



(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)



1-0030993

(51)⁸ H01L 51/00

(13) B

(21) 1-2017-04935

(22) 07/12/2017

(30) 10-2016-0169409 13/12/2016 KR

(45) 25/02/2022 407

(43) 25/06/2018 363A

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

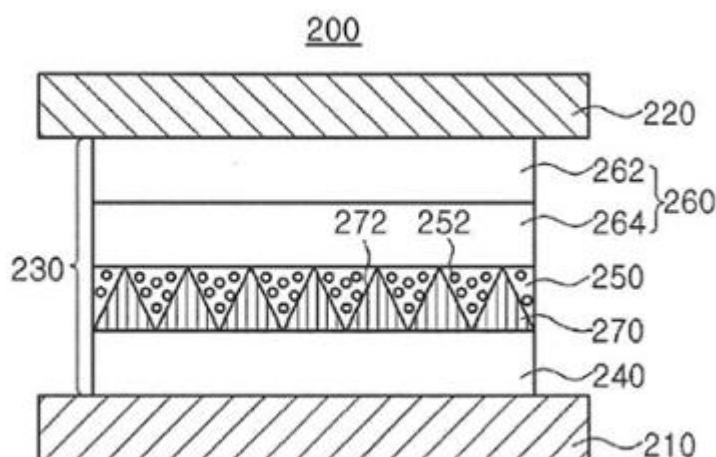
LG Twin Towers, 128, Yeoui-daero, Yeungdeungpo-gu, Seoul 07336, Korea

(72) Byung-Geol KIM (KR); Wy-Yong KIM (KR); Kyu-Nam KIM (KR).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) ĐIÔT PHÁT SÁNG LƯỢNG TỬ VÀ THIẾT BỊ PHÁT SÁNG LƯỢNG TỬ BAO GỒM ĐIÔT NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến điôt phát sáng lượng tử bao gồm điện cực thứ nhất; điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất; lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai và có cấu trúc dẫn ánh sáng được phát ra về phía phát xạ; và lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và điện cực thứ hai và bao gồm hạt lượng tử tại cấu trúc của lớp tăng cường lượng ánh sáng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến điôt phát sáng, cụ thể là đèn điôt phát sáng lượng tử có độ sáng được cải thiện, và thiết bị phát sáng lượng tử bao gồm điôt này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ở điôt phát sáng hữu cơ, khi cường độ dòng điện hoặc điện áp điều khiển được tăng lên để tăng độ sáng của điôt phát sáng hữu cơ, thì có thể xảy ra sự thoái hoá nhiệt của điôt phát sáng hữu cơ do sự phân huỷ của chất phát xạ hữu cơ, nên tuổi thọ của điôt phát sáng hữu cơ bị giảm.

Gần đây, thay cho điôt phát sáng hữu cơ, điôt phát sáng lượng tử bao gồm hạt lượng tử, chẳng hạn chấm lượng tử (Quantum Dot - QD) hoặc que lượng tử (Quantum Rod - QR), ở lớp phát xạ, đã được nghiên cứu. Định phát xạ của hạt lượng tử có thể được điều khiển bằng cách điều chỉnh kích thước của hạt lượng tử. So với chất phát xạ hữu cơ, thì hạt lượng tử là ổn định xét về mặt thoái hoá nhiệt và/hoặc phản ứng oxi hoá.

Điôt phát sáng lượng tử có thể bao gồm lớp điện tích để vận chuyển lỗ trống hoặc điện tử giữa lớp phát xạ và điện cực.

Hạt lượng tử phát ra ánh sáng từ bề mặt cạnh cũng như bề mặt trên và bề mặt dưới. Do đó, có sự tổn thất ánh sáng, và độ sáng của điôt phát sáng lượng tử và thiết bị phát sáng lượng tử bị giảm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế đề xuất điôt phát sáng lượng tử và thiết bị phát sáng lượng tử (Quantum Light Emitting Device - QLED) bao gồm điôt này, về cơ bản phòng tránh được một hoặc nhiều trong số các vấn đề do những hạn chế và nhược điểm của giải pháp đã biết, và có những ưu điểm khác nữa.

Sáng chế đề xuất điôt phát sáng lượng tử và QLED có độ sáng được cải thiện.

Các dấu hiệu và các ưu điểm khác nữa của sáng chế sẽ được nêu trong phần mô tả sau đây, và một phần trong số các dấu hiệu và các ưu điểm đó sẽ được làm rõ từ phần mô tả này, hoặc có thể được nhận thấy khi thực hiện sáng chế. Những mục

đích nêu trên và những ưu điểm khác của sáng chế có thể được thực hiện và đạt được nhờ cấu trúc được mô tả cụ thể ở phần mô tả bằng văn bản và các điểm yêu cầu bảo hộ ở đây cũng như các hình vẽ kèm theo.

Sáng chế đề xuất điôt phát sáng lượng tử bao gồm điện cực thứ nhất; điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất; lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai và có cấu trúc dẫn ánh sáng được phát ra, về phía phát xạ; và lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và điện cực thứ hai và chứa hạt lượng tử tại cấu trúc của lớp tăng cường lượng ánh sáng.

Ngoài ra, sáng chế đề xuất điôt phát sáng lượng tử bao gồm đế; điôt phát sáng lượng tử nằm bên trên đế này và bao gồm điện cực thứ nhất, điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất, lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai này và có cấu trúc dẫn ánh sáng được phát ra, về phía phát xạ, và lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và điện cực thứ hai này và chứa hạt lượng tử tại cấu trúc của lớp tăng cường lượng ánh sáng này; và phần tử điều khiển giữa đế và điôt phát sáng lượng tử và được nối với điôt phát sáng lượng tử.

Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất điôt phát sáng lượng tử, điôt này bao gồm anôt, catôt quay mặt vào anôt, lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa anôt và catôt và có cấu trúc dẫn ánh sáng được phát ra về phía phát xạ, lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và anôt, và hạt lượng tử để tạo ra ánh sáng phát xạ và được bố trí tại lớp tăng cường lượng ánh sáng.

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

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, vốn để cho phép hiểu thêm về sáng chế và được kết hợp và cấu thành một phần của bản mô tả này, thể hiện các khía cạnh của sáng chế, và cùng với phần mô tả, có chức năng giải thích các nguyên lý của sáng chế.

Trong số các hình vẽ này:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt của điôt phát sáng lượng tử theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.2A và Fig.2B lần lượt là các hình vẽ thể hiện sơ đồ sự sắp xếp của các hạt lượng tử và lớp tăng cường lượng ánh sáng;

Fig.3A là hình vẽ thể hiện sơ đồ sự tổn thất ánh sáng ở các hạt lượng tử của điôt phát sáng theo giải pháp đã biết, và Fig.3B là hình vẽ thể hiện sơ đồ sự cải thiện độ sáng nhờ lớp tăng cường lượng ánh sáng theo sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mối quan hệ của cạnh đáy, góc đáy và bước của mẫu bố trí lăng kính ở lớp tăng cường lượng ánh sáng;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt của điôt phát sáng lượng tử theo khía cạnh khác của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt của QLED theo sáng chế; và

Fig.7 là hình vẽ thể hiện đồ thị cường độ phát sáng quang hoá (PhotoLuminescence - PL) ở điôt phát sáng lượng tử.

Mô tả chi tiết sáng chế

Những khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết, các ví dụ về các khía cạnh đó được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo. Cứ khi nào khả thi, thì các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được dùng trên suốt các hình vẽ để chỉ các bộ phận giống nhau hoặc tương tự nhau.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt của điôt phát sáng lượng tử theo một khía cạnh của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, điôt phát sáng lượng tử 100 bao gồm điện cực thứ nhất 110, điện cực thứ hai 120 quay mặt vào điện cực thứ nhất 110, và lớp phát xạ 130, bao gồm lớp chất phát xạ (Emitting Material Layer - EML) 150 và lớp tăng cường lượng ánh sáng 170, giữa điện cực thứ nhất 110 và điện cực thứ hai 120 này. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 được bố trí giữa điện cực thứ nhất 110 và EML 150.

Lớp phát xạ 130 có thể còn bao gồm lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 giữa điện cực thứ nhất 110 và EML 150, và lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 giữa điện cực thứ hai 120 và EML 150. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có thể được bố trí giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 và EML 150.

Điện cực thứ nhất 110 có thể là anốt làm điện cực tiêm lỗ trống. Điện cực thứ nhất 110 có thể được tạo ra trên hoặc bên trên để thủy tinh hoặc polyme (không được thể hiện trên hình vẽ).

