trên lớp vận chuyển điện tử 25. Sau đó, catốt 20 được tạo thành từ thành phần nhôm (Al) được tạo thành trên lớp tiêm điện tử 16.

Trong khi đó, như được thể hiện trên bảng 5, các ví dụ thực nghiệm Ex5-1 tới Ex5-12 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm (Ex5-1 tới Ex5-42) thu được bằng cách sử dụng ZADN có công thức 9 làm vật liệu cho lớp vận chuyển điện tử và sử dụng một thành phần trong số EBM-01 tới EBM-12 làm vật liệu cho lớp chặn điện tử.

[Công thức 9]



Thêm vào đó, các ví dụ thực nghiệm Ex5-13 tới Ex5-27 thu được bằng cách sử dụng EBM-01 làm vật liệu lớp chặn điện tử và thay đổi vật liệu lớp vận chuyển điện tử tới ETM-07, ETM-09, ETM-12, ETM-14, ETM-18, ETM-22, ETM-28, ETM-32, ETM-37, ETM-41, ETM-44, ETM-48, ETM-51, ETM-54, hoặc ETM-58. Các ví dụ thực nghiệm Ex5-28 tới Ex5-42 được thu bằng cách sử dụng EBM-03 làm vật liệu lớp chặn điện tử và thay đổi vật liệu lớp vận chuyển điện tử thành ETM-07, ETM-09, ETM-12, ETM-14, ETM-18, ETM-22, ETM-28, ETM-32, ETM-37, ETM-41, ETM-44, ETM-48, ETM-51, ETM-54, hoặc ETM-58.

Trong ví dụ thực nghiệm, điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm², và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài tại các mật độ dòng điện là 55 mA/cm² cũng như 10 mA/cm² sẽ được đánh giá theo cách so sánh. Các ví dụ thực nghiệm còn lại được đánh giá theo cách so sánh dựa trên tuổi thọ của Ex5-2 trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm.

[Bảng 5]

Mục	Cấu trúc		Điện áp [V] tại 0,1 Cd/m ²	Điện áp [V] tại 10 mA/cm ²	Điện áp [V] tại 100 mA/cm ²	Độ chói [Cd/A] tại 10 mA/cm ²	EQE (%) tại 10 mA/cm ²	Tuổi thọ (%) tại 55 mA/cm ²
	EBM (C3)	ETL						

Ex5-1	EBM-01	ZADN	2,89	3,62	4,70	5,1	8,2	98
Ex5-2	EBM-02	ZADN	2,89	3,79	4,62	4,6	7,3	100
Ex5-3	EBM-03	ZADN	2,75	3,76	4,50	4,7	7,5	99
Ex5-4	EBM-04	ZADN	2,77	3,70	4,53	4,9	7,9	94
Ex5-5	EBM-05	ZADN	2,86	3,62	4,69	5,0	8,0	105
Ex5-6	EBM-06	ZADN	2,80	3,62	4,65	4,5	7,3	107
Ex5-7	EBM-07	ZADN	2,79	3,66	4,68	4,8	7,7	106
Ex5-8	EBM-08	ZADN	2,80	3,75	4,67	4,4	7,1	101
Ex5-9	EBM-09	ZADN	2,75	3,65	4,70	4,6	7,3	113
Ex5-10	EBM-10	ZADN	2,77	3,77	4,62	5,0	8,1	114
Ex5-11	EBM-11	ZADN	2,86	3,76	4,50	4,7	7,5	113
Ex5-12	EBM-12	ZADN	2,80	3,76	4,53	5,0	8,0	108
Ex5-13	EBM-01	ETM-07	3,69	4,65	7,08	4,5	7,2	69
Ex5-14	EBM-01	ETM-09	3,67	4,60	7,14	5,1	8,2	65
Ex5-15	EBM-01	ETM-12	3,67	4,51	7,01	5,2	8,3	82
Ex5-16	EBM-01	ETM-14	3,69	4,54	7,08	5,1	8,2	66
Ex5-17	EBM-01	ETM-18	3,68	4,62	7,12	5,0	8,0	74
Ex5-18	EBM-01	ETM-22	3,59	4,60	7,17	4,7	7,5	81
Ex5-19	EBM-01	ETM-28	3,62	4,56	7,14	4,5	7,3	79
Ex5-20	EBM-01	ETM-32	3,64	4,55	7,13	4,5	7,2	64
Ex5-21	EBM-01	ETM-37	3,64	4,65	7,19	5,1	8,3	86
Ex5-22	EBM-01	ETM-41	3,63	4,60	7,18	4,8	7,7	76
Ex5-23	EBM-01	ETM-44	3,52	4,68	7,17	4,8	7,9	71
Ex5-24	EBM-01	ETM-48	3,52	4,66	7,07	4,6	7,4	76

Ex5-25	EBM-01	ETM-51	3,63	4,62	7,19	4,4	7,1	85
Ex5-26	EBM-01	ETM-54	3,68	4,52	7,16	4,7	7,6	75
Ex5-27	EBM-01	ETM-58	3,59	4,58	7,04	4,43	7,1	69
Ex5-28	EBM-03	ETM-07	3,53	4,65	7,11	4,3	7,0	85
Ex5-29	EBM-03	ETM-09	3,56	4,59	7,16	4,6	7,4	73
Ex5-30	EBM-03	ETM-12	3,58	4,56	7,17	4,7	7,6	81
Ex5-31	EBM-03	ETM-14	3,58	4,65	7,16	5,1	8,3	71
Ex5-32	EBM-03	ETM-18	3,70	4,70	7,18	4,7	7,6	84
Ex5-33	EBM-03	ETM-22	3,53	4,66	7,05	5,2	8,3	72
Ex5-34	EBM-03	ETM-28	3,52	4,63	7,17	4,7	7,5	86
Ex5-35	EBM-03	ETM-32	3,50	4,67	7,07	5,2	8,3	66
Ex5-36	EBM-03	ETM-37	3,55	4,68	7,03	4,8	7,8	84
Ex5-37	EBM-03	ETM-41	3,51	4,56	7,16	4,6	7,4	79
Ex5-38	EBM-03	ETM-44	3,57	4,60	7,19	5,0	8,1	77
Ex5-39	EBM-03	ETM-48	3,62	4,51	7,13	5,1	8,1	80
Ex5-40	EBM-03	ETM-51	3,60	4,62	7,06	4,4	7,1	71
Ex5-41	EBM-03	ETM-54	3,6	4,68	7,10	4,5	7,2	86
Ex5-42	EBM-03	ETM-58	3,56	4,59	7,15	4,7	7,6	85

Trong các ví dụ thực nghiệm Ex5-1 tới Ex5-12 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm (Ex5-1 tới Ex1-42), khi vật liệu vật liệu lớp vận chuyển điện tử là giống như ZADN và chỉ vật liệu lớp chắn điện tử là khác, thì tuổi thọ được kéo dài phụ thuộc vào tỉ lệ thay thế đoteri. Tại thời điểm này, điện áp bật lên tại độ chói là $0,1 \text{ Cd/m}^2$ là khoảng 2,8V trên trung bình. Khi so sánh, trong các ví dụ thực nghiệm Ex5-13 tới Ex5-42, khi lớp chắn điện tử là spiroflore không bị thay thế với đoteri, thì hiệu suất lượng tử ngoài được cải thiện bởi 8% hoặc nhiều hơn do vật liệu lớp vận chuyển điện tử được thay đổi thành vật liệu đang có

hiệu suất lượng tử ngoài cao có công thức 1, nhưng điện áp bật lên được tăng lên mức là 3,6V trên trung bình. Thêm vào đó, tuổi thọ cũng được giảm trong các ví dụ thực nghiệm Ex5-13 tới Ex5-42.

Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ sáu (Ex6-1 tới Ex6-60), như được thể hiện trên bảng 6, vật liệu của lớp chặn điện tử được thay đổi tới một thành phần trong số EBM-01 tới EBM-12, và vật liệu của lớp vận chuyển điện tử được thay đổi thành hỗn hợp của hai vật liệu, trong đó một vật liệu là ZADN và vật liệu khác ETM-07, ETM-14, ETM-28, ETM-37, hoặc ETM-54. Trong ví dụ thực nghiệm, điện áp bật lên tại độ chói là 0,1 Cd/m², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 10 mA/cm², điện áp điều vận tại mật độ dòng điện là 100 mA/cm², và độ chói và hiệu suất lượng tử ngoài tại mật độ dòng điện là 55 mA/cm² được đánh giá theo cách so sánh. Các ví dụ thực nghiệm còn lại được đánh giá theo cách so sánh dựa trên tuổi thọ của Ex5-2 trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm. Các vật liệu của lớp vận chuyển điện tử được đồng lắng đọng ở đó được trộn lẫn tại tỉ lệ khối lượng là 1:1 (5:5).

[Bảng 6]

Mục	Cấu trúc			Điện áp [V] tại 0,1 Cd/m ²	Điện áp [V] tại 10 mA/cm ²	Điện áp [V] tại 100 mA/cm ²	Độ chói [Cd/A] tại 10 mA/cm ²	EQE (%) tại 10 mA/cm ²	Tuổi thọ (%) tại 55 mA/cm ²
	EBM (C3)	ETL (ZADN+C1)							
		ZADN	C1						
Ex6-1	EBM-01	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-2	EBM-01	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-3	EBM-01	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-4	EBM-01	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-5	EBM-01	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-6	EBM-02	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75

Ex6-7	EBM -02	ZADN	ETM- 14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-8	EBM -02	ZADN	ETM- 28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-9	EBM -02	ZADN	ETM- 37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-10	EBM -02	ZADN	ETM- 54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-11	EBM -03	ZADN	ETM- 07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-12	EBM -03	ZADN	ETM- 14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-13	EBM -03	ZADN	ETM- 28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-14	EBM -03	ZADN	ETM- 37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-15	EBM -03	ZADN	ETM- 54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-16	EBM -04	ZADN	ETM- 07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-17	EBM -04	ZADN	ETM- 14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-18	EBM -04	ZADN	ETM- 28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-19	EBM -04	ZADN	ETM- 37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-20	EBM -04	ZADN	ETM- 54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-21	EBM -05	ZADN	ETM- 07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-22	EBM -05	ZADN	ETM- 14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-23	EBM -05	ZADN	ETM- 28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-24	EBM -05	ZADN	ETM- 37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-25	EBM -05	ZADN	ETM- 54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-26	EBM -06	ZADN	ETM- 07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-27	EBM -06	ZADN	ETM- 14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-28	EBM -06	ZADN	ETM- 28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-29	EBM -06	ZADN	ETM- 37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-30	EBM -06	ZADN	ETM- 54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83

Ex6-31	EBM-07	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-32	EBM-07	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-33	EBM-07	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-34	EBM-07	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-35	EBM-07	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-36	EBM-08	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-37	EBM-08	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-38	EBM-08	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-39	EBM-08	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-40	EBM-08	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-41	EBM-09	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-42	EBM-09	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-43	EBM-09	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-44	EBM-09	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-45	EBM-09	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-46	EBM-10	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-47	EBM-10	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-48	EBM-10	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-49	EBM-10	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-50	EBM-10	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-51	EBM-11	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-52	EBM-11	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-53	EBM-11	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-54	EBM-11	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76

Ex6-55	EBM-11	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83
Ex6-56	EBM-12	ZADN	ETM-07	2,74	3,76	4,68	5,1	9,0	75
Ex6-57	EBM-12	ZADN	ETM-14	2,82	3,66	4,59	5,3	8,5	77
Ex6-58	EBM-12	ZADN	ETM-28	2,77	3,69	4,65	5,6	9,0	83
Ex6-59	EBM-12	ZADN	ETM-37	2,75	3,70	4,52	5,5	8,8	76
Ex6-60	EBM-12	ZADN	ETM-54	2,72	3,79	4,61	5,4	8,6	83

Như có thể được thấy từ các kết quả của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ sáu (Ex6-1 tới Ex6-60), điện áp bật lên tại độ chói là $0,1 \text{ Cd/m}^2$ được giảm tới khoảng 2,8V trên trung bình khi so sánh với nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm (Ex5-1 tới Ex5-42), và hiệu suất lượng tử ngoài là cao, quanh 8,5 tới 9,0%. Thêm vào đó, khi tỉ lệ thay thế đơteri của lớp chắn điện tử tăng thì tuổi thọ được kéo dài. Kết quả là, có thể thấy rằng nhóm ví dụ thực nghiệm thứ sáu (Ex6-1 tới Ex6-60) có tuổi thọ tương tự tại hiệu suất lượng tử ngoài cao hơn của Ex5-2 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm. Có thể thấy rằng Fig.8 thể hiện phổ tương tự như phổ đã được mô tả trên Fig.5C thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ ba.

Cũng có thể thấy rằng nhóm ví dụ thực nghiệm thứ năm và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ sáu thể hiện hiệu suất tiêm điện tử tuyệt vời và do đó hiệu suất lượng tử ngoài được cải thiện khi hỗn hợp của vật liệu thứ nhất C1 có công thức 1 có hiệu suất vận chuyển điện tử tốt và ZADN chứa benzimidazol đang có độ tương thích tuyệt vời với lớp tiêm điện tử được sử dụng cho lớp vận chuyển điện tử của đơn vị huỳnh quang màu xanh lam gắn với catốt. Có thể thấy rằng các đặc tính tuổi thọ được cải thiện khi vật liệu thứ ba C3 tạo nên lớp chắn điện tử có nhiều phía thay thế đơteri hơn. Ở đây, ZADN được trộn trong lớp vận chuyển điện tử chứa benzimidazol, tương tự như vật liệu thứ hai C2 theo công thức 2 ở trên, có độ tương thích tốt với lớp tiêm điện tử, và có tác dụng tương tự về việc làm giảm

điện trở liên giao điện trong suốt việc tiêm điện tử. Sẽ thu được cùng một tác dụng thậm chí nếu ZADN được thay thế với vật liệu thứ hai C2.

Fig.9 là giản đồ sơ lược minh họa thay đổi trong điện áp điều vận do khả năng vận chuyển của lớp vận chuyển điện tử của chồng huỳnh quang màu xanh lam và khả năng sinh lỗ trống của lớp sinh điện tích loại p giữa chồng huỳnh quang màu xanh lam và chồng lân quang.

Như được thể hiện trên Fig.9, khi chồng huỳnh quang màu xanh lam BS và chồng lân quang PS là liền kề với nhau, thì lớp sinh điện tích loại n (N-CGL) và lớp sinh điện tích loại p (P-CGL) được tạo ra giữa hai chồng, vốn theo cách tương ứng cấp các điện tử được sinh ra tới chồng huỳnh quang màu xanh lam BS và cấp các lỗ trống được sinh ra tới chồng lân quang PS.