Ví dụ, điện cực thứ nhất 110 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ indi-thiếc-oxit (Indium-Tin-Oxide - ITO), indi-kẽm-oxit (Indium-Zinc-Oxide - IZO), indi-thiếc-kẽm-oxit (Indium-Tin-Zinc-Oxide - ITZO), indi-đồng-oxit (Indium-Copper-Oxide - ICO), thiếc oxit (SnO_2), indi oxit (In_2O_3), hợp kim catmi-kẽm oxit (Cd:ZnO), hợp kim flo-thiếc oxit (F:SnO_2), hợp kim indi-thiếc oxit (In:SnO_2), hợp kim gali-thiếc oxit (Ga:SnO_2) hoặc hợp kim nhôm-kẽm oxit (Al:ZnO). Theo cách khác, điện cực thứ nhất 110 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ niken (Ni), platin (Pt), vàng (Au), bạc (Ag), iridi (Ir) hoặc ống nano cacbon (Carbon Nano-Tube - CNT).

Điện cực thứ hai 120 có thể là catốt làm điện cực tiêm điện tử. Ví dụ, điện cực thứ hai 120 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ Ca, Ba, Ca/Al, LiF/Ca, LiF/Al, BaF_2/Al , CsF/Al , CaCO_3/Al , $\text{BaF}_2/\text{Ca/Al}$, Al, Mg, Au:Mg hoặc Ag:Mg.

Mỗi điện cực trong số điện cực thứ nhất 110 và điện cực thứ hai 120 có thể có độ dày khoảng 50nm đến 300nm. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở trường hợp này.

Lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 được bố trí giữa điện cực thứ nhất 110 và EML 150. Lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 cung cấp lỗ trống vào EML 150. Tức là, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 có thể là phần vận chuyển lỗ trống. Hiệu suất phát sáng từ 100 với cấu trúc nêu trên có thể được gọi là cấu trúc bình thường.

Ví dụ, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 có thể bao gồm lớp tiêm lỗ trống (Hole Injection Layer - HIL) 142 và lớp vận chuyển lỗ trống (Hole Transporting Layer - HTL) 144 giữa HIL 142 và EML 150.

Thuộc tính tiêm lỗ trống từ điện cực thứ nhất 110 vào EML 150 được bảo đảm nhờ HIL 142. Ví dụ, HIL 142 có thể bao gồm ít nhất một thành phần trong số poly(etylen dioxytiophen):polystyren sulfonat (PEDOT:PSS), 4,4',4"-tris(điphenylamin)triphenylamin (TDATA) với tetraflo-tetraxyno-quinodimetan (F4-TCNQ) làm chất pha tạp, kẽm phthaloxyanin

(ZnPc) với chất pha tạp F4-TCNQ, N,N'-diphenyl-N,N'-bis(1-naphtyl)-1,1'-biphenyl-4,4''-điamin (α -NPD hoặc α -NPB) với chất pha tạp F4-TCNQ, và hexaazatriphenylen-hexanitrit (HAT-CN), nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các chất này. Chất pha tạp, chẳng hạn F4-TCNQ, có thể có % trọng lượng khoảng 1 đến 20 so với chất chủ.

HTL 144 cung cấp lỗ trống từ điện cực thứ nhất 110 vào EML 150. HTL 144 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ chất vô cơ hoặc chất hữu cơ.

Chất hữu cơ dùng cho HTL 144 có thể là ít nhất một thành phần trong số 4,4'-N,N'-dicacbazolyl-biphenyl (CBP), α -NPD (α -NPB), spiro-NPB, N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-metylphenyl)-(1,1'-biphenyl)-4,4'-điamin (TPD), N,N'-bis(3-metylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro (spiro-TPD), N,N'-di(4-(N,N'-diphenyl-amin)phenyl)-N,N'-diphenylbenzidin (DNTPD), 4,4',4''-tris(N-cacbazolyl)-triphenylamin (TCTA), tris(3-metylphenylphenylamin)-triphenylamin (m-MTDATA), poly(9,9'-dioctylflorene-co-N-(4-butylphenyl)diphenylamin (TFB), poly(9-vinylcacbazol) (PVK), polyanilin, polypyrrol, đồng phthaloxyanin, 4,4'-bis(p-cacbazolyl)-1,1'-biphenyl, N,N,N',N'-tetraarylbenzidin, PEDOT:PSS, poly-N-vinylcacbazol, poly[2-metoxi-5-(2-etylhexyloxy)-1,4-phenylenvinyle] (MEH-PPV), poly[2-metoxi-5-(3',7'-đimetyloctyloxy)-1,4-phenylenvinyle] (MOMO-PPV), polymetacrylat, poly(9,9-octylflorene), poly(spiro-florene), và các dẫn xuất của chúng.

Mặt khác, chất vô cơ dùng cho HTL 144 có thể là ít nhất một thành phần trong số NiO, MoO₃, Cr₂O₃, Bi₂O₃, ZnO loại p, CuSCN, Mo₂S và GaN loại p.

Như được thể hiện trên Fig.1, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 có cấu trúc lớp kép gồm HIL 142 và HTL 144. Theo cách khác, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 có thể có cấu trúc lớp đơn. Ví dụ, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 có thể bao gồm HTL 144 mà không có HIL 142. Ngoài ra, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 đơn lớp có thể bao gồm chất hữu cơ dùng cho HTL 144 và chất tiêm lỗ trống, ví dụ, PEDOT:PSS dưới dạng chất pha tạp.

Lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 có thể được tạo ra bằng quy trình lắng chân không, ví dụ, lắng đọng hơi chân không hoặc phún xạ, hoặc quy trình xử lý

bằng dung dịch, ví dụ, phủ quay, phủ nhỏ giọt, phủ nhúng, phủ phun, phủ lăn, phủ dòng chảy, đúc, in lưới hoặc in phun mực.

Ví dụ, mỗi thành phần trong số HIL 142 và HTL 144 có thể có độ dày khoảng 10nm đến 200nm hoặc khoảng 10nm đến 100nm. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở trường hợp này.

EML 150 bao gồm hạt lượng tử 152. Hạt lượng tử 152 bao gồm ít nhất một thành phần trong số chấm lượng tử (Quantum Dot - QD) hoặc que lượng tử (Quantum Rod - QR). Ví dụ, QD có thể có đường kính trung bình khoảng 1nm đến 100nm, và QR có thể có kích thước trung bình khoảng 1nm đến 100nm.

Dung dịch bao gồm hạt lượng tử 152 trong dung môi có thể được phủ lên lớp tăng cường lượng ánh sáng 170, và dung môi này có thể được làm bay hơi để tạo thành EML 150. Trong trường hợp này, quy trình xử lý bằng dung dịch, ví dụ, phủ quay, phủ nhỏ giọt, phủ nhúng, phủ phun, phủ lăn, phủ dòng chảy, đúc, in lưới hoặc in phun mực, có thể được sử dụng.

Hạt lượng tử 152 trong EML 150 có thể là tinh thể nano bán dẫn có hiệu ứng giam giữ lượng tử. Hạt lượng tử 152 có thể là hợp chất bán dẫn nano thuộc nhóm II-VI, nhóm I-III-VI, nhóm IV-VI hoặc nhóm III-V trong bảng tuần hoàn các nguyên tố, hoặc là hạt nano oxit kim loại. Ví dụ, hạt lượng tử 152 có thể là hợp chất nhóm I-III-VI hoặc hợp chất nhóm III-V không chứa Cd.

Hạt lượng tử 152 có thể có cấu trúc đơn lớp hoặc cấu trúc nhân-vỏ. Trong cấu trúc nhân-vỏ, thì nhân phát sáng được đặt ở tâm của hạt lượng tử 152, và vỏ bảo vệ nhân thì bao bọc lấy nhân này. Phôi tử, để phân tán hạt lượng tử 152 vào dung môi, có thể được kết hợp hoặc bao trùm lên bề mặt của vỏ. Phôi tử này có thể được loại bỏ khi EML 150 được tạo ra.

Ví dụ, hạt lượng tử 152 có thể là tinh thể nano bán dẫn nhóm II-VI, ví dụ, CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgS, HgTe hoặc tổ hợp của chúng, tinh thể nano bán dẫn nhóm III-V, ví dụ, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs, InSb hoặc tổ hợp của chúng, tinh thể nano bán dẫn nhóm IV-VI, ví dụ, PbS, PbSe, PbTe hoặc tổ hợp của chúng, hạt nano oxit kim loại, ví dụ, ZnO, TiO₂ hoặc tổ hợp của chúng, hoặc cấu trúc nhân-vỏ của CdSe/ZnSe, CdSe/ZnS, CdS/ZnSe, CdS/ZnS, ZnSe/ZnS, InP/ZnS

hoặc ZnO/MgO. Ngoài ra, nguyên tố đất hiếm, ví dụ, Eu, Er, Tb, Tm hoặc Dy, hoặc nguyên tố kim loại chuyển tiếp, ví dụ, Mn, Cu hoặc Ag, có thể được pha tạp vào.

QD có thể là hợp kim đồng nhất hoặc hợp kim chuyển biến dần dần (gradient alloy). Hợp kim chuyển biến dần dần có thể là $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ hoặc $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Se}$.

Hạt lượng tử 152 có thể được tổng hợp bằng quy trình xử lý ướt. Trong quy trình xử lý ướt, thì tiền chất được cho vào dung môi hữu cơ, và hạt phát triển nhờ quá trình phản ứng.

EML 150 có thể bao gồm hạt lượng tử 152 có đỉnh PL là 440nm, hạt lượng tử 152 có đỉnh PL là 530nm, và hạt lượng tử 152 có đỉnh PL là 620nm, để có thể tạo ra ánh sáng trắng. Theo cách khác, hạt lượng tử 152 ở EML 150 có thể phát ra ánh sáng đỏ, ánh sáng xanh lục hoặc ánh sáng xanh lam. Tinh thể nano dùng cho hạt lượng tử 152 có thể là một thành phần trong số CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgS, HgTe hoặc tổ hợp của chúng.

Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 được đặt giữa EML 150 và điện cực thứ hai 120. Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 có thể là lớp vận chuyển điện tử (Electron Transporting Layer - ETL) để điện tử từ điện cực thứ hai 120 được cung cấp cho EML 150 nhờ lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 này.

Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 này có thể chứa trong hoặc được tạo ra từ chất vô cơ hoặc chất hữu cơ.

Chất vô cơ dùng cho lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 có thể là ít nhất một thành phần trong số oxit kim loại hoặc oxit phi kim được pha tạp hoặc không được pha tạp, ví dụ, TiO_2 , ZnO, ZrO, SnO_2 , WO_3 , Ta_2O_3 , HfO_3 , Al_2O_3 , ZrSiO_4 , BaTiO_3 hoặc BaZrO_3 , hạt bán dẫn được pha tạp hoặc không được pha tạp, ví dụ, CdS, ZnSe hoặc ZnS, và nitrat, ví dụ, Si_3N_4 . Chất pha tạp dùng cho oxit kim loại, oxit phi kim và hạt bán dẫn có thể là một thành phần trong số Al, Mg, In, Li, Ga, Cd, Cs hoặc Cu.

Chất hữu cơ dùng cho lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 có thể là hợp chất oxazol, hợp chất iso-oxazol, hợp chất triazol, hợp chất iso-triazol, hợp chất oxyđiazol, hợp chất thiadiazol, hợp chất perylen hoặc hợp chất nhôm phức hợp. Ví dụ, chất hữu cơ này có thể bao gồm ít nhất một thành phần trong số

2,9-đimetyl-4,7-điphenyl-1,10-phenantrolin (BCP),
 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazol) (TPBi),
 tris(8-hydroxyquinolin) nhôm (Alq_3), bis(2-metyl-8-quinolinat)-4-phenylphenolat
 nhôm (III) (Balq), bis(2-metyl-quinolinat)(triphenylsiloxy) nhôm (III) (Salq), hoặc
 tổ hợp của chúng, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở các chất này.

Hạt ZnO có khả năng di động của điện tử xuất sắc và phù hợp tốt với năng
 lượng dẫn của hạt lượng tử 152, nên ZnO được dùng cho lớp vận chuyển điện tích
 thứ hai 160.

Để cải thiện thuộc tính phát xạ của điôt phát sáng lượng tử 100, thì HTL 142
 được tạo ra từ chất hữu cơ và lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 được tạo ra từ
 chất vô cơ. Theo cách khác, HTL 142 có thể được tạo ra từ chất vô cơ khi lớp vận
 chuyển điện tích thứ hai 160 được tạo ra từ chất hữu cơ (cấu trúc lai).

Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 có thể có cấu trúc lớp kép. Ví dụ, lớp
 vận chuyển điện tích thứ hai 160 có thể bao gồm ETL giữa EML 150 và điện cực
 thứ hai 120, và lớp tiêm điện tử (Electron Injection Layer - EIL) giữa ETL và điện
 cực thứ hai 120.

Thuộc tính tiêm điện tử từ điện cực thứ hai 120 vào EML 150 được bảo đảm
 nhờ EIL. Ví dụ, EIL có thể bao gồm kim loại được pha tạp hoặc không được pha
 tạp, ví dụ, Al, Cd, Cs, Cu, Ga, Ge, In hoặc Li, hoặc oxit kim loại được pha tạp hoặc
 không được pha tạp, ví dụ, ZnO, ZrO, SnO_2 , WO_3 , hoặc Ta_2O_3 . Chất pha tạp cho
 kim loại này có thể là flo, và chất pha tạp cho oxit kim loại này có thể là Al, Mg, In,
 Li, Ga, Cd, Cs hoặc Cu.

Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 160 có thể được tạo ra bằng quy trình lắng
 chân không, ví dụ, lắng đọng hơi chân không hoặc phún xạ, hoặc quy trình xử lý
 bằng dung dịch, ví dụ, phủ quay, phủ nhỏ giọt, phủ nhúng, phủ phun, phủ lăn, phủ
 dòng chảy, đúc, in lưới hoặc in phun mực. Ví dụ, mỗi thành phần trong số EIL và
 ETL có thể có độ dày khoảng 10nm đến 200nm, và theo cách khác là khoảng 10nm
 đến 100nm. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở trường hợp này.

Lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 bao gồm mẫu để tạo ra phần lõm và phần
 lồi. Ví dụ, lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có thể bao gồm các mẫu bố trí lăng
 kính 172 như được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B. Các mẫu bố trí lăng kính 172

nhô từ phần vận chuyển điện tích thứ nhất 140 về phía phần vận chuyển điện tích thứ hai 160, và các hạt lượng tử 152 được bố trí hoặc được sắp xếp giữa các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề. Tức là, các hạt lượng tử 152 được bố trí ở phần lõm của lớp tăng cường lượng ánh sáng 170. Các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề này có thể được đặt cách khỏi nhau để làm lộ ra một phần của lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 để ánh sáng phát ra từ hạt lượng tử 152 có thể được cung cấp một cách hiệu quả về phía phát xạ (hay phía hiển thị) của điôt phát sáng lượng tử 100. Tuy nhiên, khi các mẫu bố trí lăng kính 172 được tạo ra một cách liên tục mà không để lộ ra phần nào của lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140, thì thuộc tính tiêm lỗ trống hoặc vận chuyển lỗ trống từ lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 vào EML 150 có thể bị giảm.

Khi hạt lượng tử 152 là QR, thì hạt lượng tử 152 được sắp xếp sao cho trục chính của QR này có thể song song với chiều của mẫu bố trí lăng kính 172, tức chiều dài của mẫu bố trí lăng kính 172.

Fig.2A và Fig.2B lần lượt là các hình vẽ thể hiện sơ đồ sự sắp xếp của hạt lượng tử và lớp tăng cường lượng ánh sáng.

Như được thể hiện trên Fig.2A, lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 được tạo mẫu để có hình lăng trụ, và các hạt lượng tử 152 được sắp xếp giữa các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề.

Ví dụ, dung dịch bao gồm tiền chất cho lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có thể được phủ lên lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 (được thể hiện trên Fig.1), và quy trình in ảnh litô có thể được thực hiện để tạo ra lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 bao gồm các mẫu bố trí lăng kính 172 trên lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140. Ví dụ, lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có thể có độ dày khoảng 1nm đến 200nm.

Lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có thể bao gồm vật liệu cách ly, ví dụ, polymethylmetacrylat (PMMA), polyetylenaphtalat (PEN) hoặc polyetylenterephtalat (PET). Thành phần nhựa nhạy sáng bao gồm monome (và/hoặc oligome), dung môi, chất khơi mào quang polyme hoá, chất liên kết chéo, hợp chất nhạy sáng và chất quang sinh axit, có thể được phủ lên lớp vận chuyển

điện tích thứ nhất 140 bằng một quy trình trong số quy trình phủ quay, phủ nhỏ giọt, phủ nhúng, phủ phun, phủ lăn, phủ dòng chảy, đúc, in lưới hoặc in phun mực.