(a), (b) và (c) của Fig.9 tất cả thể hiện rằng lớp sinh điện tích loại n (N-CGL) có cùng một khả năng sinh điện tử.

(a) của Fig.9 thể hiện ví dụ mà trong đó lớp vận chuyển điện tử (ETL) có khả năng vận chuyển điện tử tuyệt vời và lớp sinh điện tích loại p (P-CGL) có khả năng sinh lỗ trống thấp, trong đó các điện tử được sinh ra trong lớp sinh điện tích loại n (N-CGL) có thể được chuyển một cách nhanh chóng tới lớp phát sáng màu xanh lam (BEML) và sau đó được thủ tiêu, nhưng các lỗ trống được sinh ra trong lớp sinh điện tích loại p (P-CGL) yêu cầu điện áp điều vận lớn để chuyển tới lớp phát ánh sáng lân quang đỏ (REML). Thêm vào đó, khác biệt trong khả năng vận chuyển điện tử và lỗ trống xuất hiện giữa các chồng liền kề, sao cho các điện tử được cấp đầu tiên tới từng lớp phát ánh sáng chặn các lỗ trống để làm giảm phản ứng kích thích, hoặc phản ứng kích thích ngược xuất hiện, tạo thành việc giảm trong tỉ lệ tái tổ hợp của các điện tử và các lỗ trống trong lớp phát ánh sáng.

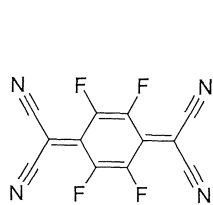
(b) của Fig.9 là ví dụ mà trong đó khả năng vận chuyển điện tử của lớp vận chuyển điện tử (ETL) là thấp và khả năng sinh lỗ trống của lớp sinh điện tích loại p (pCGL) là

tuyệt vời, trái với (a) của Fig.9, trong đó các lỗ trống được sinh ra trong lớp sinh điện tích loại p (pCGL) có thể được cấp một cách nhanh chóng tới lớp phát ánh sáng lân quang đỏ (REML) qua lớp vận chuyển lỗ trống (HTL) của chồng lân quang PS, nhưng điện áp điều vận lớn là cần thiết để chuyển các điện tử từ lớp sinh điện tích loại n (N-CGL) qua lớp vận chuyển điện tử (ETL) tới lớp phát sáng màu xanh lam (BEML).

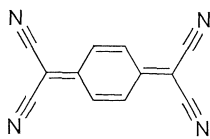
(c) của Fig.9 thể hiện ví dụ mà trong đó lớp sinh điện tích loại p (P-CGL) có khả năng sinh lỗ trống tuyệt vời và lớp vận chuyển điện tử (ETL) của chồng huỳnh quang màu xanh lam BS có khả năng vận chuyển điện tử tuyệt vời. Trong trường hợp này, điện áp điều vận được mong đợi là sẽ được giảm.

Như được mô tả ở trên, khi lớp vận chuyển điện tử (ETL) chứa vật liệu thứ nhất có công thức 1, thì có thể đạt được khả năng vận chuyển điện tử tuyệt vời. Chồng huỳnh quang màu xanh lam BS đang tiếp xúc chồng lân quang PS chứa ít nhất vật liệu thứ nhất có công thức 1 làm vật liệu cho lớp vận chuyển điện tử (ETL), và chứa vật liệu thứ tư C4 có công thức 4 làm chất pha tạp loại p của loại lớp sinh điện tích loại p (P-CGL), để áp dụng ví dụ của (c) trên Fig.9.

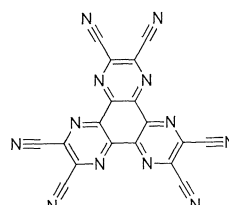
Trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy, PD-01 tới PD-03, đang có các tính chất vật lý khác với vật liệu thứ tư C4 có công thức 4, có mặt, và PD-04 tới PD-36 có thể được sử dụng làm các ví dụ của vật liệu thứ tư C4 có công thức 4.



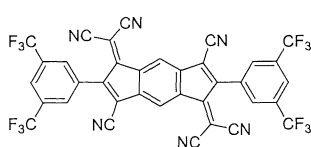
PD-01



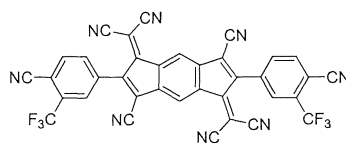
PD-02



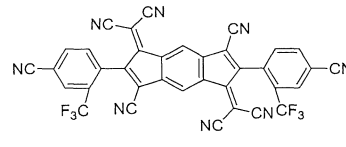
PD-03



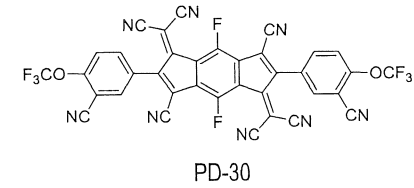
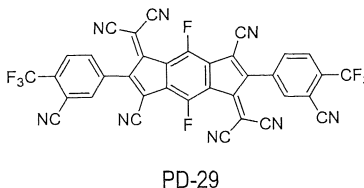
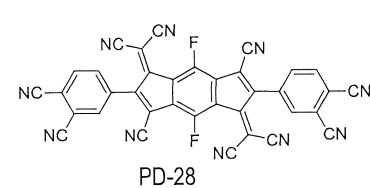
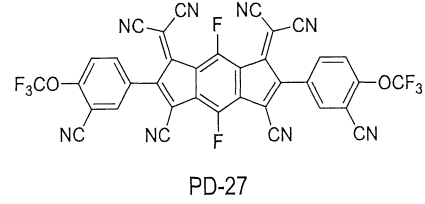
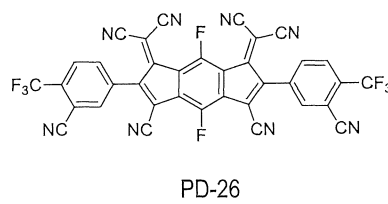
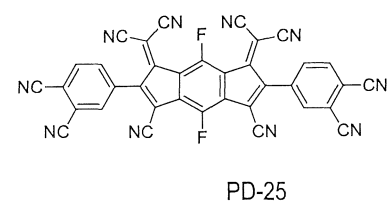
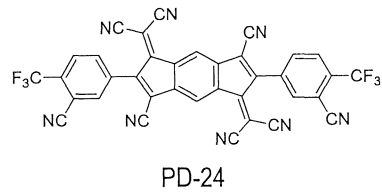
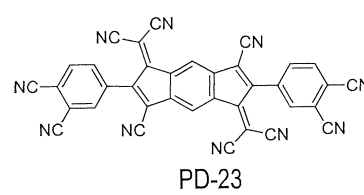
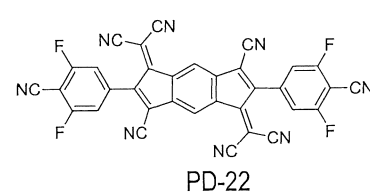
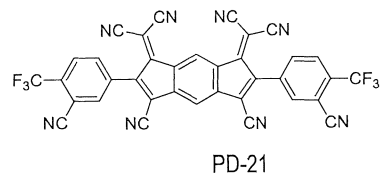
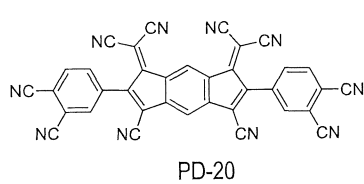
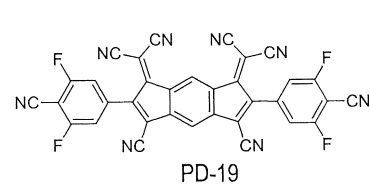
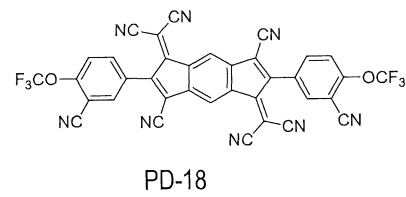
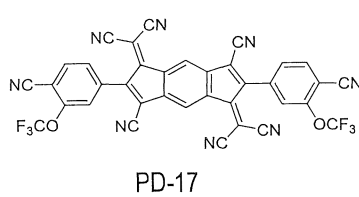
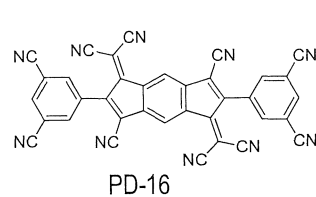
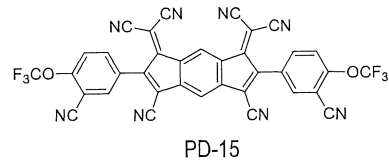
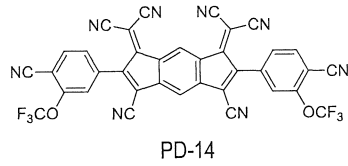
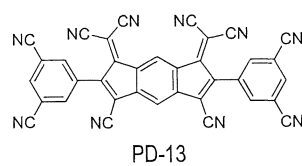
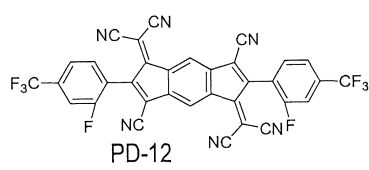
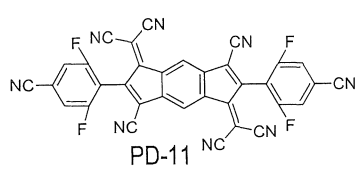
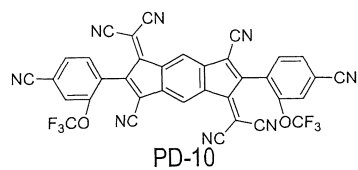
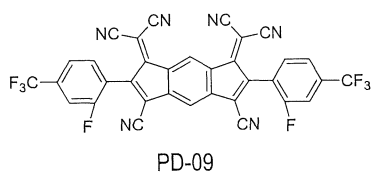
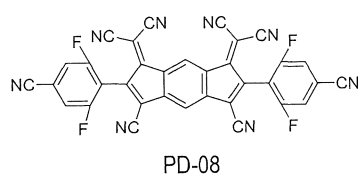
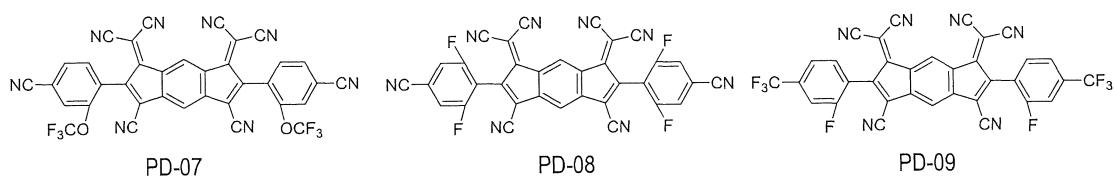
PD-04



PD-05



PD-06



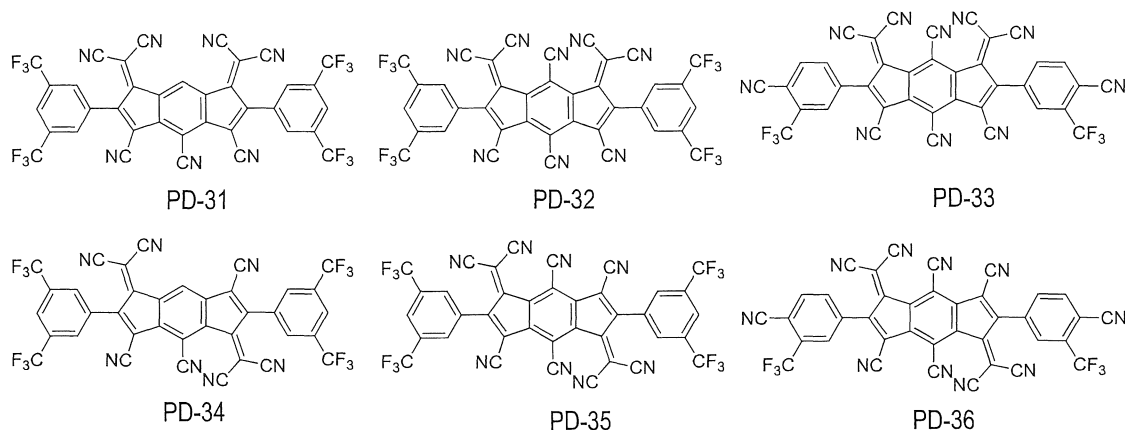


Fig.10 minh họa các thiết bị phát sáng mà với nó nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám được áp dụng, và các hình vẽ Fig.11A và Fig.11B là các đồ thị thể hiện phổ phát xạ của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám, theo cách tương ứng.

Dưới đây, các thiết bị phát sáng của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy (Ex7-1 tới Ex7-44) và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám (Ex8-1 tới Ex8-54) được tạo thành sử dụng cấu trúc được tạo chồng được thể hiện trên Fig.10 trong quy trình sau.

Anốt 310 chứa ITO được tạo thành trên đế 300.

Sau đó, MgF₂ được lắng đọng tới độ dày là 5 nm để tạo thành lớp tiêu lỗ trống 321.

Sau đó, DNTPD được lắng đọng tới độ dày là 100 nm để tạo thành lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất 322.

Sau đó, TCTA được lắng đọng tới độ dày là 5 nm để tạo thành lớp chắn điện tử thứ nhất 323.

Sau đó, lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất 324 có độ dày là 20 nm được tạo thành sử dụng MADN làm chất chủ (bh) và pha tạp 5 % khối lượng của DABNA-1 làm chất pha tạp màu xanh lam (bd).

Sau đó, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất 325 được tạo thành tới độ dày là 15 nm sử dụng một vật liệu được chọn từ các vật liệu nêu trên trong số ETM-01 tới ETM-60.

Sau đó, lớp sinh điện tích loại n thứ nhất (N-CGL1) 351 có độ dày là 15 nm được tạo thành sử dụng Bphen làm chất chủ và pha tạp với 2 % khối lượng là lithi (Li).

Sau đó, lớp sinh điện tích loại p thứ nhất (P-CGL1) 353 có độ dày là 7 nm được tạo thành sử dụng DNTPB làm chất chủ và pha tạp với 20 % khối lượng của một chất được chọn từ các chất pha tạp loại p nêu trên là PD-01 tới PD-36.

Lớp sinh điện tích loại n thứ nhất (N-CGL1) 351 và lớp sinh điện tích loại p (P-CGL1) 353 tạo nên lớp sinh điện tích thứ nhất 350.

Sau đó, BPBPA được lắng đọng tới độ dày là 20 nm để tạo thành lớp vận chuyển lỗ trống thứ hai 331.

Sau đó, lớp phát ánh sáng lân quang đỏ 332 có độ dày là 10 nm được tạo thành sử dụng BPBPA và TPBi làm các chất chủ tại tỉ lệ khối lượng là 1:1 và sau đó pha tạp với 5% theo khối lượng $\text{Ir}(\text{piq})_2\text{acac}$.

Sau đó, lớp phát ánh sáng lân quang màu vàng-xanh lục 333 có độ dày là 20 nm được tạo thành sử dụng CBP và TPBi làm các chất chủ tại tỉ lệ khối lượng là 1:1 và sau đó pha tạp với 15% theo khối lượng PD-01.

Sau đó, lớp phát ánh sáng lân quang màu xanh lục 334 có độ dày là 10 nm được tạo thành sử dụng CBP và TPBi làm các chất chủ tại tỉ lệ khối lượng là 1:1 và sau đó pha tạp với 15% theo khối lượng $\text{Ir}(\text{ppy})_3$.

Sau đó, TPBi được lắng đọng tới độ dày là 20 nm để tạo thành lớp vận chuyển điện tử thứ hai 335.

Sau đó, lớp sinh điện tích loại n thứ hai (N-CGL2) 371 được tạo thành sử dụng Bphen làm chất chủ và pha tạp với 3 % khối lượng Li.

Sau đó, lớp sinh điện tích loại p thứ hai (P-CGL2) 373 được tạo thành sử dụng DNTPD làm chất chủ và pha tạp với 20 % khối lượng của chất bất kỳ trong số các chất pha tạp loại p được mô tả ở trên của PD-01 tới PD-03.

Lớp sinh điện tích loại n thứ hai (N-CGL2) 371 và lớp sinh điện tích loại p (P-CGL2) 373 tạo nên lớp sinh điện tích thứ nhất 370.

Sau đó, lớp vận chuyển lỗ trống thứ ba 341 được tạo thành tới độ dày là 100 nm sử dụng DNTPD.

Sau đó, lớp chắn điện tử thứ hai 342 được tạo thành tới độ dày là 5 nm sử dụng TCTA.

Sau đó, lớp phát sáng màu xanh lam thứ hai 343 được tạo thành tới độ dày là 200 nm sử dụng MADN làm chất chủ và pha tạp với DABNA-1 tại 5 % khối lượng.

Sau đó, lớp vận chuyển điện tử thứ ba 344 được tạo thành tới độ dày là 20 nm sử dụng ZADN.

Sau đó, LiF được lắng đọng tới độ dày là 1,5 nm để tạo thành lớp tiêm điện tử 380.

Sau đó, Al được lắng đọng tới độ dày là 100 nm để tạo thành catôt 400, nhờ đó tạo thành thiết bị phát sáng.

Các ví dụ thực nghiệm dưới đây được thực hiện trong khi thay đổi các vật liệu của lớp vận chuyển điện tử thứ nhất 325 và lớp sinh điện tích loại p thứ nhất 353 trên cả hai phía của lớp sinh điện tích loại n thứ nhất 351 trong thiết bị phát sáng được thể hiện trên Fig.10.

Trong mỗi ví dụ trong số các ví dụ thực nghiệm Ex7-1 tới Ex7-44 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy, vật liệu của chất pha tạp loại p của lớp sinh điện tích loại p thứ nhất và vật liệu của lớp vận chuyển điện tử thứ nhất trong thiết bị phát sáng của Fig.10 được thay đổi như được thể hiện trên bảng tham chiếu sau.

[Bảng tham chiếu 1]

Cấu trúc	Chất pha tạp p	ETL1
Ex7-1	PD-01	ETM-02
Ex7-2	PD-01	ETM-07
Ex7-3	PD-01	ETM-14
Ex7-4	PD-01	ETM-22

Ex7-5	PD-01	ETM-28
Ex7-6	PD-01	ETM-35
Ex7-7	PD-01	ETM-37
Ex7-8	PD-01	ETM-46
Ex7-9	PD-01	ETM-54
Ex7-10	PD-02	ETM-02
Ex7-11	PD-02	ETM-07
Ex7-12	PD-02	ETM-14
EX7-13	PD-02	ETM-22
EX7-14	PD-02	ETM-28
Ex7-15	PD-02	ETM-35
Ex7-16	PD-02	ETM-37
Ex7-17	PD-02	ETM-46
Ex7-18	PD-02	ETM-54
Ex7-19	PD-03	ETM-02
Ex7-20	PD-03	ETM-07
Ex7-21	PD-03	ETM-14
Ex7-22	PD-03	ETM-22
Ex7-23	PD-03	ETM-28
Ex7-24	PD-03	ETM-35
Ex7-25	PD-03	ETM-37
Ex7-26	PD-03	ETM-46
Ex7-27	PD-03	ETM-54
Ex7-28	PD-04	ZADN
Ex7-29	PD-05	ZADN
Ex7-30	PD-06	ZADN
Ex7-31	PD-07	ZADN
Ex7-32	PD-08	ZADN
Ex7-33	PD-09	ZADN
Ex7-34	PD-10	ZADN
Ex7-35	PD-11	ZADN
Ex7-36	PD-12	ZADN
Ex7-37	PD-13	ZADN
Ex7-38	PD-14	ZADN
Ex7-39	PD-16	ZADN
Ex7-40	PD-20	ZADN
Ex7-41	PD-22	ZADN

Ex7-42	PD-24	ZADN
Ex7-43	PD-26	ZADN
Ex7-44	PD-30	ZADN

Như được thể hiện trên bảng 7, nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy (Ex7-1 tới Ex7-44) tạo thành các kết quả sau.

[Bảng 7]

	Điện áp @10mA/cm ² (V)	R_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	G_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	B_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	W_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	CIE _x	CIE _y
Ex7-1	12,09	6,0	23,33	4,26	66,0	0,290	0,325
Ex7-2	12,11	5,9	23,49	4,18	66,1	0,291	0,329
Ex7-3	12,18	6,0	23,55	4,28	66,5	0,290	0,325
Ex7-4	12,19	6,0	23,32	4,20	65,9	0,291	0,327
Ex7-5	12,09	5,9	23,31	4,2	65,8	0,292	0,329
Ex7-6	12,03	6,0	23,55	4,3	66,5	0,289	0,325
Ex7-7	12,16	5,9	23,48	4,3	66,2	0,289	0,325
Ex7-8	12,08	5,9	23,50	4,3	66,3	0,290	0,326
Ex7-9	12,16	6,0	23,46	4,2	66,3	0,291	0,327
Ex7-10	12,10	5,9	23,41	4,2	66,1	0,290	0,326
Ex7-11	12,13	6,0	23,57	4,3	66,6	0,289	0,324
Ex7-12	12,02	6,0	23,52	4,2	66,4	0,292	0,328
Ex7-13	12,08	6,0	23,38	4,2	66,1	0,292	0,328
Ex7-14	12,15	6,0	23,40	4,2	66,2	0,291	0,327
Ex7-15	12,14	5,9	23,39	4,3	66,1	0,289	0,324
Ex7-16	12,15	6,0	23,43	4,2	66,2	0,293	0,330
Ex7-17	12,19	6,0	23,38	4,2	66,1	0,293	0,329
Ex7-18	12,09	5,9	23,58	4,3	66,4	0,289	0,326
Ex7-19	12,16	6,0	23,48	4,2	66,2	0,292	0,329
Ex7-20	12,12	6,0	23,54	4,3	66,5	0,289	0,324
Ex7-21	12,00	5,9	23,36	4,2	65,8	0,291	0,329
Ex7-22	12,20	5,9	23,47	4,2	66,2	0,291	0,328
Ex7-23	12,06	6,0	23,36	4,3	66,2	0,291	0,325
Ex7-24	12,06	6,0	23,53	4,2	66,4	0,291	0,328
Ex7-25	12,20	6,0	23,62	4,3	66,7	0,289	0,324
Ex7-26	12,02	6,0	23,51	4,2	66,3	0,291	0,328
Ex7-27	12,01	6,0	23,45	4,3	66,4	0,289	0,324
Ex7-28	12,11	6,0	23,48	4,1	66,3	0,290	0,325
Ex7-29	12,11	5,9	23,28	4,1	65,7	0,290	0,327
Ex7-30	12,05	5,9	23,31	4,0	65,8	0,290	0,327
Ex7-31	12,16	6,0	23,35	4,15	65,9	0,293	0,330
Ex7-32	12,10	6,0	23,12	4,02	65,3	0,296	0,334

Ex7-33	12,13	6,0	23,44	4,10	66,0	0,294	0,333
Ex7-34	12,01	5,9	23,20	4,09	65,5	0,294	0,332
Ex7-35	12,18	5,9	23,21	4,1	65,4	0,293	0,331
Ex7-36	12,14	6,0	23,27	4,0	65,6	0,295	0,335
EX7-37	12,09	6,0	23,18	4,1	65,5	0,295	0,333
Ex7-38	12,05	5,9	23,43	4,1	65,9	0,294	0,334
Ex7-39	12,16	5,9	23,32	4,0	65,6	0,295	0,335
Ex7-40	12,10	5,9	23,30	4,1	65,6	0,294	0,334
Ex7-41	12,07	6,0	23,46	4,2	66,2	0,293	0,330
Ex7-42	12,01	6,0	23,24	4,1	65,6	0,295	0,333
Ex7-43	12,20	5,9	23,11	4,0	65,2	0,296	0,335
Ex7-44	12,11	6,0	23,31	4,0	65,7	0,296	0,336

Các ví dụ thực nghiệm Ex7-1 tới Ex7-27 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy sử dụng một thành phần bất kỳ trong số PD-01, PD-02, và PD-03 làm chất pha tạp hữu cơ loại p, và thể hiện điện áp điều vận khoảng 12V và hiệu suất phát xạ ánh sáng màu xanh lam ($B_{efficiency}$) khoảng 4,2 Cd/A trên trung bình. Các ví dụ thực nghiệm Ex7-28 tới Ex7-44 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy thể hiện các đặc tính thiết bị khi lớp vận chuyển điện tử thứ nhất chứa vật liệu đơn là ZADN, có điện áp điều vận cao hơn một chút so với 12V, và không có thay đổi lớn trong hiệu suất phát xạ ánh sáng.

Ở dưới đây, các thí nghiệm của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám (Ex8-1 tới Ex8-54) sử dụng vật liệu thứ tư C4 có công thức 4 đang có khả năng vận chuyển lỗ trống tuyệt vời làm chất pha tạp loại p, sẽ được mô tả. Các thí nghiệm được thực hiện dưới các điều kiện mà chất pha tạp loại p của lớp sinh điện tích loại p thứ nhất được sử dụng trong ví dụ thực nghiệm của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám là PD-04, PD-06, PD-12, PD-20, PD-22, hoặc PD-30, và vật liệu của từng lớp vận chuyển điện tử thứ nhất được thay đổi tới ETM-02, ETM-07, ETM-14, ETM-22, ETM-28, ETM-35, ETM-37, ETM-46, hoặc ETM-54.

Trong từng ví dụ trong số các ví dụ thực nghiệm Ex8-1 tới Ex8-54 của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám, chất pha tạp loại p của lớp sinh điện tích loại p thứ nhất và vật liệu của lớp vận chuyển điện tử thứ nhất được thay đổi trong thiết bị phát sáng của Fig.10, như được thể hiện trên bảng tham chiếu 2 bên dưới.

[Bảng tham chiếu 2]

	Chất pha tạp p	ETL1
Ex8-1	PD-04	ETM-02
Ex8-2	PD-04	ETM-07
Ex8-3	PD-04	ETM-14
Ex8-4	PD-04	ETM-22
Ex8-5	PD-04	ETM-28
Ex8-6	PD-04	ETM-35
Ex8-7	PD-04	ETM-37
Ex8-8	PD-04	ETM-46
Ex8-9	PD-04	ETM-54
Ex8-10	PD-06	ETM-02
Ex8-11	PD-06	ETM-07
Ex8-12	PD-06	ETM-14
Ex8-13	PD-06	ETM-22
Ex8-14	PD-06	ETM-28
Ex8-15	PD-06	ETM-35
Ex8-16	PD-06	ETM-37
Ex8-17	PD-06	ETM-46
Ex8-18	PD-06	ETM-54
Ex8-19	PD-12	ETM-02
Ex8-20	PD-12	ETM-07
Ex8-21	PD-12	ETM-14
Ex8-22	PD-12	ETM-22
Ex8-23	PD-12	ETM-28
Ex8-24	PD-12	ETM-35
Ex8-25	PD-12	ETM-37
Ex8-26	PD-12	ETM-46
Ex8-27	PD-12	ETM-54
Ex8-28	PD-20	ETM-02
Ex8-29	PD-20	ETM-07
Ex8-30	PD-20	ETM-14
Ex8-31	PD-20	ETM-22
Ex8-32	PD-20	ETM-28
Ex8-33	PD-20	ETM-35
Ex8-34	PD-20	ETM-37

Ex8-35	PD-20	ETM-46
Ex8-36	PD-20	ETM-54
Ex8-37	PD-22	ETM-02
Ex8-38	PD-22	ETM-07
Ex8-39	PD-22	ETM-14
Ex8-40	PD-22	ETM-22
Ex8-41	PD-22	ETM-28
Ex8-42	PD-22	ETM-35
Ex8-43	PD-22	ETM-37
Ex8-44	PD-22	ETM-46
EX8-45	PD-22	ETM-54
Ex8-46	PD-30	ETM-02
Ex8-47	PD-30	ETM-07
Ex8-48	PD-30	ETM-14
Ex8-49	PD-30	ETM-22
Ex8-50	PD-30	ETM-28
EX8-51	PD-30	ETM-35
Ex8-52	PD-30	ETM-37
Ex8-53	PD-30	ETM-46
Ex8-54	PD-30	ETM-54

Thêm vào đó, các kết quả cho nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám (Ex8-1 tới Ex8-54) được thể hiện trên bảng 8 bên dưới.