Dung môi hữu cơ dùng cho thành phần nhựa nhạy sáng có thể là cồn, etylenglycolalkyletepropionat, etylenglycolmonoalkylete, diethylenglycolalkylete, propylenglycolalkyleteaxetat, propylenglycolalkyletepropionat, propylenglycolmonoalkylete, dipropylenglycolalkylete, butylenglycolmonoalkylete, dibutylenglycolalkylete hoặc γ -butyrolacton.

Chất khơi mào quang polyme hoá có thể là chất khơi mào quang polyme hoá có chứa axetophenon, chất khơi mào quang polyme hoá có chứa benzophenon, chất khơi mào quang polyme hoá có chứa thioxan, chất khơi mào quang polyme hoá có chứa benzoin hoặc chất khơi mào quang polyme hoá có chứa triazin.

Hợp chất nhạy sáng có thể là hợp chất 1,2-quinonđiazit. Có thể sử dụng chất thu được bằng cách cho hợp chất phenol phản ứng với hợp chất halogen axit sulfonic naphtoquinonđiazit. Ví dụ, hợp chất nhạy sáng có thể là este của axit 1,2-quinonđiazit-4-sulfonic, este của axit 1,2-quinonđiazit-5-sulfonic hoặc este của axit 1,2-quinonđiazit-6-sulfonic.

Chất liên kết chéo có thể là chất liên kết chéo melamin. Chất liên kết chéo melamin này có thể là sản phẩm ngưng tụ của ure và focmandehyt, sản phẩm ngưng tụ của melamin và focmandehyt, metylolurealkylete, thu được từ cồn, hoặc metylolmelaminalkylete. Sản phẩm ngưng tụ của ure và focmandehyt có thể là monometylolure hoặc dimetylolure. Sản phẩm ngưng tụ của melamin và focmandehyt có thể là hexametylolmelamin.

Khi cần thực hiện quy trình in ảnh litô kiểu âm, thì chất quang sinh axit có thể là chất quang sinh axit ion, ví dụ, muối sunfoni hoặc muối iot, chất quang sinh axit có chứa sulfonyldiazometan, chất quang sinh axit có chứa N-sulfonyloxyimit, chất quang sinh axit có chứa benzoinsulfonat, chất quang sinh axit có chứa nitrobenzylsulfonat, chất quang sinh axit có chứa sulfon, chất quang sinh axit có chứa glyoxim hoặc chất quang sinh axit có chứa triazin.

Quy trình in ảnh litô có thể bao gồm bước sấy trước, bước phơi sáng, bước làm hiện hình và bước sấy sau. Ví dụ, bước sấy trước có thể được thực hiện trong nhiệt độ từ 80°C đến 120°C trong khoảng thời gian từ 1 phút đến 15 phút. Nguồn

sáng có tia nhìn thấy được, tia UV (Ultra Violet - cực tím) hoặc tia X có thể được sử dụng ở bước phơi sáng. Tia UV có dải bước sóng khoảng 200nm đến 400nm, theo cách khác là 300nm đến 400nm, có thể được sử dụng ở bước phơi sáng.

Ở bước làm hiện hình, thì chất hiện hình, ví dụ, dung dịch nước kiềm hoặc dung dịch có chứa amin, có thể được sử dụng. Sau quy trình làm hiện hình và trước quy trình sấy sau, thì quy trình làm sạch bằng nước siêu tinh khiết có thể được thực hiện. Quy trình sấy sau có thể được thực hiện trong lò hoặc trên đĩa hâm trong nhiệt độ từ 130°C đến 150°C trong khoảng thời gian từ 30 phút đến 90 phút, hoặc trong nhiệt độ từ 200°C đến 250°C trong khoảng thời gian từ 10 phút đến 30 phút.

Chất tạo hạt lượng tử có thể được phủ lên lớp tăng cường lượng ánh sáng 170, và dung môi có thể được loại bỏ để tạo thành EML 150 mà bao gồm các hạt lượng tử 152 ở các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề.

Fig.3A là hình vẽ thể hiện sơ đồ sự tổn thất ánh sáng ở các hạt lượng tử của điôt phát sáng theo giải pháp đã biết, và Fig.3B là hình vẽ thể hiện sơ đồ sự cải thiện độ sáng nhờ lớp tăng cường lượng ánh sáng theo sáng chế.

Phía người quan sát là phía hiển thị (phía phát xạ) của điôt phát sáng lượng tử.

Như được thể hiện trên Fig.3A và Fig.3B, ánh sáng từ hạt lượng tử 152 được phân loại thành ánh sáng thứ nhất Lu được phát xạ về phía phát xạ, ánh sáng thứ hai Ld được phát xạ về phía đáy ngược lại so với phía phát xạ, và ánh sáng thứ ba Ls được phát xạ về phía bên ngang.

Như được thể hiện trên Fig.3A, khi các ánh sáng từ thứ nhất đến thứ ba là Lu, Ld và Ls có lượng bằng nhau, thì chỉ có ánh sáng thứ nhất Lu là tham gia vào quá trình hiển thị hình ảnh mà không có lớp tăng cường lượng ánh sáng 170. Tức là, các ánh sáng thứ hai và thứ ba là Ld và Ls từ hạt lượng tử 152 không góp phần gì vào độ sáng của điôt phát sáng lượng tử 100. Do đó, vì có lượng lớn ánh sáng bị tổn thất, nên hiệu suất thoát photon (out-coupling efficiency) và độ sáng của điôt phát sáng lượng tử 100 bị giảm.

Tuy nhiên, như được thể hiện trên Fig.3B, với lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có mẫu bố trí lăng kính 170, thì hướng của ánh sáng thứ ba L's được đổi về phía phát xạ nhờ mẫu bố trí lăng kính 172. Tức là, khi hạt lượng tử 152 được sắp xếp giữa các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề, thì không chỉ ánh sáng thứ nhất Lu

mà cả ánh sáng thứ ba L's cũng góp phần vào quá trình hiển thị hình ảnh. Theo đó, sự tổn thất ánh sáng được giảm thiểu, và hiệu suất thoát photon và độ sáng của điôt phát sáng lượng tử 100 có thể được tăng lên.

Mặt khác, bằng cách cải biến hình dạng của mẫu bố trí lăng kính 172, thì lượng ánh sáng về phía phát xạ có thể được cải thiện hoặc được kiểm soát.

Như được thể hiện trên Fig.4, thể hiện sơ đồ mối quan hệ của cạnh đáy, góc đáy và bước của mẫu bố trí lăng kính ở lớp tăng cường lượng ánh sáng, thì mẫu bố trí lăng kính 172 với tiết diện hình tam giác có thể có góc đáy khoảng từ 10 độ đến 45 độ, theo cách khác là khoảng 10 độ đến 24 độ, hoặc khoảng từ 16 độ đến 24 độ. Ngoài ra, tỷ số của chiều cao so với cạnh đáy (chiều rộng) của mẫu bố trí lăng kính 172 có thể là từ 1:2 đến 1:10, từ 1:4,5 đến 1:10, hoặc từ 1:4,5 đến 1:7. Ngoài ra, tỷ số của chiều rộng so với bước (tức khoảng cách giữa tâm của các mẫu bố trí lăng kính liền kề) của mẫu bố trí lăng kính 172 có thể là từ 1:1 đến 2:3, hoặc từ 4:5 đến 2:3. Nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các trường hợp đó. Khi tỷ số của chiều rộng so với bước mà lớn hơn 2:3, thì khoảng cách giữa các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề sẽ quá xa, nên lượng tăng độ sáng nhờ ánh sáng thứ ba L's (được thể hiện trên Fig.3) bị giảm. Ngược lại, khi bước này nhỏ hơn hoặc bằng độ dài của cạnh đáy, ví dụ, các mẫu bố trí lăng kính 172 liền vào nhau, thì lỗ trống từ phân vận chuyển điện tích thứ nhất 140 vào EML 150 có thể bị chặn bởi mẫu bố trí lăng kính 172 này. Do đó, ở mẫu bố trí lăng kính 172 này, thì bước này có thể lớn hơn độ dài của cạnh đáy.

Theo sáng chế, điôt phát sáng lượng tử 100 bao gồm lớp tăng cường lượng ánh sáng 170, trong đó các hạt lượng tử 152 được sắp xếp ở phần lõm, ví dụ, không gian giữa các mẫu bố trí lăng kính 172 liền kề, giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 140 và EML 150, nên hướng của ánh sáng phát ra từ hạt lượng tử 152 về phía bên ngang sẽ được đổi về phía phát xạ. Theo đó, sự tổn thất ánh sáng được giảm, và lượng ánh sáng về phía phát xạ được tăng lên. Kết quả là hiệu suất thoát photon và độ sáng của điôt phát sáng lượng tử 100 có thể được cải thiện.