[Bảng 8]

	Điện áp @10mA/cm ² (V)	R_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	G_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	B_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	W_Efficiency @10mA/cm ² (cd/A)	CIE _x	CIE _y
Ex8-1	11,36	6,0	23,57	4,33	66,5	0,288	0,323
Ex8-2	11,39	6,0	23,55	4,23	66,5	0,291	0,328
Ex8-3	11,42	5,9	23,38	4,31	66,1	0,288	0,323
Ex8-4	11,41	6,0	23,50	4,26	66,4	0,291	0,326
Ex8-5	11,35	6,0	23,71	4,3	66,9	0,288	0,324
Ex8-6	11,35	5,9	23,55	4,2	66,2	0,291	0,330
Ex8-7	11,48	6,0	23,35	4,2	66,0	0,292	0,329
Ex8-8	11,38	6,0	23,50	4,3	66,4	0,289	0,324
Ex8-9	11,34	5,9	23,55	4,3	66,4	0,287	0,323
Ex8-10	11,42	6,0	23,37	4,2	66,0	0,292	0,328
Ex8-11	11,32	6,0	23,26	4,2	65,8	0,291	0,327
Ex8-12	11,33	6,0	23,47	4,2	66,3	0,292	0,329
Ex8-13	11,45	6,0	23,55	4,3	66,5	0,290	0,327

Ex8-14	11,49	6,0	23,67	4,3	66,8	0,289	0,324
Ex8-15	11,32	5,9	23,50	4,3	66,3	0,287	0,323
Ex8-16	11,42	5,9	23,27	4,2	65,7	0,292	0,328
Ex8-17	11,40	5,9	23,32	4,3	65,9	0,289	0,325
Ex8-18	11,35	5,9	23,49	4,3	66,2	0,288	0,323
EX8-19	11,42	6,0	23,45	4,3	66,3	0,290	0,325
Ex8-20	11,43	5,9	23,34	4,3	66,0	0,289	0,325
EX8-21	11,42	6,0	23,46	4,3	66,4	0,288	0,323
Ex8-22	11,35	6,0	23,65	4,3	66,8	0,289	0,325
Ex8-23	11,47	5,9	23,54	4,3	66,4	0,288	0,325
Ex8-24	11,48	6,0	23,50	4,3	66,4	0,289	0,324
EX8-25	11,44	5,9	23,47	4,3	66,2	0,289	0,325
Ex8-26	11,43	6,0	23,51	4,3	66,5	0,289	0,324
Ex8-27	11,32	6,0	23,66	4,3	66,8	0,288	0,324
Ex8-28	11,42	6,0	23,65	4,3	66,8	0,289	0,324
Ex8-29	11,42	6,0	23,50	4,2	66,3	0,292	0,328
Ex8-30	11,45	5,9	23,41	4,2	66,1	0,290	0,326
Ex8-31	11,35	6,0	23,58	4,2	66,5	0,291	0,327
Ex8-32	11,32	5,9	23,24	4,2	65,7	0,290	0,327
Ex8-33	11,36	5,9	23,34	4,3	65,9	0,288	0,324
Ex8-34	11,37	6,0	23,56	4,3	66,5	0,289	0,324
Ex8-35	11,45	5,9	23,49	4,3	66,2	0,288	0,324
Ex8-36	11,32	6,0	23,52	4,3	66,5	0,289	0,323
Ex8-37	11,34	5,9	23,41	4,3	66,1	0,289	0,326
Ex8-38	11,50	6,0	23,56	4,3	66,6	0,289	0,324
Ex8-39	11,34	5,9	23,58	4,2	66,4	0,291	0,328
Ex8-40	11,30	6,0	23,66	4,3	66,8	0,289	0,324
Ex8-41	11,44	5,9	23,27	4,3	65,8	0,289	0,323
Ex8-42	11,33	6,0	23,39	4,3	66,1	0,290	0,326
Ex8-43	11,33	6,0	23,47	4,2	66,2	0,292	0,329
Ex8-44	11,47	6,0	23,55	4,3	66,5	0,289	0,324
Ex8-45	11,30	5,9	23,36	4,2	66,0	0,290	0,326
Ex8-46	11,34	6,0	23,41	4,2	66,2	0,291	0,327
Ex8-47	11,32	5,9	23,23	4,2	65,6	0,290	0,326
Ex8-48	11,44	6,0	23,33	4,3	66,1	0,289	0,323
Ex8-49	11,38	6,0	23,38	4,2	66,0	0,292	0,329
Ex8-50	11,34	6,0	23,48	4,2	66,3	0,292	0,328
Ex8-51	11,45	6,0	23,39	4,3	66,2	0,290	0,325
Ex8-52	11,32	5,9	23,31	4,3	65,9	0,290	0,325
Ex8-53	11,33	6,0	23,51	4,3	66,5	0,289	0,324
Ex8-54	11,39	5,9	23,31	4,2	65,8	0,291	0,328

Trong bảng 8, nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám (Ex8-1 tới Ex8-54) thể hiện hiệu suất phát xạ ánh sáng màu xanh lam (hiệu suất B) là 4,2 Cd/A và điện áp điều vận là 11,3V trên trung bình, vốn là khoảng 0,7V thấp hơn phần của nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy (Ex7-

1 tới Ex7-44). Fig.11A thể hiện phổ phát xạ màu trắng tương ứng với Ex7-1 trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và Fig.11B thể hiện phổ phát xạ màu trắng tương ứng với Ex8-1 trong nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám.

Liên quan tới phổ phát xạ màu trắng của từng ví dụ trong số nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và nhóm ví dụ thực nghiệm thứ tám, mỗi phần trong chúng chứa lớp phát sáng màu xanh lam trong thiết bị phát sáng và do đó thể hiện hiệu suất phát xạ ánh sáng màu xanh lam cao, và chứa lớp phát ánh sáng lân quang đỏ, lớp phát sáng lân quang màu vàng-màu xanh lục và lớp phát sáng lân quang màu xanh lục trong chồng lân quang.

Nghĩa là, các kết quả thực nghiệm cho các nhóm ví dụ thực nghiệm thứ bảy và thứ tám thể hiện rằng lớp vận chuyển điện tử và lớp sinh điện tích loại p liền kề với nhau với lớp sinh điện tích loại n giữa chúng duy trì hiệu suất phát xạ ánh sáng được xác định từ trước hoặc cao hơn và điện áp điều vận được làm giảm khi các vật liệu đang có khả năng vận chuyển điện tử tuyệt vời và khả năng sinh lỗ trống được sử dụng.

Ở đây, thiết bị hiển thị phát sáng mà thiết bị phát sáng được mô tả ở trên có thể được áp dụng vào đó sẽ được mô tả.

Fig.12 là hình cắt minh họa thiết bị hiển thị phát sáng theo phân bố cục này.

Thiết bị phát sáng có thể được áp dụng chung cho nhiều điểm ảnh phụ để phát ra ánh sáng màu trắng.

Như được thể hiện trên Fig.12, thiết bị hiển thị phát sáng của phân bố cục này chứa để 100 có nhiều điểm ảnh phụ R_SP, G_SP, B_SP, và W_SP đang phát ánh sáng đỏ R, ánh sáng màu xanh lục G, ánh sáng màu xanh lam B, và ánh sáng trắng W, theo cách tương ứng, thiết bị phát sáng (còn được đề cập tới như là “OLED, organic light emitting diode”) được tạo ra chung trên để 100, tranzito màng mỏng TFT được tạo ra trong từng điểm ảnh phụ trong số các điểm ảnh phụ và được kết nối tới anôt 110 của thiết bị phát sáng OLED,

và bộ lọc màu 109R, 109G, hoặc 109B được tạo ra bên dưới anốt 110 của ít nhất một điểm ảnh phụ trong số các điểm ảnh phụ.

Ví dụ được minh họa liên quan tới cấu hình chứa điểm ảnh phụ màu trắng W_SP, nhưng phần bộc lộ này không bị hạn chế vào đó. Cấu hình mà trong đó điểm ảnh phụ màu trắng W_SP được bỏ qua và chỉ có các điểm ảnh phụ màu đỏ, màu xanh lục, và màu xanh lam R_SP, G_SP, và B_SP được tạo ra là cũng khả thi. Trong một số trường hợp, tổ hợp của điểm ảnh phụ màu lục lam (cyan), màu đỏ tươi (magenta), điểm ảnh phụ màu vàng có khả năng tạo màu trắng bằng cách thay thế các điểm ảnh phụ màu đỏ, màu xanh lục, và màu xanh lam là cũng khả thi.

Tranzito màng mỏng TFT chứa, ví dụ, điện cực cổng 102, lớp bán dẫn 104, và điện cực nguồn 106a và điện cực máng 106b được kết nối tới các phía tương ứng của lớp bán dẫn 104. Thêm vào đó, lớp bảo vệ kênh 105 có thể còn được tạo ra trên phần mà tại đó kênh của lớp bán dẫn 104 được định vị để ngăn chặn kết nối trực tiếp giữa các điện cực nguồn và điện cực máng 106a và 106b.

Lớp cách ly cổng 103 được tạo ra giữa điện cực cổng 102 và lớp bán dẫn 104.

Lớp bán dẫn 104 có thể được tạo thành từ, ví dụ, chất bán dẫn oxit, silic vô định hình silic đa tinh thể, hoặc tổ hợp của chúng. Ví dụ, khi lớp bán dẫn 104 là chất bán dẫn oxit, thì nhiệt độ làm nóng yêu cầu để tạo thành tranzito màng mỏng có thể được giảm xuống, và do đó để 100 có thể được chọn trong số rất nhiều loại khác nhau của các loại sẵn có của chúng, sao cho lớp bán dẫn 104 có thể được áp dụng theo cách có lợi lên thiết bị hiển thị mềm dẻo.

Thêm vào đó, điện cực máng 106b của tranzito màng mỏng TFT có thể được kết nối tới anốt 110 trong lỗ tiếp xúc (contact hole - CT) được tạo ra trong các lớp thụ động hóa thứ nhất và thứ hai 107 và 108.

Lớp thụ động hóa thứ nhất 107 được tạo ra để về cơ bản là bảo vệ tranzito màng mỏng TFT, và các bộ lọc màu 109R, 109G, và 109B có thể được tạo ra ở trên đó.

Khi nhiều điểm ảnh phụ chứa điểm ảnh phụ màu đỏ, điểm ảnh phụ màu xanh lục, điểm ảnh phụ màu xanh lam, điểm ảnh phụ màu trắng, thì bộ lọc màu có thể chứa các bộ lọc màu thứ nhất tới thứ ba 109R, 109G, và 109B trong các điểm ảnh phụ còn lại, theo cách tương ứng, ngoại trừ điểm ảnh phụ màu trắng W_SP, và cho phép ánh sáng màu trắng được phát ra đi qua anốt 110 cho từng bước sóng. Lớp thụ động hóa thứ hai 108 được tạo thành bên dưới anốt 110 để che phủ các bộ lọc màu từ thứ nhất tới thứ ba 109R, 109G, và 109B. Anốt 110 được tạo thành trên bề mặt của lớp thụ động hóa thứ hai 108 và được kết nối tới tranzito màng mỏng TFT qua lỗ tiếp xúc CT.

Ở đây, cấu hình từ đế 100, tới tranzito màng mỏng TFT, các bộ lọc màu 109R, 109G, và 109B, và các lớp thụ động hóa thứ nhất và thứ hai 107 và 108 được đề cập tới như là “đế mảng tranzito màng mỏng” 1000.

Thiết bị phát sáng OLED được tạo thành trên đế mảng tranzito màng mỏng 1000 chứa bờ ngăn 119 đang định ra vùng phát xạ ánh sáng BH. Thiết bị phát sáng OLED, ví dụ, chứa anốt trong suốt 110, catốt 200 quay mặt vào anốt 110 và được tạo thành từ điện cực phản xạ, và đơn vị vận chuyển và chắn điện tử (electron transport and blocking unit - ETBU) được bố trí trong từng chồng trong số các chồng phát sáng màu xanh lam S1 và S3, trong số các chồng được chia bởi các lớp sinh điện tích thứ nhất và thứ hai 150 và 170, giữa anốt 110 và catốt 200, như được mô tả với tham khảo tới các hình vẽ Fig.1, Fig.2A, Fig.2B và Fig.5, trong đó đơn vị vận chuyển và chắn điện tử ETBU chứa lớp chắn điện tử 123 hoặc 142 được tạo thành từ vật liệu chắn điện tử có công thức 2, lớp phát sáng màu xanh lam 124 hoặc 143 chứa chất pha tạp màu xanh lam góc bo và lớp vận chuyển điện tử 125 hoặc 144 chứa vật liệu vận chuyển điện tử có công thức 1.

Anôt 110 được chia thành từng điểm ảnh phụ, và các lớp còn lại của thiết bị phát sáng OLED được tạo ra liên khối trong toàn bộ diện tích hiển thị, hơn là được chia thành các điểm ảnh phụ độc lập.

Trong khi đó, thiết bị phát sáng OLED chứa chồng bên trong OS giữa anôt 110 và catôt 200 có thể chứa cấu trúc của thiết bị phát sáng được mô tả với tham khảo tới các hình vẽ Fig.1, Fig.2A, Fig.2B và Fig.3, cấu trúc của thiết bị phát sáng được mô tả với tham khảo tới Fig.7, và cấu trúc của thiết bị phát sáng được mô tả với tham khảo tới Fig.10. Theo cách khác, lớp vận chuyển điện tử, lớp chắn điện tử, và chất pha tạp hữu cơ loại p của mỗi ví dụ thực nghiệm có thể được bố trí trong chồng khác hoặc lớp sinh điện tích.

Một dấu hiệu của thiết bị phát sáng (OLED) của phần bộc lộ này là chồng bên trong OS trong thiết bị phát sáng OLED chứa ít nhất chồng huỳnh quang màu xanh lam và chồng lân quang, và lớp vận chuyển điện tử của chồng huỳnh quang màu xanh lam, tiếp xúc catôt, được tạo thành từ hỗn hợp của vật liệu thứ nhất có công thức 1, đang có khả năng vận chuyển điện tử cao, và vật liệu thứ hai đang có hiệu suất tiêm điện tử tuyệt vời mà không có lực đẩy chống lại lớp tiêm điện tử.

Dấu hiệu khác của thiết bị phát sáng (OLED) của phần bộc lộ này là, khi lớp vận chuyển điện tử chứa vật liệu thứ nhất có công thức 1, vật liệu của lớp chắn điện tử đang quay mặt vào lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam được thể với đoteri để ngăn chặn các điện tử khỏi tích tụ tại giao diện giữa lớp chắn điện tử và lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam dựa trên hiệu suất vận chuyển điện tử tuyệt vời của vật liệu.

Dấu hiệu khác của thiết bị phát sáng OLED của phần bộc lộ này là lớp vận chuyển điện tử và lớp sinh điện tích loại p được bố trí trên các phía tương ứng của lớp sinh điện tích loại n được tạo thành từ các vật liệu đang có hiệu suất vận chuyển điện tử và hiệu suất sinh lỗ trong tuyệt vời, mà nhờ đó, theo cách tương ứng, duy trì sự cân bằng giữa các điện tử và các lỗ trống và làm giảm điện áp điều vận. Trong trường hợp này, một vật liệu trong

số các vật liệu có công thức 1 có thể được sử dụng cho lớp vận chuyển điện tử, và một vật liệu trong số các vật liệu có công thức 4 có thể được sử dụng làm chất pha tạp của lớp sinh điện tích loại p.

Trong thiết bị phát sáng của phần bộc lộ này, khi lớp vận chuyển điện tử được tạo thành từ vật liệu có khả năng vận chuyển điện tử cao được áp dụng, vật liệu của lớp chắn điện tử đang tiếp xúc với lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam bị thay thế với đơteri, nhờ đó ngăn chặn việc tích tụ của các điện tử hoặc các exciton tại giao diện giữa lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam và lớp chắn điện tử, và tạo ra các tác dụng cải thiện điện áp điều vận, độ chói và hiệu suất lượng tử mà không làm giảm tuổi thọ.

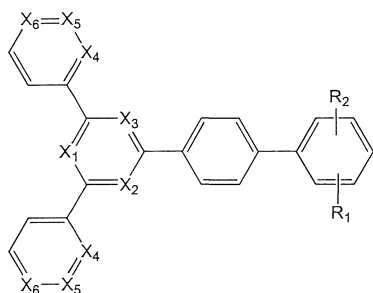
Thêm vào đó, việc cải thiện hiệu suất trong chồng huỳnh quang màu xanh lam chứa lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam có thể làm giảm số các chồng màu xanh lam được yêu cầu trong thiết bị phát sáng đang hiện thực hóa ánh sáng trắng, và do đó có thể làm giảm số các chồng cần thiết để hiện thực hóa màu trắng với cùng một hiệu suất, nhờ đó cải thiện năng suất dựa trên điện áp điều vận được làm giảm và việc xử lý được làm đơn giản hóa.

Trong thiết bị phát sáng và thiết bị hiển thị phát sáng của phần bộc lộ này, việc cải thiện hiệu suất, việc giảm điện áp điều vận, và việc cải thiện tuổi thọ có thể đạt được bằng cách thay đổi cấu hình của lớp ngoại vi của lớp phát sáng màu xanh lam trong chồng huỳnh quang màu xanh lam đang tiếp xúc với catốt.

Thiết bị phát sáng theo một phương án thực hiện của phần bộc lộ này chứa n chồng (trong đó n là số tự nhiên là 2 hoặc lớn hơn) giữa anốt và catốt đang quay mặt vào nhau, trong đó chồng thứ n đang tiếp xúc catốt là chồng màu xanh lam thứ nhất, trong đó chồng màu xanh lam thứ nhất chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất, lớp chắn điện tử thứ nhất, lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất đang chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm, lớp vận chuyển điện tử thứ nhất đang tiếp xúc với lớp phát sáng

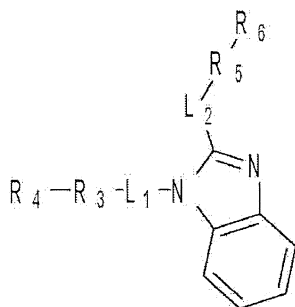
màu xanh lam thứ nhất, và lớp tiêm điện tử đang có hai phía đang tiếp xúc với lớp vận chuyển điện tử thứ nhất và catôt, theo cách tương ứng, trong đó lớp vận chuyển điện tử thứ nhất chứa hỗn hợp của vật liệu thứ nhất có công thức 1 và vật liệu thứ hai có công thức 2.

[Công thức 1]



R_1 và R_2 mỗi thành phần được chọn một cách độc lập từ nhóm cycloalkyl, nhóm aryl, nhóm heteroaryl, và nhóm cacbazol; X_1 , X_2 và X_3 mỗi thành phần một cách độc lập là N hoặc CH. Ít nhất một thành phần trong số X_4 , X_5 , và X_6 phải là N và các thành phần còn lại có thể là CH, và

[Công thức 2]



L_1 và L_2 , một cách độc lập, có thể là liên kết đơn hoặc L_1 và L_2 , một cách độc lập, có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenyl và nhóm naphthyl. Theo một số phương án thực hiện, L_1 và L_2 , một cách độc lập, có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenylen và nhóm naphthylen.

R_3 , R_4 , R_5 , và R_6 , một cách độc lập, có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthraxen. R_5 có thể là liên kết đơn hoặc có thể chứa một thành phần được chọn từ metyl, etyl, nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthraxen.

Theo một số phương án thực hiện, R_3 , một cách độc lập, có thể được chọn từ nhóm phenylen, nhóm naphthylen, và nhóm anthrylen. R_4 có thể được chọn từ nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthraxen. R_5 có thể là liên kết đơn hoặc chứa nhóm akylen, như nhóm phenylen, nhóm naphthylen, và nhóm anthrylen. R_6 có thể được chọn từ nhóm alkyl như nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthraxen.

N chồng có thể còn bao gồm chồng màu xanh lam thứ hai đang tiếp xúc với anôt và chồng lân quang giữa chồng màu xanh lam thứ nhất và chồng màu xanh lam thứ hai.

Chồng màu xanh lam thứ hai có thể bao gồm lớp vận chuyển điện tử thứ hai, các vật liệu đang tạo nên lớp vận chuyển điện tử thứ hai đang khác với các vật liệu đang tạo nên lớp vận chuyển điện tử thứ nhất.

Chồng lân quang có thể bao gồm lớp vận chuyển lỗ trống thứ ba, lớp phát sáng lân quang màu đỏ, lớp phát sáng lân quang màu xanh lục, và lớp vận chuyển điện tử thứ ba.

Theo cách khác, chồng lân quang có thể bao gồm lớp vận chuyển lỗ trống thứ ba, lớp phát sáng lân quang màu đỏ, lớp phát sáng lân quang màu vàng-màu xanh lục, lớp phát sáng lân quang màu xanh lục, và lớp vận chuyển điện tử thứ ba.

Lớp tiêm điện tử có thể là hợp chất chứa kim loại.

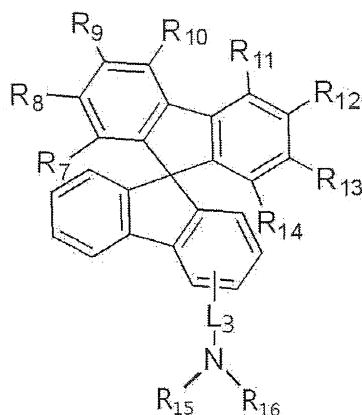
Lớp tiêm điện tử có thể là LiF hoặc Liq.

Độ dày của lớp tiêm điện tử có thể có độ dày từ 1/8 tới 1/100 của độ dày của lớp vận chuyển điện tử thứ nhất.

Trong lớp vận chuyển điện tử thứ nhất, tỉ lệ khối lượng của vật liệu thứ nhất so với vật liệu thứ hai có thể là 4:6 tới 6:4.

Lớp chặn điện tử thứ nhất có thể chứa vật liệu thứ ba được theo công thức 3.

[Công thức 3]



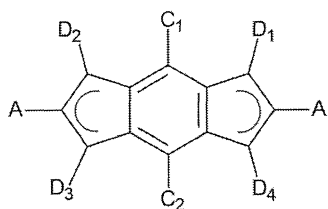
L_3 có thể là liên kết đơn. Hoặc L_3 có thể chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenyl hoặc nhóm naphthyl. Theo một số phương án thực hiện, L_3 được chọn từ nhóm phenylen và nhóm naphthylen. R_7 tới R_{14} có thể là đoteri. Hoặc R_7 đến R_{14} có thể được thế với đoteri. R_{15} và R_{16} , một cách độc lập, có thể được chọn từ nhóm phenyl, nhóm phenyl được thế đoteri, nhóm biphenyl, nhóm biphenyl được thế đoteri, nhóm florenyl, nhóm florenyl được thế đoteri, nhóm heteroaryl, nhóm heteroaryl được thế đoteri, nhóm cacbazol, nhóm cacbazol được thế đoteri, nhóm dibenzofuran, nhóm dibenzofuran được thế đoteri, nhóm dibenzothiophen, và nhóm dibenzothiophen được thế đoteri.

Ít nhất một chồng trong số n chồng gần hơn với anôt hơn là chồng thứ n là chồng màu xanh lam thứ hai, trong đó chồng màu xanh lam thứ hai chứa lớp vận chuyển lỗ trống thứ hai, lớp chắn điện tử thứ hai, lớp phát sáng màu xanh lam thứ hai đang chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm, và lớp vận chuyển điện tử thứ hai đang tiếp xúc với lớp phát sáng màu xanh lam thứ hai, và đơn vị sinh điện tích chứa lớp sinh điện tích loại n và lớp sinh điện tích loại p có mặt giữa chồng màu xanh lam thứ hai và chồng tiếp theo liền kề với chồng màu xanh lam thứ hai.

Lớp vận chuyển điện tử thứ hai có thể chứa vật liệu thứ nhất và có thể không chứa vật liệu thứ hai, và lớp vận chuyển điện tử thứ hai có thể tiếp xúc với lớp sinh điện tích loại n .

Lớp sinh loại p có thể chứa vật liệu thứ tư có công thức 4 làm chất pha tạp loại p .

[Công thức 4]



A được chọn từ hydro, đoteri, halogen group, nhóm cyano, nhóm malononitril, nhóm triflorometyl, nhóm trifloromethoxy, nhóm aryl hoặc heteroaryl được thế hoặc không được thế, nhóm alkyl C_1 - C_{12} được thế hoặc không được thế, nhóm alkoxy C_1 - C_{12} được thế hoặc không được thế, gốc thế của A có thể chứa một thành phần trong số công thức 2, gốc thế của A có thể chứa một thành phần trong số nhóm cyano, nhóm halogen, nhóm triflometyl, nhóm triflomethoxy, hydro và đoteri; C_1 và C_2 mỗi thành phần một cách độc lập là một thành phần trong số hydro, đoteri, nhóm halogen, hoặc nhóm cyano; và D_1 đến D_4 mỗi thành phần một cách độc lập được kết nối tới liên kết đơn hoặc liên kết đôi, và được thế với một thành phần trong số nhóm halogen, nhóm cyano, nhóm malononitril, nhóm triflorometyl, và nhóm trifloromethoxy, và ít nhất hai thành phần của chúng chứa nhóm cyano.

Chồng tiếp theo liền kề với chồng màu xanh lam thứ hai thông qua đơn vị sinh điện tích được đặt vào giữa đó có thể là chồng lân quang chứa ít nhất là lớp phát sáng lân quang màu đỏ.

Chồng lân quang có thể còn chứa lớp phát sáng lân quang màu xanh lục hoặc lớp phát sáng lân quang màu vàng-màu xanh lục tiếp xúc lớp phát sáng lân quang màu đỏ.

Lớp sinh điện tích loại n có thể chứa một thành phần bất kỳ trong số kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, và kim loại chuyển tiếp làm chất pha tạp loại n trong chất chủ vận chuyển điện tử.

Chồng màu xanh lam thứ nhất có thể là liền kề với chồng lân quang đối diện với catôt, và lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất của chồng màu xanh lam thứ nhất có thể tiếp xúc với lớp sinh điện tích loại p chứa chất pha tạp loại p.

Thiết bị hiển thị phát sáng theo phương án thực hiện khác của phân bố lậ này chứa để chứa nhiều điểm ảnh phụ, tranzito màng mỏng được tạo ra trong từng điểm ảnh phụ trong số các điểm ảnh phụ trên đế, và thiết bị phát sáng được kết nối tới tranzito màng mỏng.

Thiết bị phát sáng của phân bố lậ này và thiết bị hiển thị phát sáng chứa thiết bị phát sáng có các tác dụng sau.

Thứ nhất, trong chồng màu xanh lam ở trong tiếp xúc với catôt, lớp vận chuyển điện tử ở trong tiếp xúc với lớp tiêm điện tử được tạo thành từ hợp chất vô cơ liền kề với catôt được tạo thành từ hai vật liệu, nhờ đó cải thiện hiệu suất vật liệu và điều khiển điện áp điều vận.

Thứ hai, khi vật liệu đang có khả năng vận chuyển điện tử cao được áp dụng vào lớp vận chuyển điện tử, lớp chắn điện tử ở trong tiếp xúc với lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam được tạo thành từ vật liệu được thể đoteri, nhờ đó ngăn chặn việc tích tụ của các điện tử hoặc các exciton tại giao diện giữa lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam và lớp chắn điện tử và thu được các tác dụng của việc cải thiện điện áp điều vận, độ chói, và hiệu suất lượng tử mà không làm giảm tuổi thọ.

Thứ ba, việc cải thiện trong hiệu suất trong chồng huỳnh quang màu xanh lam đang có lớp phát sáng huỳnh quang màu xanh lam là có khả năng làm giảm số các chồng màu xanh lam được yêu cầu cho thiết bị phát sáng hiện thực hóa cùng một màu trắng, nhờ đó cải thiện hiệu suất dựa trên điện áp điều vận được làm giảm và việc xử lý được đơn giản hóa.

Thứ tư, điện áp điều vận có thể được làm giảm và hiệu suất của việc hiện thực hóa màu trắng bởi thiết bị phát sáng được áp dụng dựa trên nhiều chồng và các đặc tính màu sắc có thể được cải thiện bằng cách thay đổi vật liệu của lớp sinh điện tích loại p, vốn có các tính chất vật lý khác nhau, giữa chồng huỳnh quang màu xanh lam và chồng phát sáng lân quang trong cấu trúc chồng mà trong đó chồng huỳnh quang màu xanh lam và chồng phát sáng lân quang được kết nối.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ rằng các biến đổi và các biến thể có thể được tạo ra trong sáng chế này mà không tách khỏi nguyên lý và phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, mục đích của phần bộc lộ này là cũng bao hàm cả những phương án cải biến và biến thể 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.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phát sáng bao gồm n chồng giữa anôt và catôt, trong đó n là số tự nhiên bằng 2 hoặc lớn hơn,

trong đó chồng thứ n đang tiếp xúc với catôt là chồng màu xanh lam thứ nhất,

trong đó chồng màu xanh lam thứ nhất bao gồm:

lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất;

lớp chắn điện tử thứ nhất;

lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất đang chứa chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm;

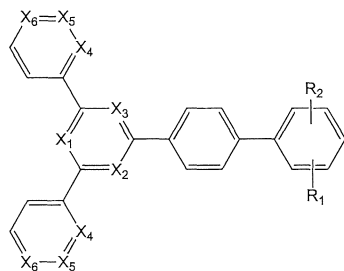
lớp vận chuyển điện tử thứ nhất đang tiếp xúc lớp phát sáng màu xanh lam thứ nhất;

và

lớp tiêm điện tử đang có hai mặt đang tiếp xúc với lớp vận chuyển điện tử thứ nhất và catôt, theo cách tương ứng,

trong đó lớp vận chuyển điện tử thứ nhất bao gồm hỗn hợp của vật liệu thứ nhất có công thức 1 bên dưới và vật liệu thứ hai có công thức 2 bên dưới:

[công thức 1]

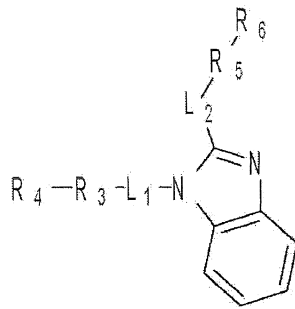


trong đó R_1 và R_2 mỗi thành phần được chọn một cách độc lập từ nhóm cycloalkyl, nhóm aryl, nhóm heteroaryl, và nhóm cacbazol không được thế hoặc được thế aryl;

X_1 , X_2 , và X_3 mỗi thành phần một cách độc lập là N hoặc CH; và

ít nhất một thành phần trong số X_4 , X_5 , và X_6 là N, và các thành phần còn lại là CH,

[công thức 2]



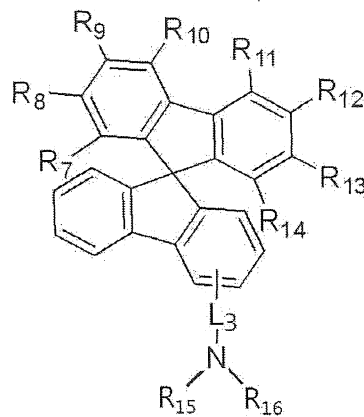
trong đó L_1 và L_2 , một cách độc lập, là liên kết đơn hoặc, một cách độc lập, chứa ít nhất một thành phần từ nhóm phenyl và nhóm naphthyl;

R_3 , R_4 và R_6 mỗi thành phần, một cách độc lập, chứa một thành phần được chọn từ nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthraxen;

R_5 là liên kết đơn hoặc chứa một thành phần được chọn từ metyl, etyl, nhóm phenyl, nhóm naphthyl, và nhóm anthraxen.

2. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó lớp tiêm điện tử bao gồm kim loại.
3. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó lớp tiêm điện tử bao gồm LiF hoặc Liq.
4. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó lớp tiêm điện tử có độ dày từ 1/8 tới 1/100 của độ dày của lớp vận chuyển điện tử thứ nhất.
5. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó tỉ lệ khối lượng của vật liệu thứ nhất so với vật liệu thứ hai trong lớp vận chuyển điện tử thứ nhất là 4:6 tới 6:4.
6. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó lớp chắn điện tử thứ nhất bao gồm vật liệu thứ ba có công thức 3 bên dưới:

[công thức 3]



trong đó L_3 là liên kết đơn, hoặc chứa nhóm phenyl hoặc nhóm naphthyl;

R_7 tới R_{14} là đơteri; và

R_{15} và R_{16} mỗi thành phần, một cách độc lập, được chọn từ nhóm phenyl, nhóm phenyl được thế đơteri, nhóm biphenyl, nhóm biphenyl được thế đơteri, nhóm florenyl, nhóm florenyl được thế đơteri, nhóm heteroaryl, nhóm heteroaryl được thế đơteri, nhóm cacbazol, nhóm cacbazol được thế đơteri, nhóm dibenzofuran, nhóm dibenzofuran được thế đơteri, nhóm dibenzothiophen, và nhóm dibenzothiophen được thế đơteri.

7. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó ít nhất một chồng trong số n chồng gần hơn với anôt hơn là chồng thứ n , là chồng màu xanh lam thứ hai,

trong đó chồng màu xanh lam thứ hai bao gồm:

lớp vận chuyển lỗ trống thứ hai;

lớp chắn điện tử thứ hai;

lớp phát sáng màu xanh lam thứ hai bao gồm chất pha tạp gốc bo đang có đỉnh phát xạ từ 430 nm đến 480 nm; và

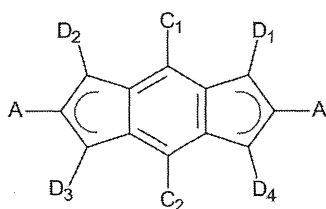
lớp vận chuyển điện tử thứ hai đang tiếp xúc với lớp phát sáng màu xanh lam thứ hai,

trong đó thiết bị phát sáng còn bao gồm đơn vị sinh điện tích bao gồm lớp sinh điện tích loại n và lớp sinh điện tích loại p giữa chồng màu xanh lam thứ hai và chồng tiếp theo liền kề với chồng màu xanh lam thứ hai.

8. Thiết bị phát sáng theo điểm 7, trong đó lớp vận chuyển điện tử thứ hai bao gồm vật liệu thứ nhất, nhưng không bao gồm vật liệu thứ hai, và lớp vận chuyển điện tử thứ hai tiếp xúc với lớp sinh điện tích loại n.

9. Thiết bị phát sáng theo điểm 7, trong đó lớp sinh điện tích loại p bao gồm vật liệu thứ tư có công thức 4 bên dưới như là chất pha tạp loại p:

[công thức 4]



trong đó A được chọn từ hydro, đoteri, halogen group, nhóm cyano, nhóm malononitril, nhóm triflorometyl, nhóm trifloromethoxy, nhóm aryl hoặc heteroaryl được thế hoặc không được thế, nhóm alkyl C_1 - C_{12} được thế hoặc không được thế, nhóm alkoxy C_1 - C_{12} được thế hoặc không được thế, trong đó, gốc thế của A chứa một thành phần trong số nhóm cyano, nhóm halogen, nhóm triflorometyl, và nhóm trifloromethoxy, hydro và đoteri;

C_1 và C_2 mỗi thành phần một cách độc lập là một thành phần trong số hydro, đoteri, nhóm halogen, hoặc nhóm cyano; và

D_1 đến D_4 mỗi thành phần một cách độc lập được kết nối tới liên kết đơn hoặc liên kết đôi, và được thế với một thành phần trong số nhóm halogen, nhóm cyano, nhóm malononitril, nhóm triflorometyl, và nhóm trifloromethoxy, và ít nhất hai thành phần trong số D_1 đến D_4 chứa nhóm cyano.

10. Thiết bị phát sáng theo điểm 7, trong đó chồng tiếp theo liền kề với chồng màu xanh lam thứ hai với đơn vị sinh điện tích được đặt vào giữa đó là chồng lân quang bao gồm ít nhất lớp phát sáng lân quang màu đỏ.

11. Thiết bị phát sáng theo điểm 10, trong đó chồng lân quang còn bao gồm lớp phát sáng lân quang màu xanh lục hoặc lớp phát sáng lân quang màu vàng-màu xanh lục tiếp xúc với lớp phát sáng lân quang màu đỏ.

12. Thiết bị phát sáng theo điểm 7, trong đó lớp sinh điện tích loại n bao gồm một thành phần bất kỳ trong số kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, và kim loại chuyển tiếp làm chất pha tạp loại n trong chất chủ vận chuyển điện tử.

13. Thiết bị phát sáng theo điểm 10, trong đó chồng màu xanh lam thứ nhất là liền kề với chồng lân quang đối diện với catốt, và lớp vận chuyển lỗ trống thứ nhất của chồng màu xanh lam thứ nhất tiếp xúc với lớp sinh điện tích loại p bao gồm chất pha tạp loại p.

14. Thiết bị phát sáng theo điểm 1, trong đó n chồng còn bao gồm chồng màu xanh lam thứ hai đang tiếp xúc với anốt và chồng lân quang giữa chồng màu xanh lam thứ nhất và chồng màu xanh lam thứ hai.

15. Thiết bị phát sáng theo điểm 14, trong đó chồng màu xanh lam thứ hai bao gồm lớp vận chuyển điện tử thứ hai, các vật liệu đang tạo nên lớp vận chuyển điện tử thứ hai đang khác với các vật liệu đang tạo nên lớp vận chuyển điện tử thứ nhất.

16. Thiết bị phát sáng theo điểm 14, trong đó chồng lân quang bao gồm, lớp vận chuyển lỗ trống thứ ba, lớp phát sáng lân quang màu đỏ, lớp phát sáng lân quang màu xanh lục, và lớp vận chuyển điện tử thứ ba.

17. Thiết bị phát sáng theo điểm 14, trong đó chồng lân quang bao gồm lớp vận chuyển lỗ trống thứ ba, lớp phát sáng lân quang màu đỏ, lớp phát sáng lân quang màu vàng-màu xanh lục, lớp phát sáng lân quang màu xanh lục, và lớp vận chuyển điện tử thứ ba.

18. Thiết bị hiển thị phát sáng bao gồm:

để chứa nhiều điểm ảnh phụ:

tranzito màng mỏng được tạo ra trong từng điểm ảnh phụ trong số nhiều điểm ảnh phụ trên đế; và

thiết bị phát sáng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 17, được kết nối tới tranzito màng mỏng.