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.4 thể hiện lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 có mẫu bố trí lăng kính 172 với tiết diện hình tam giác. Tuy nhiên, không có hạn chế nào về hình dạng của mẫu này ở lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 mà có không

gian dành cho hạt lượng tử 152 giữa các mẫu liền kề. Tức là, lớp tăng cường lượng ánh sáng 170 bao gồm các mẫu, và mỗi mẫu đều có độ dày lớn hơn độ dày của hạt lượng tử 152 và có bề mặt cạnh dốc.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt của điôt phát sáng lượng tử theo khía cạnh khác của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.5, điôt phát sáng lượng tử 200 bao gồm điện cực thứ nhất 210, điện cực thứ hai 220 quay mặt vào điện cực thứ nhất 210, và lớp phát xạ 230, bao gồm lớp chất phát xạ (Emitting Material Layer - EML) 250 và lớp tăng cường lượng ánh sáng 270, giữa điện cực thứ nhất 210 và điện cực thứ hai 220 này. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 270 được bố trí giữa điện cực thứ nhất 210 và EML 250.

Lớp phát xạ 230 có thể còn bao gồm lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 giữa điện cực thứ nhất 210 và EML 250, và lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 giữa điện cực thứ hai 220 và EML 250. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 270 có thể được bố trí giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 và EML 250.

Điện cực thứ nhất 210 có thể là anốt làm điện cực tiêm điện tử. Ví dụ, điện cực thứ nhất 210 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ indium-thiếc-oxit (Indium-Tin-Oxide - ITO), indium-kẽm-oxit (Indium-Zinc-Oxide - IZO), indium-thiếc-kẽm-oxit (Indium-Tin-Zinc-Oxide - ITZO), indium-đồng-oxit (Indium-Copper-Oxide - ICO), thiếc oxit (SnO_2), indium oxit (In_2O_3), hợp kim cadmi-kẽm oxit (Cd:ZnO), hợp kim flo-thiếc oxit (F:SnO_2), hợp kim indium-thiếc oxit (In:SnO_2), hợp kim gali-thiếc oxit (Ga:SnO_2) hoặc hợp kim nhôm-kẽm oxit (Al:ZnO). Theo cách khác, điện cực thứ nhất 210 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ niken (Ni), platin (Pt), vàng (Au), bạc (Ag), iridi (Ir) hoặc ống nano cacbon (Carbon Nano-Tube - CNT).

Điện cực thứ hai 220 có thể là catốt làm điện cực tiêm lỗ trống. Ví dụ, điện cực thứ hai 220 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ Ca, Ba, Ca/Al, LiF/Ca, LiF/Al, BaF_2/Al , CsF/Al, CaCO_3/Al , $\text{BaF}_2/\text{Ca/Al}$, Al, Mg, Au:Mg hoặc Ag:Mg.

Mỗi điện cực trong số điện cực thứ nhất 210 và điện cực thứ hai 220 có thể có độ dày khoảng 50nm đến 300nm. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở trường hợp này.

Điện tử từ điện cực thứ nhất 210 được cung cấp vào EML 250 nhờ lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240. Ví dụ, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 có thể là ETL.

Lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 dưới dạng ETL này có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ chất vô cơ hoặc chất hữu cơ.

Chất vô cơ dùng cho lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 có thể được tạo ra từ ít nhất một thành phần trong số oxit kim loại hoặc oxit phi kim được pha tạp hoặc không được pha tạp, ví dụ, TiO_2 , ZnO , ZrO , SnO_2 , WO_3 , Ta_2O_3 , HfO_3 , Al_2O_3 , ZrSiO_4 , BaTiO_3 hoặc BaZrO_3 , hạt bán dẫn được pha tạp hoặc không được pha tạp, ví dụ, CdS , ZnSe hoặc ZnS , và nitrat, ví dụ, Si_3N_4 . Chất pha tạp dùng cho oxit kim loại, oxit phi kim và hạt bán dẫn có thể được tạo ra từ ít nhất một thành phần trong số Al, Mg, In, Li, Ga, Cd, Cs hoặc Cu.

Chất hữu cơ dùng cho lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 có thể được tạo ra từ một thành phần trong số hợp chất oxazol, hợp chất iso-oxazol, hợp chất triazol, hợp chất iso-triazol, hợp chất oxyđiazol, hợp chất thiadiazol, hợp chất perylen hoặc hợp chất nhôm phức hợp. Ví dụ, chất hữu cơ này có thể được tạo ra từ ít nhất một thành phần trong số 2,9-dimetyl-4,7-diphenyl-1,10-phenantrolin (BCP), 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazol) (TPBi), tris(8-hydroxyquinolin) nhôm (Alq_3), bis(2-metyl-8-quinolinat)-4-phenylphenolat nhôm (III) (Balq), bis(2-metyl-quinolinat)(triphenylsiloxyl) nhôm (III) (Salq), hoặc tổ hợp của chúng, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở các chất này.

Lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 có thể có cấu trúc lớp kép. Ví dụ, lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 có thể bao gồm ETL giữa EML 250 và điện cực thứ nhất 210, và EIL giữa ETL và điện cực thứ nhất 210.

Ví dụ, EIL có thể bao gồm kim loại được pha tạp hoặc không được pha tạp, ví dụ, Al, Cd, Cs, Cu, Ga, Ge, In hoặc Li, hoặc oxit kim loại được pha tạp hoặc không được pha tạp, ví dụ, ZnO , ZrO , SnO_2 , WO_3 , hoặc Ta_2O_3 . Chất pha tạp cho kim loại này có thể là flo, và chất pha tạp cho oxit kim loại này có thể là Al, Mg, In, Li, Ga, Cd, Cs hoặc Cu.

EML 250 bao gồm hạt lượng tử 252. Hạt lượng tử 252 bao gồm ít nhất một thành phần trong số QD hoặc QR. Dung dịch chứa hạt lượng tử 252 trong dung môi

có thể được phủ lên lớp tăng cường lượng ánh sáng 270, và dung môi này có thể được làm bay hơi để tạo thành EML 250.

Hạt lượng tử 252 trong EML 250 có thể là tinh thể nano bán dẫn có hiệu ứng giam giữ lượng tử. Hạt lượng tử 252 có thể là hợp chất bán dẫn nano thuộc nhóm II-VI, nhóm I-III-VI, nhóm IV-VI hoặc nhóm III-V trong bảng tuần hoàn các nguyên tố, hoặc là hạt nano oxit kim loại. Ví dụ, hạt lượng tử 252 có thể là hợp chất nhóm I-III-VI hoặc hợp chất nhóm III-V không chứa Cd. Hạt lượng tử 252 có thể có cấu trúc đơn lớp hoặc cấu trúc nhân-vỏ.

Ví dụ, hạt lượng tử 252 có thể là tinh thể nano bán dẫn nhóm II-VI, ví dụ, CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgS, HgTe hoặc tổ hợp của chúng, tinh thể nano bán dẫn nhóm III-V, ví dụ, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs, InSb hoặc tổ hợp của chúng, tinh thể nano bán dẫn nhóm IV-VI, ví dụ, PbS, PbSe, PbTe hoặc tổ hợp của chúng, hạt nano oxit kim loại, ví dụ, ZnO, TiO₂ hoặc tổ hợp của chúng, hoặc cấu trúc nhân-vỏ của CdSe/ZnSe, CdSe/ZnS, CdS/ZnSe, CdS/ZnS, ZnSe/ZnS, InP/ZnS hoặc ZnO/MgO. Nguyên tố đất hiếm, ví dụ, Eu, Er, Tb, Tm hoặc Dy, hoặc nguyên tố kim loại chuyển tiếp, ví dụ, Mn, Cu hoặc Ag, có thể được pha tạp vào.

QD có thể là hợp kim đồng nhất hoặc hợp kim chuyển biến dần dần (gradient alloy). Hợp kim chuyển biến dần dần có thể là CdS_xSe_{1-x}, CdSe_xTe_{1-x} hoặc Zn_xCd_{1-x}Se.

EML 250 có thể bao gồm hạt lượng tử 252 có đỉnh PL là 440nm, hạt lượng tử 252 có đỉnh PL là 530nm, và hạt lượng tử 252 có đỉnh PL là 620nm, để có thể tạo ra ánh sáng trắng. Theo cách khác, hạt lượng tử 252 ở EML 250 có thể phát ra ánh sáng đỏ, ánh sáng xanh lục hoặc ánh sáng xanh lam.

Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 được bố trí giữa điện cực thứ hai 220 và EML 250. Lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 cung cấp lỗ trống vào EML 250. Tức là, lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 có thể là phân vận chuyển lỗ trống. Điốt phát sáng lượng tử 200 với cấu trúc nêu trên có thể được gọi là cấu trúc đảo ngược (inverted).

Ví dụ, lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 có thể bao gồm HIL 262 giữa điện cực thứ hai 220 và EML 250, và HTL 264 giữa HIL 262 và EML 250.

Ví dụ, HIL 262 có thể bao gồm ít nhất một thành phần trong số poly(etylen dioxytiophen):polystyren sulfonat (PEDOT:PSS), 4,4',4''-tris(điphenylamin)triphenylamin (TDATA) với tetraflo-tetraxyno-quinodimetan (F4-TCNQ) làm chất pha tạp, kẽm phtaloxyanin (ZnPc) với chất pha tạp F4-TCNQ, N,N'-điphenyl-N,N'-bis(1-naphtyl)-1,1'-biphenyl-4,4''-điamin (α -NPD hoặc α -NPB) với chất pha tạp F4-TCNQ, và hexaazatriphenylen-hexanitrit (HAT-CN), nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các chất này. Chất pha tạp, chẳng hạn F4-TCNQ, có thể có % trọng lượng khoảng 1 đến 20 so với chất chủ.

HTL 264 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ chất vô cơ hoặc chất hữu cơ.

Chất hữu cơ dùng cho HTL 264 có thể là ít nhất một thành phần trong số 4,4'-N,N'-đicacbazolyl-biphenyl (CBP), α -NPD (α -NPB), spiro-NPB, N,N'-điphenyl-N,N'-bis(3-metylphenyl)-(1,1'-biphenyl)-4,4''-điamin (TPD), N,N'-bis(3-metylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro (spiro-TPD), N,N'-di(4-(N,N'-điphenyl-amin)phenyl)-N,N'-điphenylbenzidin (DNTPD), 4,4',4''-tris(N-cacbazolyl)-triphenylamin (TCTA), tris(3-metylphenylphenylamin)-triphenylamin (m-MTDATA), poly(9,9'-dioctylflorene-co-N-(4-butylphenyl)điphenylamin (TFB), poly(9-vinylcacbazol) (PVK), polyanilin, polypyrol, đồng phtaloxyanin, 4,4'-bis(p-cacbazolyl)-1,1'-biphenyl, N,N,N',N'-tetraarylbenzidin, PEDOT:PSS, poly-N-vinylcacbazol, poly[2-metoxi-5-(2-etylhexyloxy)-1,4-phenylenvinyle] (MEH-PPV), poly[2-metoxi-5-(3',7'-đimetyloctyloxy)-1,4-phenylenvinyle] (MOMO-PPV), polymetacrylat, poly(9,9-octylflorene), poly(spiro-florene), và các dẫn xuất của chúng.

Mặt khác, chất vô cơ dùng cho HTL 264 có thể là ít nhất một thành phần trong số NiO, MoO₃, Cr₂O₃, Bi₂O₃, ZnO loại p, CuSCN, Mo₂S và GaN loại p.

Như được thể hiện trên Fig.5, lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 có cấu trúc lớp kép gồm HIL 262 và HTL 264. Theo cách khác, lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 có thể có cấu trúc lớp đơn. Ví dụ, lớp vận chuyển điện tích thứ hai 260 có thể bao gồm HTL 264 mà không có HIL 262. Ngoài ra, lớp vận chuyển điện tích

thứ hai 260 đơn lớp có thể bao gồm chất hữu cơ dùng cho HTL 264 và chất tiêm lỗ trống, ví dụ, PEDOT:PSS dưới dạng chất pha tạp.

Lớp tăng cường lượng ánh sáng 270 được đặt giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 và EML 250. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 270 bao gồm phần lõm và phần lồi. Ví dụ, lớp tăng cường lượng ánh sáng 270 có thể bao gồm các mẫu bố trí lăng kính 272. Các mẫu bố trí lăng kính 272 nhô từ phần vận chuyển điện tích thứ nhất 240 về phía phần vận chuyển điện tích thứ hai 260, và các hạt lượng tử 252 được bố trí hoặc được sắp xếp giữa các mẫu bố trí lăng kính 272 liên kề. Tức là, các hạt lượng tử 252 được bố trí ở phần lõm của lớp tăng cường lượng ánh sáng 270. Ánh sáng phát ra từ hạt lượng tử 252 sẽ được cung cấp một cách hiệu quả về phía phát xạ của điốt phát sáng lượng tử 200.

Lớp tăng cường lượng ánh sáng 270 có thể bao gồm vật liệu cách ly, ví dụ, polymethylmetacrylat (PMMA), polyetylenaphthalat (PEN) hoặc polyetylenterephthalat (PET). Lớp tăng cường lượng ánh sáng 270, được làm từ vật liệu cách ly, được đặt giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240, là phần vận chuyển điện tử, và EML 250, nên lượng điện tử từ lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240 vào EML 250 có thể được kiểm soát. Ở điốt phát sáng lượng tử 200 này, thì năng lượng hàng rào để tiêm lỗ trống là lớn hơn năng lượng hàng rào để tiêm điện tử. Ở điốt phát sáng lượng tử 200 theo sáng chế, do lớp tăng cường lượng ánh sáng 270, được làm từ vật liệu cách ly, được đặt giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất 240, là phần vận chuyển điện tử, và EML 250, nên sự cân bằng giữa các lỗ trống và các điện tử trong EML 250 có thể được cải thiện hoặc được tối ưu hoá.

Hạt lượng tử 252 được bố trí ở không gian giữa các mẫu bố trí lăng kính 272 liên kề, tức phần lõm của lớp tăng cường lượng ánh sáng 270, nên hướng của ánh sáng từ hạt lượng tử 252 về phía bên ngang được đổi về phía phát xạ. Theo đó, sự tổn thất ánh sáng được giảm bớt, và hiệu suất thoát photon và độ sáng của điốt phát sáng lượng tử 200 được tăng lên.

Điốt phát sáng lượng tử theo sáng chế có thể được dùng cho thiết bị hiển thị hoặc thiết bị chiếu sáng (lightening).

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt của điốt phát sáng lượng tử (Quantum Light Emitting Diode - QLED) theo sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.6, QLED 300 bao gồm tranzito màng mỏng (Thin Film Transistor - TFT) Tr, điôt phát sáng lượng tử 400 bên trên TFT Tr này và được nối với TFT Tr này. TFT Tr này có chức năng như phần tử điều khiển.

TFT Tr này được bố trí trên hoặc bên trên đế 310 và bao gồm lớp bán dẫn 322, điện cực cổng 330, điện cực nguồn 340 và điện cực máng 342.

Đế 310 có thể là đế thủy tinh hoặc đế dẻo. Đế dẻo có thể là polyme, ví dụ, để polyimit. Đế 310, mà TFT Tr và điôt phát sáng lượng tử 400 được tạo ra trên đó, có thể được gọi là đế dạng mảng (array substrate).

Lớp bán dẫn 322 được tạo ra trên đế 310 này. Lớp bán dẫn 322 có thể được tạo ra từ chất oxit bán dẫn hoặc poly-silic.

Khi lớp bán dẫn 322 bao gồm chất oxit bán dẫn, thì mẫu chắn sáng (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được tạo ra bên dưới lớp bán dẫn 322. Ánh sáng đến lớp bán dẫn 322 được chắn hoặc được chặn nhờ mẫu chắn sáng này để sự thoái hoá nhiệt của lớp bán dẫn 322 có thể được ngăn chặn. Ngược lại, khi lớp bán dẫn 322 bao gồm silic đa tinh thể, thì các tạp chất có thể được pha tạp vào cả hai mặt của lớp bán dẫn 322.

Lớp cách ly cổng 324 được tạo ra trên lớp bán dẫn 322. Lớp cách ly cổng 324 có thể được tạo ra từ vật liệu cách ly vô cơ, chẳng hạn silic oxit hoặc nitrat silic.

Điện cực cổng 330, mà được tạo ra từ chất dẫn điện, ví dụ, kim loại, được tạo ra trên lớp cách ly cổng 324 để tương ứng với phần tâm của lớp bán dẫn 322.

Như được thể hiện trên Fig.6, lớp cách ly cổng 324 được tạo ra trên toàn bộ bề mặt của đế 310. Theo cách khác, lớp cách ly cổng 324 có thể được tạo mẫu để có hình dạng giống như điện cực cổng 330.