FIG. 1

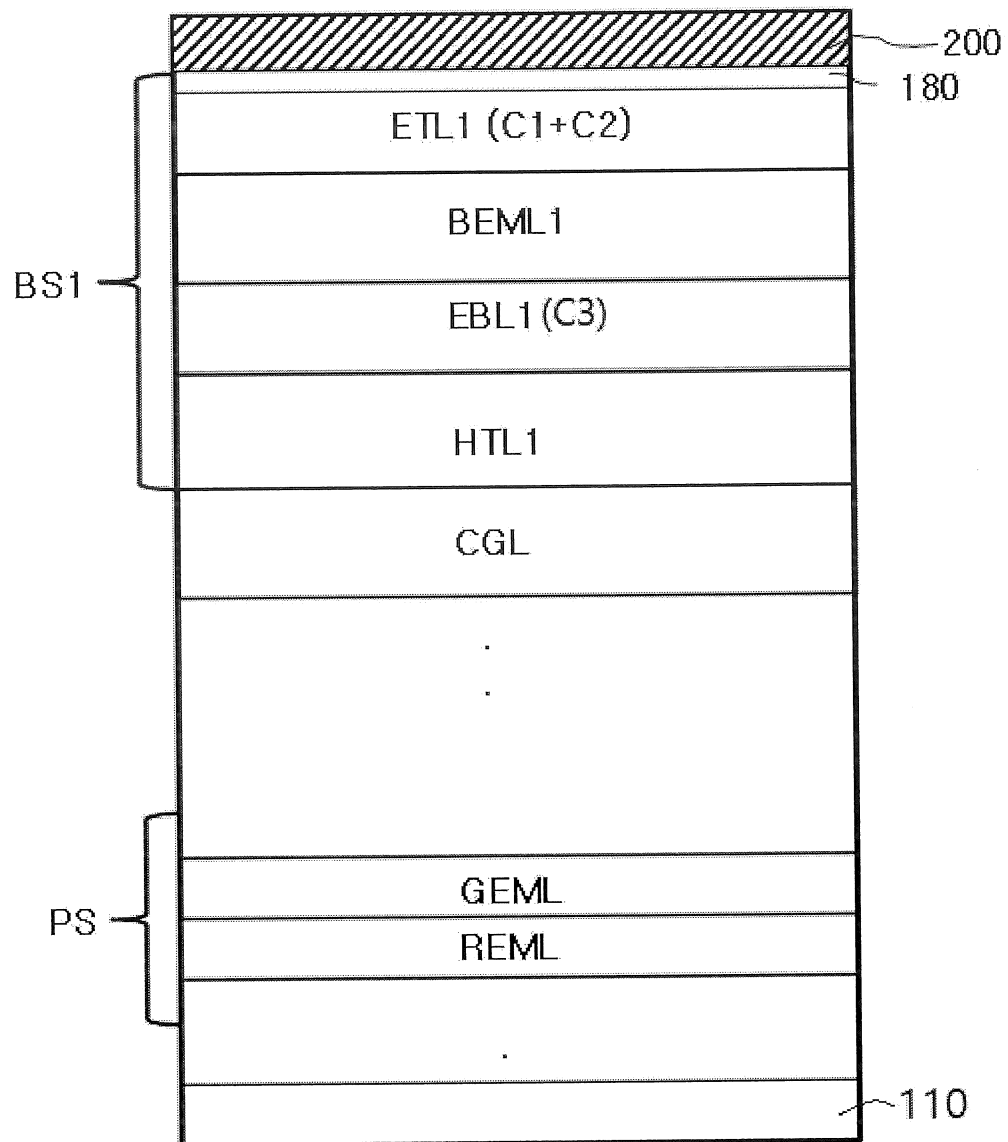


FIG. 2A

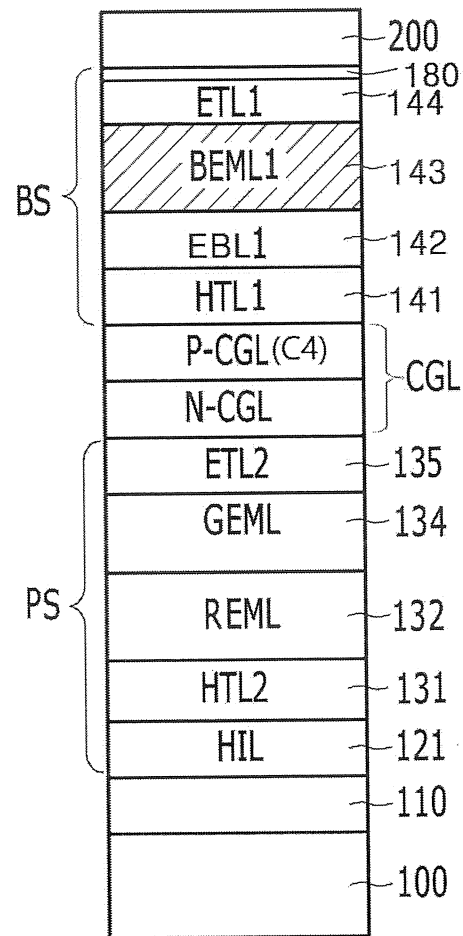


FIG. 2B

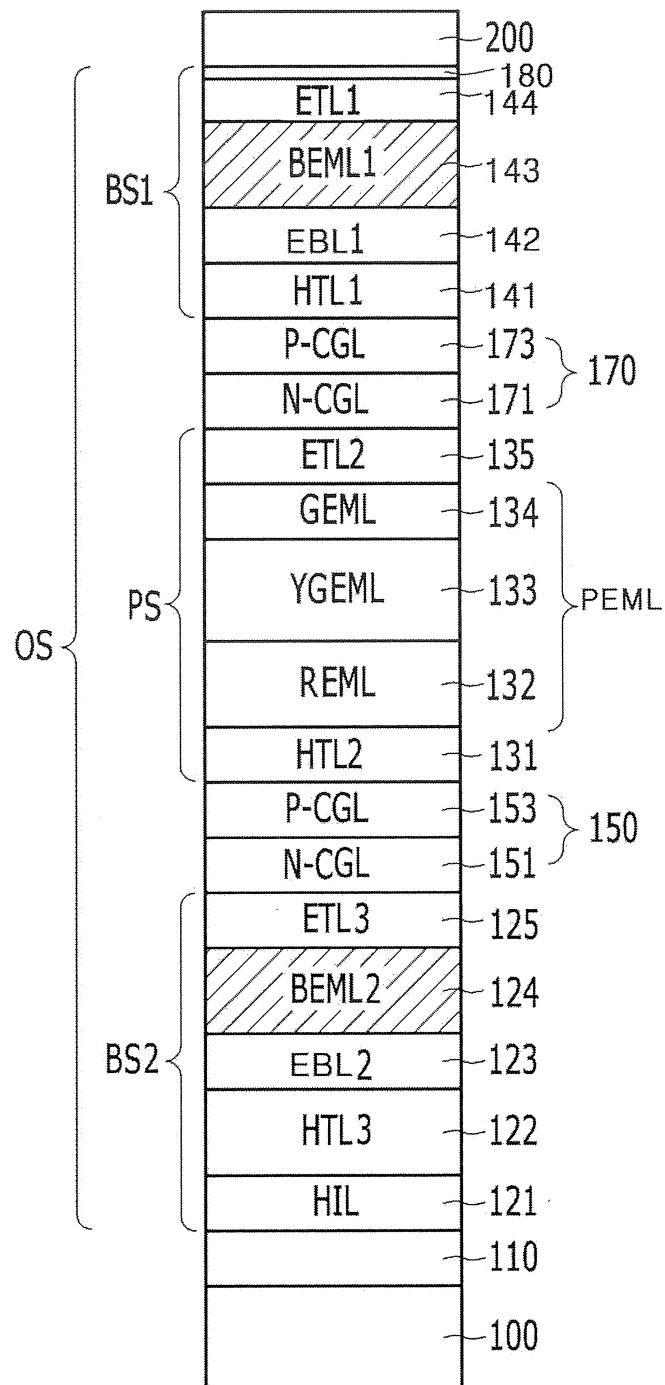


FIG. 3

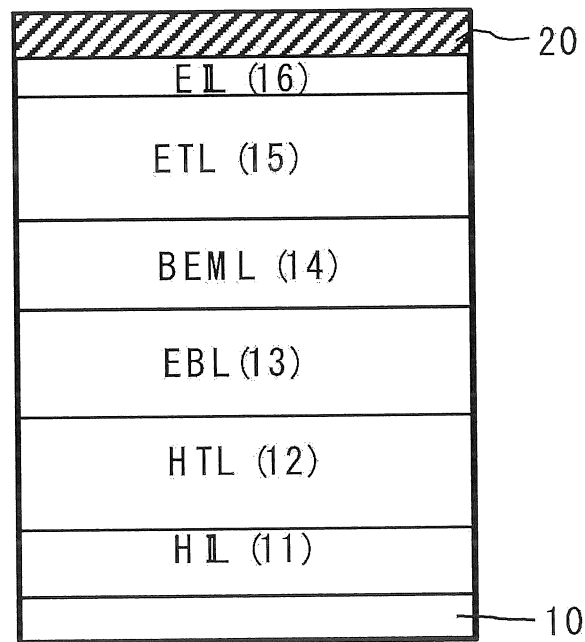


FIG. 4A

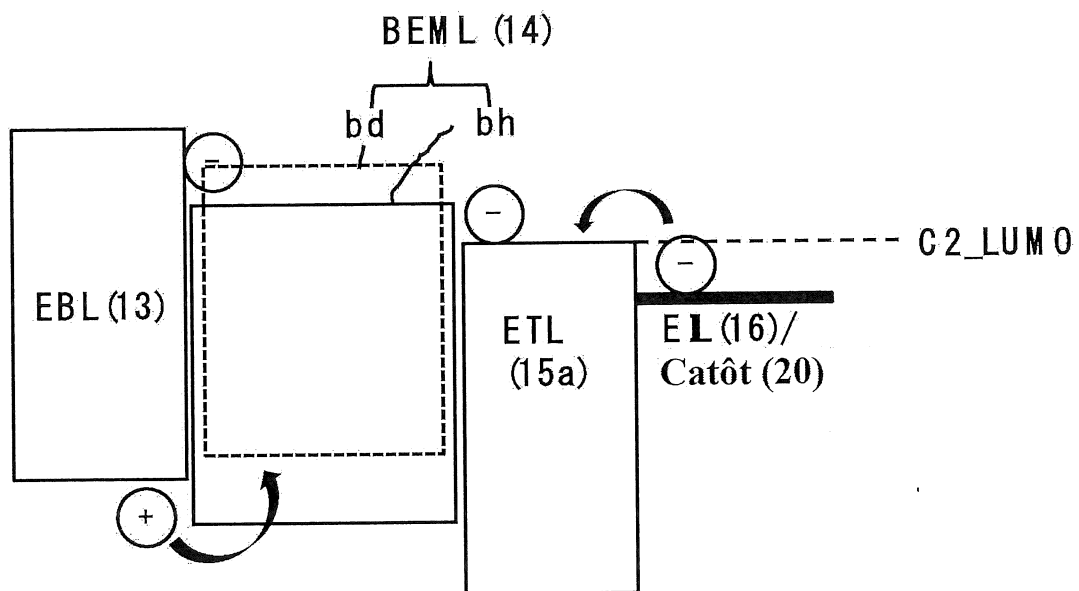


FIG. 4B

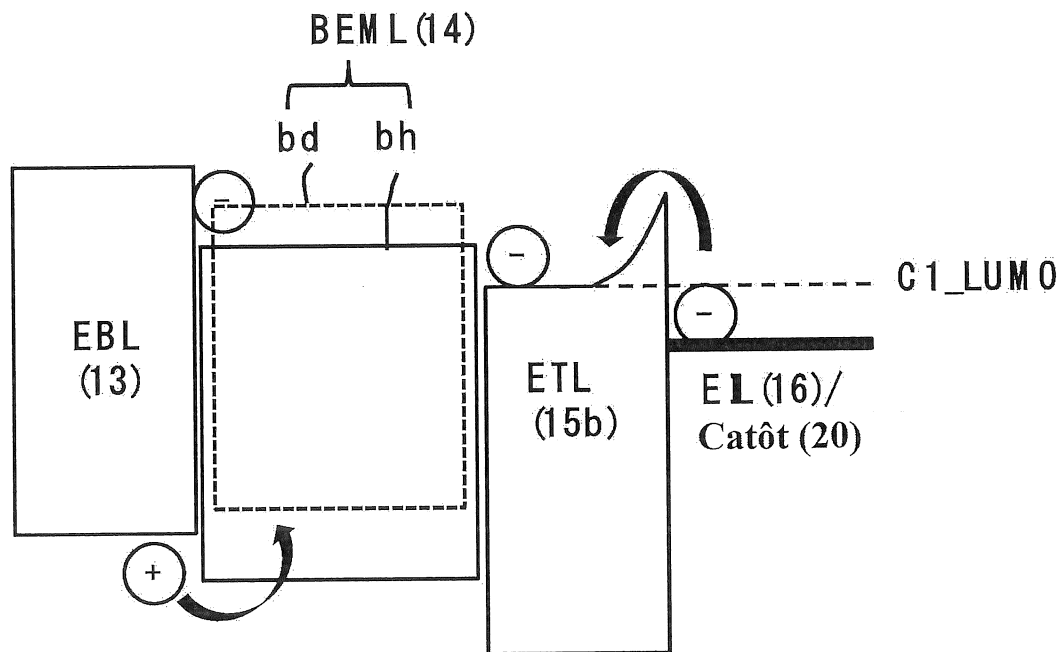


FIG. 5A

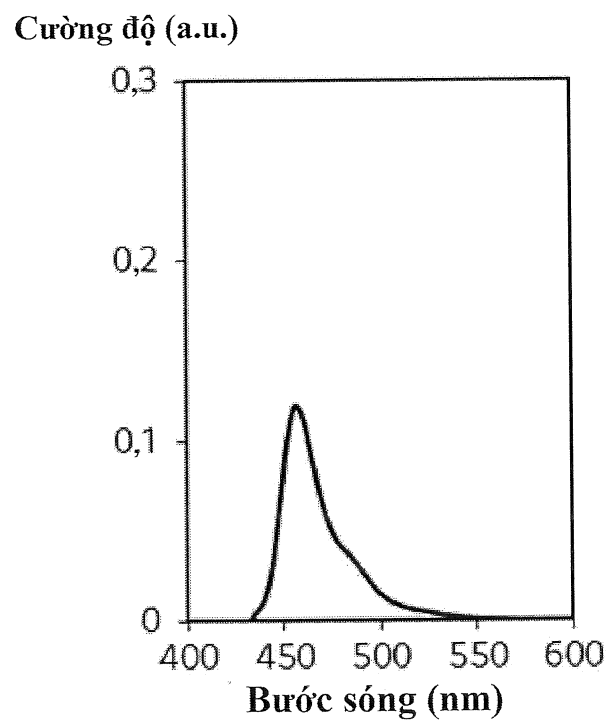


FIG. 5B

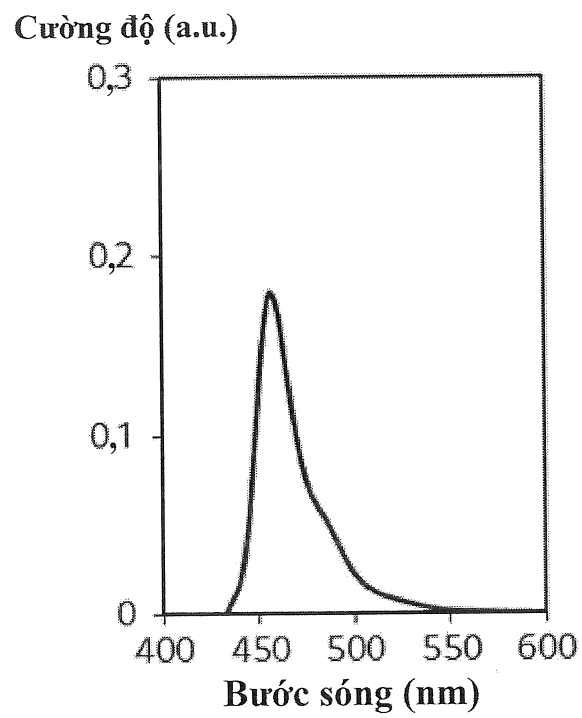


FIG. 5C

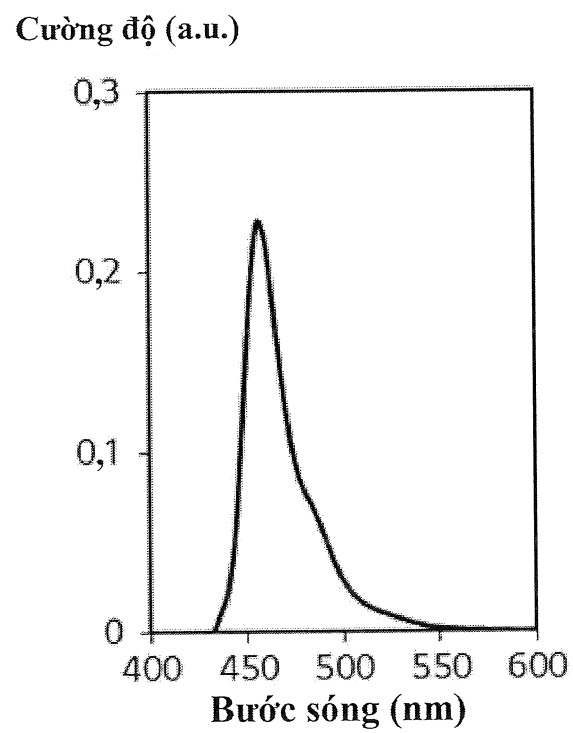


FIG. 6A

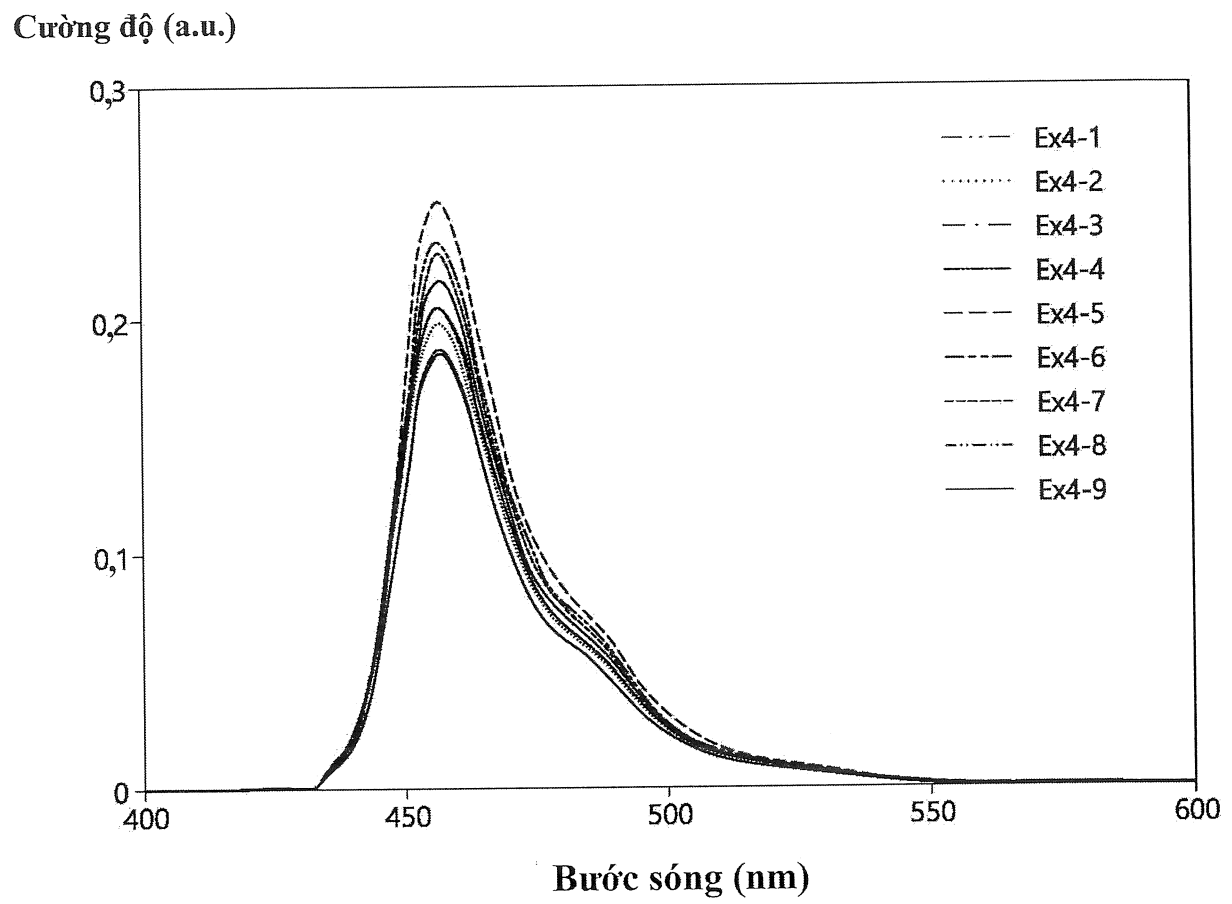


FIG. 6B

Cường độ (a.u.)

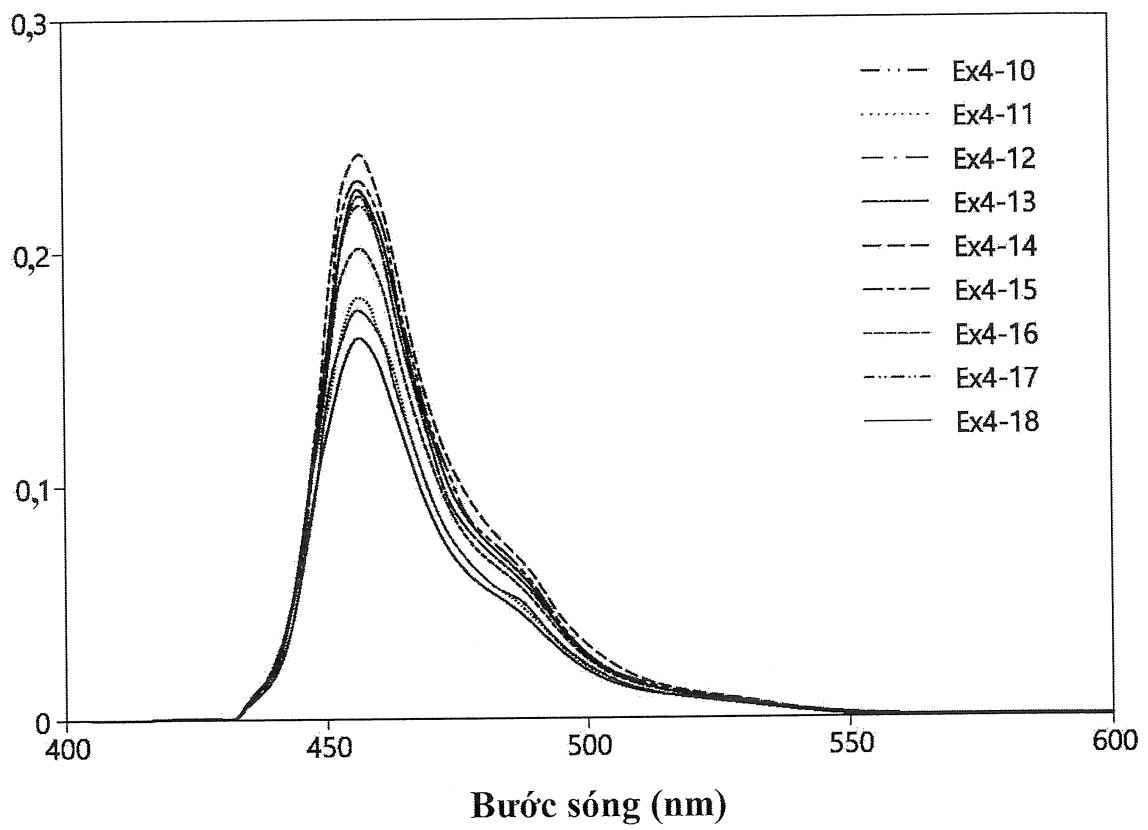


FIG. 6C

Cường độ (a.u.)

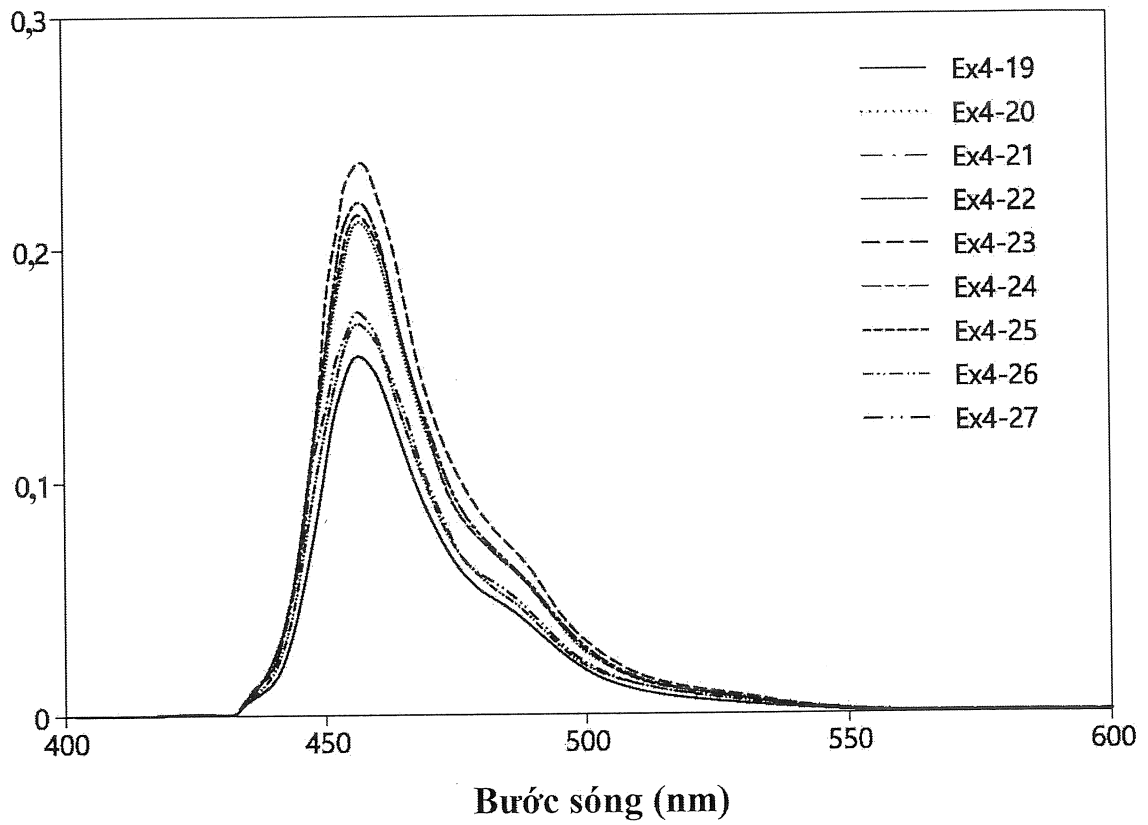


FIG. 7

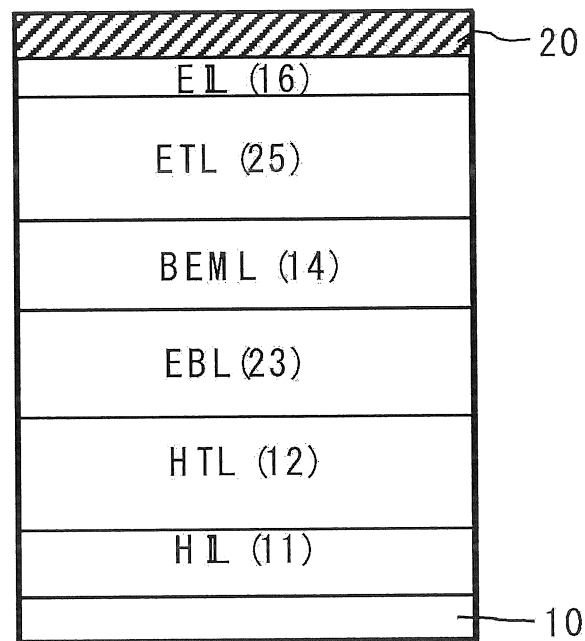


FIG. 8

Cường độ (a.u.)

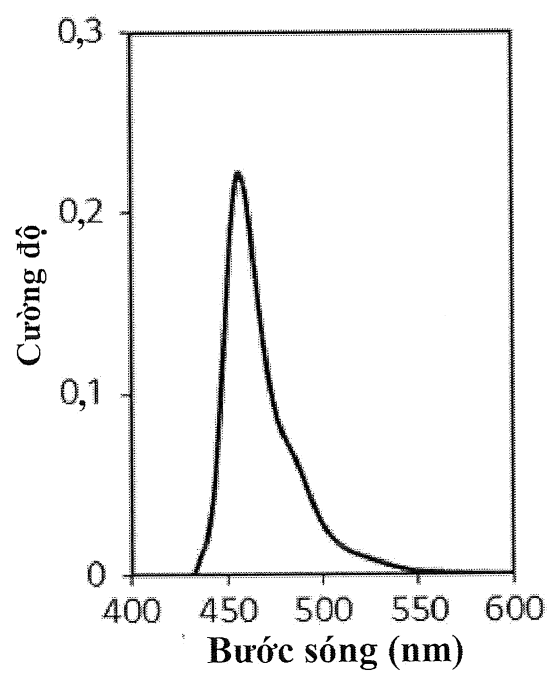


FIG. 9

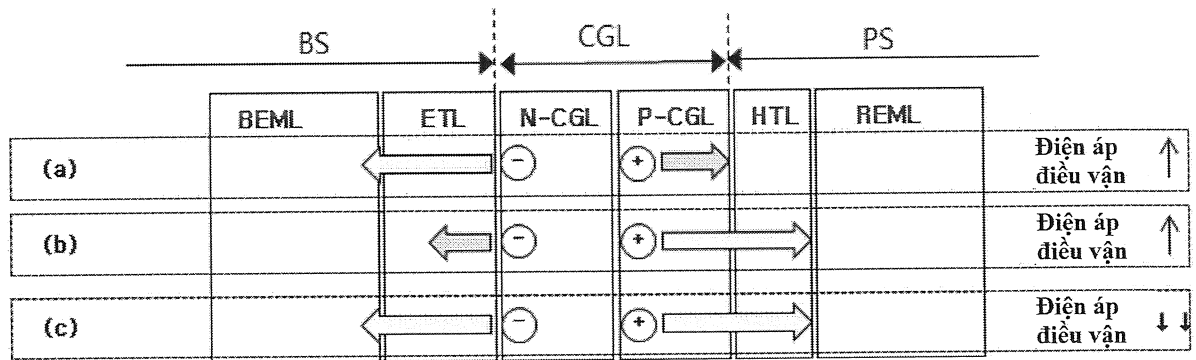


FIG. 10

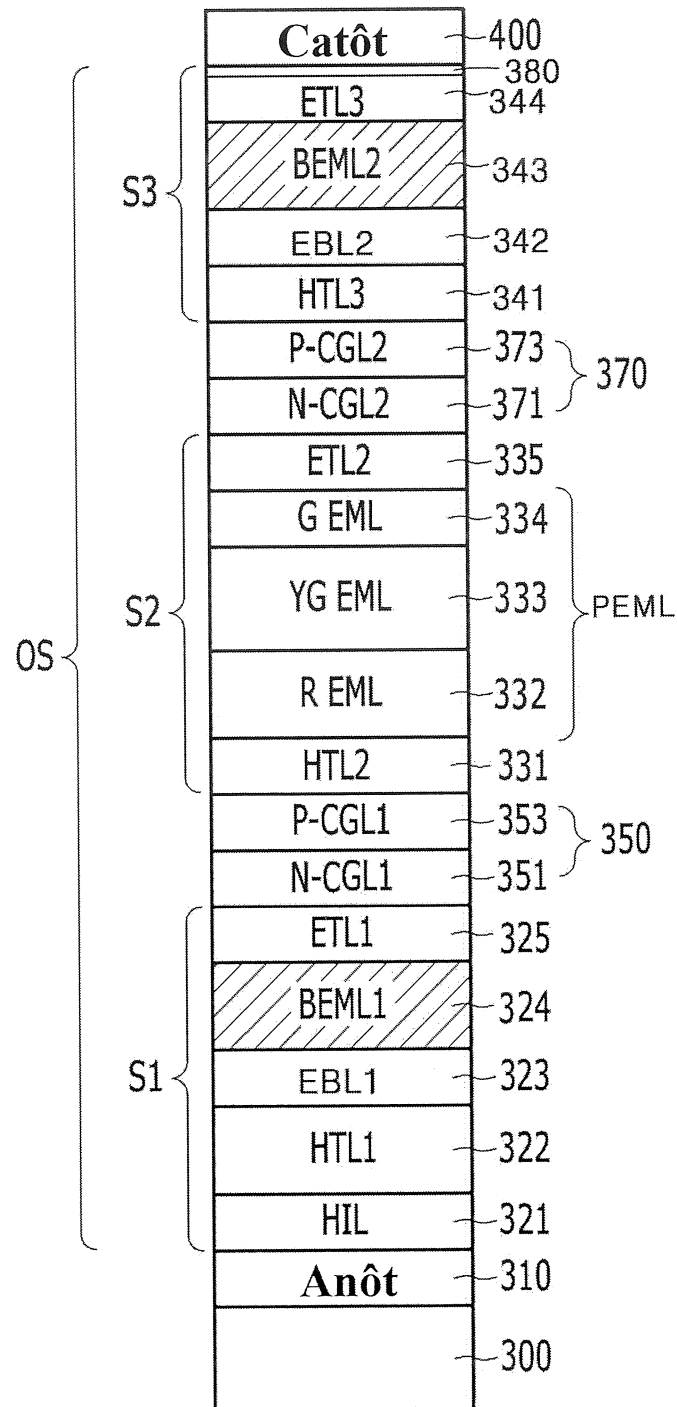


FIG. 11A

Cường độ (a.u.)

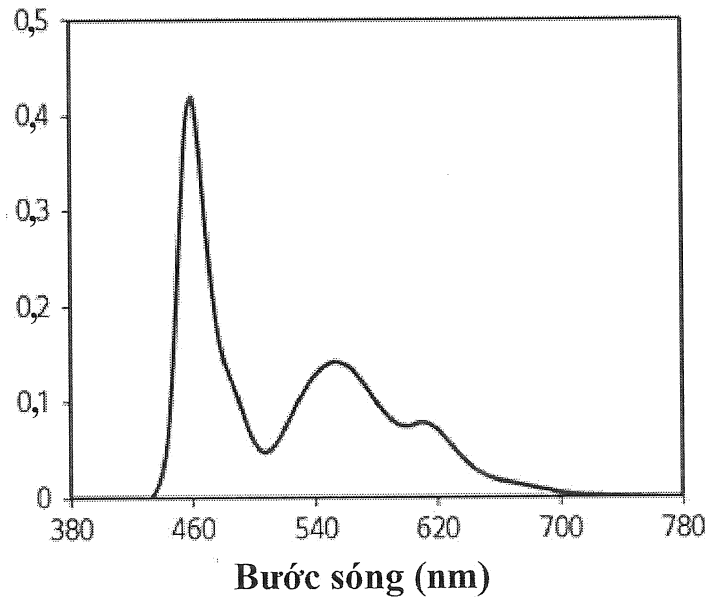


FIG. 11B

Cường độ (a.u.)