Lớp cách ly giữa các lớp 332, mà được tạo ra từ vật liệu cách ly, được tạo ra trên toàn bộ bề mặt của đế 310 bao gồm cả điện cực cổng 330. Lớp cách ly giữa các lớp 332 có thể được tạo ra từ vật liệu cách ly vô cơ, ví dụ, silic oxit hoặc nitrat silic, hoặc vật liệu cách ly hữu cơ, ví dụ, benzoxyclobuten hoặc photo-acryl.

Lớp cách ly giữa các lớp 332 bao gồm lỗ tiếp xúc thứ nhất 334 và lỗ tiếp xúc thứ hai 336 để làm lộ ra cả hai phần mặt của lớp bán dẫn 322. Lỗ tiếp xúc thứ nhất 334 và lỗ tiếp xúc thứ hai 336 này được đặt tại cả hai phần sườn của điện cực cổng 330 để được đặt cách khỏi điện cực cổng 330 này.

Như được thể hiện trên Fig.6, lỗ tiếp xúc thứ nhất 334 và lỗ tiếp xúc thứ hai 336 kéo dài vào lớp cách ly cổng 324. Theo cách khác, khi lớp cách ly cổng 324 được tạo mẫu để có hình dạng giống như điện cực cổng 330, thì có thể không có lỗ tiếp xúc thứ nhất 334 và lỗ tiếp xúc thứ hai 336 nào ở lớp cách ly cổng 324.

Điện cực nguồn 340 và điện cực máng 342, được tạo ra từ chất dẫn điện, ví dụ, kim loại, được tạo ra trên lớp cách ly giữa các lớp 332. Điện cực nguồn 340 và điện cực máng 342 được đặt cách khỏi nhau qua điện cực cổng 330 và lần lượt tiếp xúc với cả hai phần mặt của lớp bán dẫn 322 qua lỗ tiếp xúc thứ nhất 334 và lỗ tiếp xúc thứ hai 336.

TFT Tr bao gồm lớp bán dẫn 322, điện cực cổng 330, điện cực nguồn 340 và điện cực máng 342 có chức năng như phần tử điều khiển.

Điện cực cổng 330, điện cực nguồn 340 và điện cực máng 342 được bố trí bên trên lớp bán dẫn 322. Tức là, TFT Tr có cấu trúc đồng phẳng.

Theo cách khác, ở TFT Tr này, điện cực cổng có thể được đặt bên dưới lớp bán dẫn, và điện cực nguồn và điện cực máng có thể được bố trí bên trên lớp bán dẫn, để TFT Tr này có thể có cấu trúc so le ngược. Trong trường hợp này, lớp bán dẫn này có thể được tạo ra từ silic vô định hình.

Tuy không được thể hiện trên hình vẽ, nhưng đường nối cổng và đường dữ liệu, giao nhau để xác định vùng điểm ảnh, được tạo ra trên hoặc bên trên đế 310, và TFT chuyển mạch, được nối với đường nối cổng, đường dữ liệu và TFT Tr này, được tạo ra. Ngoài ra, đường cấp nguồn, song song với và được đặt cách khỏi đường nối cổng hoặc đường dữ liệu, và tụ điện tích trữ, có tác dụng duy trì điện áp của điện cực cổng của TFT Tr trong một khung, cũng được tạo ra.

Ngoài ra, lớp lọc màu có thể được tạo ra trong QLED 300 màu trắng. Ví dụ, các mẫu lọc màu đỏ, xanh lục và xanh lam có thể được tạo ra ở mỗi vùng điểm ảnh.

Ở QLED 300 kiểu phát xạ đáy, thì lớp lọc màu có thể được bố trí giữa lớp cách ly giữa các lớp 332 và điôt phát sáng lượng tử 400. Ở QLED 300 kiểu phát xạ đỉnh, thì lớp lọc màu có thể được bố trí trên hoặc bên trên điôt phát sáng lượng tử 400.

Lớp làm phẳng 350 được tạo ra để bao trùm lên TFT Tr trên toàn bộ bề mặt của đế 310. Lớp làm phẳng 350 này tạo ra bề mặt đỉnh phẳng và bao gồm lỗ tiếp

xúc máng 352 để làm lộ ra điện cực máng 342 của TFT Tr. Lỗ tiếp xúc máng 352 này có thể được đặt cách khỏi lỗ tiếp xúc thứ hai 366 khi nhìn trên hình chiếu bằng.

Điốt phát sáng lượng tử 400 được đặt trên lớp làm phẳng 350 và được nối với TFT Tr. Điốt phát sáng lượng tử 400 này bao gồm điện cực thứ nhất 410, được nối với điện cực máng 342 qua lỗ tiếp xúc máng 352, điện cực thứ hai 420 quay mặt vào điện cực thứ nhất 410, và lớp phát xạ 430 giữa điện cực thứ nhất 410 và điện cực thứ hai 420.

Ở điốt phát sáng lượng tử 400 với cấu trúc bình thường, thì điện cực thứ nhất 410 có thể có chức năng như anôt, và điện cực thứ hai 420 có thể có chức năng như catôt. Theo cách khác, ở điốt phát sáng lượng tử 400 với cấu trúc đảo ngược, thì điện cực thứ nhất 410 có thể có chức năng như catôt, và điện cực thứ hai 420 có thể có chức năng như anôt.

Điện cực thứ nhất 410 được tạo ra riêng biệt ở mỗi vùng điểm ảnh. Điện cực thứ nhất 410 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ chất dẫn điện có công thoát tương đối cao. Ví dụ, điện cực thứ nhất 410 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ indii-thiếc-oxit (Indium-Tin-Oxide - ITO), indii-kẽm-oxit (Indium-Zinc-Oxide - IZO), indii-thiếc-kẽm-oxit (Indium-Tin-Zinc-Oxide - ITZO), indii-đồng-oxit (Indium-Copper-Oxide - ICO), thiếc oxit (SnO_2), indii oxit (In_2O_3), hợp kim catmi-kẽm oxit (Cd:ZnO), hợp kim flo-thiếc oxit (F:SnO_2), hợp kim indii-thiếc oxit (In:SnO_2), hợp kim gali-thiếc oxit (Ga:SnO_2) hoặc hợp kim nhôm-kẽm oxit (Al:ZnO). Theo cách khác, điện cực thứ nhất 210 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ niken (Ni), platin (Pt), vàng (Au), bạc (Ag), iriđi (Ir) hoặc ống nano cacbon (Carbon Nano-Tube - CNT).

Khi QLED 300 theo sáng chế là thuộc kiểu phát xạ đỉnh, thì điện cực phản xạ hoặc lớp phản xạ có thể được tạo ra bên dưới điện cực thứ nhất 410. Ví dụ, điện cực phản xạ hoặc lớp phản xạ này có thể được tạo ra từ hợp kim nhôm-paladi-đồng (Aluminum Paladium Copper - APC).

Lớp phân cách 368, trùm lên các mép của điện cực thứ nhất 410, được tạo ra trên lớp làm phẳng 350. Lớp phân cách 368 này để lộ ra phần tâm của điện cực thứ nhất 410 trong vùng điểm ảnh này.

Lớp phát xạ 430 giữa điện cực thứ nhất 410 và điện cực thứ hai 420 bao gồm EML 450 và lớp tăng cường lượng ánh sáng 470. Lớp phát xạ 430 có thể còn bao gồm lớp vận chuyển điện tích thứ nhất (không được thể hiện trên hình vẽ) giữa điện cực thứ nhất 410 và EML 450, và lớp vận chuyển điện tích thứ hai (không được thể hiện trên hình vẽ) giữa điện cực thứ hai 420 và EML 450. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 470 có thể được bố trí giữa lớp vận chuyển điện tích thứ nhất và EML 450.

Điện cực thứ hai 420 được tạo ra bên trên đế 310 bao gồm cả lớp phát xạ 430. Điện cực thứ hai 420 này được đặt trên toàn bộ bề mặt của vùng hiển thị. Điện cực thứ hai 420 này có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ chất dẫn điện có công thoát tương đối thấp. Ví dụ, điện cực thứ hai 420 có thể bao gồm hoặc được tạo ra từ Ca, Ba, Ca/Al, LiF/Ca, LiF/Al, BaF₂/Al, CsF/Al, CaCO₃/Al, BaF₂/Ca/Al, Al, Mg, Au:Mg hoặc Ag:Mg.

Lớp tăng cường lượng ánh sáng 470 được đặt giữa điện cực thứ nhất 410 và EML 450. Lớp tăng cường lượng ánh sáng 470 bao gồm phần lõm và phần lồi. Ví dụ, lớp tăng cường lượng ánh sáng 470 có thể bao gồm các mẫu bố trí lăng kính 472.

Trên Fig.6, thì các mẫu bố trí lăng kính 472 có hình tam giác. Theo cách khác, ở QLED 300 kiểu phát xạ đáy, thì các mẫu bố trí lăng kính 472 có chiều ngược lại là hình tam giác ngược.

Hạt lượng tử 452 được bố trí ở không gian giữa các mẫu bố trí lăng kính 472 liền kề, tức phần lõm của lớp tăng cường lượng ánh sáng 470, nên hướng của ánh sáng từ hạt lượng tử 452 về phía bên ngang được đổi về phía phát xạ. Theo đó, sự tổn thất ánh sáng được giảm bớt, và hiệu suất thoát photon và độ sáng của QLED 400 được tăng lên.

Hiệu suất quang học theo hình dạng của mẫu bố trí lăng kính.

Hiệu suất quang học của điốt phát sáng lượng tử này được kiểm tra theo độ rộng của mẫu bố trí lăng kính và bước giữa các mẫu bố trí lăng kính. Mẫu bố trí lăng kính này có chiết suất là 1,59, và nguồn sáng, tức hạt lượng tử, ở phần đáy lõm của mẫu bố trí lăng kính này có thể tích là 0,1x0,1x100mm³. Lượng ánh sáng (quang thông) ở phía phát xạ được đo và được liệt kê trên Bảng 1.

Bảng 1

Góc đáy [°]	Độ rộng [mm]	Bước [mm]	Lượng ánh sáng [lm]
45	0,4	0,5	50,956
45	0,4	0,7	47,02
45	0,4	0,9	45,769

Như được thể hiện trên Bảng 1, khi bước được giảm thì lượng ánh sáng từ hạt lượng tử về phía phát xạ được tăng lên.

Hiệu suất quang học của điôt phát sáng lượng tử này được kiểm tra theo góc đáy của các mẫu bố trí lăng kính. Mẫu bố trí lăng kính này có chiết suất là 1,59, và nguồn sáng, tức hạt lượng tử, ở phần đáy lõm của mẫu bố trí lăng kính này có thể tích là $0,1 \times 0,1 \times 100 \text{ mm}^3$. Lượng ánh sáng (quang thông) ở phía phát xạ được đo và được liệt kê trên Bảng 2.

Bảng 2

Góc đáy [°]	Chiều cao [mm]	Cạnh đáy [mm]	Lượng ánh sáng [lm]
-	-	-	48,573
68	0,1	0,08	48,154
63	0,1	0,1	48,461
45	0,1	0,2	53,804
34	0,1	0,3	52,912
27	0,1	0,4	51,875
24	0,1	0,45	53,54
22	0,1	0,5	54,7
20	0,1	0,55	54,334
18	0,1	0,6	53,434
16	0,1	0,7	53,7
14	0,1	0,8	53,098
12	0,1	0,9	53,073
11	0,1	1	53,236

Như được thể hiện trên Bảng 2, điôt phát sáng lượng tử này có lượng ánh sáng xuất sắc với góc đáy khoảng 10 độ đến 45 độ, cụ thể là khoảng 10 độ đến 24 độ, cụ thể hơn nữa là khoảng 20 độ đến 24 độ.

Thuộc tính quang học theo mẫu bố trí lăng kính.

(1) Ví dụ thực hiện sáng chế (Ex)

EML bao gồm các QD (nhân CdSe và vỏ CdS) được tạo ra trên lớp tăng cường lượng ánh sáng. Ở lớp tăng cường lượng ánh sáng, thì mẫu bố trí lăng kính có góc đáy là 45 độ, và tỷ số giữa chiều cao (15 μm) so với cạnh đáy (30 μm) là 1:2. Tỷ số giữa cạnh đáy so với bước là 1:1. EML được phủ bằng thiết bị phủ quay với tốc độ 1000 vòng/phút trong 30 giây và được làm khô trong nhiệt độ 60°C trong 1 giờ. Trục chính của các QD được sắp xếp thẳng đứng hoặc nằm ngang so với mẫu bố trí lăng kính. (xoay 90 độ trong mặt phẳng ngang)

(2) Ví dụ so sánh (Ref)

EML được tạo ra mà không có lớp tăng cường lượng ánh sáng.

Giá trị tích phân PL và thuộc tính (mức độ) phân cực của điôt phát sáng lượng tử theo “Ví dụ” và “Ví dụ so sánh (Ref)” được đo và được liệt kê trên Bảng 3.

Bảng 3

	Giá trị tích phân PL		Mức độ phân cực
	Đứng	Ngang	
Ex	106	223,9	35,7%
Ref	40,9	75,8	29,9%

So với thuộc tính (mức độ) phân cực của điôt phát sáng lượng tử theo “Ví dụ so sánh”, thì thuộc tính (mức độ) phân cực của điôt phát sáng lượng tử theo “Ví dụ thực hiện sáng chế” được cải thiện. Tức là, nhờ lớp tăng cường lượng ánh sáng mà mức độ sắp xếp của các QD được cải thiện. Ngoài ra, giá trị tích phân PL của điôt phát sáng lượng tử theo “Ví dụ thực hiện sáng chế” cũng được cải thiện.

Cường độ PL của điôt phát sáng lượng tử theo “Ví dụ thực hiện sáng chế” và “Ví dụ so sánh (Ref)” được đo và được thể hiện trên Fig.7. Như được thể hiện trên Fig.7, với lớp tăng cường lượng ánh sáng có mẫu bố trí lăng kính, thì cường độ PL

của điôt phát sáng lượng tử (“PL đứng của lăng kính” và “PL ngang của lăng kính”) được tăng lên. Ngoài ra, với lớp tăng cường lượng ánh sáng này và các QD được sắp xếp theo chiều ngang, thì điôt phát sáng lượng tử này có đỉnh PL xuất sắc (“PL ngang của lăng kính”) (gấp khoảng 3 lần so với “PL ngang” khi không có lớp tăng cường lượng ánh sáng).

Những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực cần hiểu rằng các phương án cải biến và biến thể khác nhau có thể được tạo ra dựa vào những khía cạnh của sáng chế mà không nằm ngoài nguyên lý hoặc phạm vi của sáng chế. Do đó, những phương án cải biến và biến thể đó cũng nằm trong phạm vi của sáng chế nếu chúng nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và những phương án tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Điốt phát sáng lượng tử bao gồm:
điện cực thứ nhất;
điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất;
lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai và
có cấu trúc dẫn ánh sáng được phát ra về phía phát xạ; và
lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và điện cực thứ hai và
bao gồm hạt lượng tử tại cấu trúc của lớp tăng cường lượng ánh sáng.
2. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 1, trong đó cấu trúc của lớp tăng cường
lượng ánh sáng bao gồm ít nhất một phần lõi và một phần lõm.
3. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần lõi và một
phần lõm nêu trên tạo thành mẫu bố trí lăng kính.
4. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 3, trong đó mẫu bố trí lăng kính có góc đáy
nằm trong khoảng từ 10 độ đến 45 độ.
5. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 3, trong đó mẫu bố trí lăng kính có tỷ số
giữa cạnh đáy so với bước là từ 1:1 đến 2:3.
6. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 3, trong đó mẫu bố trí lăng kính có tỷ số
giữa chiều cao so với cạnh đáy là từ 1:2 đến 1:10.
7. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 1, trong đó điốt này còn bao gồm:
lớp vận chuyển điện tích thứ nhất giữa điện cực thứ nhất và lớp tăng cường
lượng ánh sáng; và
lớp vận chuyển điện tích thứ hai giữa lớp chất phát xạ và điện cực thứ hai.
8. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 7, trong đó một lớp trong số lớp vận
chuyển điện tích thứ nhất và lớp vận chuyển điện tích thứ hai bao gồm chất hữu cơ,
và lớp khác trong số lớp vận chuyển điện tích thứ nhất và lớp vận chuyển điện tích
thứ hai này chứa chất vô cơ.
9. Điốt phát sáng lượng tử theo điểm 7, trong đó một lớp trong số lớp vận
chuyển điện tích thứ nhất và lớp vận chuyển điện tích thứ hai là lớp vận chuyển lỗ
trống, và lớp khác trong số lớp vận chuyển điện tích thứ nhất và lớp vận chuyển
điện tích thứ hai này là lớp vận chuyển điện tử.

10. Điôt phát sáng lượng tử theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần lõi nhô từ lớp vận chuyển điện tích thứ nhất về phía điện cực thứ hai.

11. Điôt phát sáng lượng tử theo điểm 1, trong đó hạt lượng tử có trục chính song song với chiều dài của phần lõi.

12. Điôt phát sáng lượng tử theo điểm 1, trong đó lớp tăng cường lượng ánh sáng kiểm soát lượng điện tử từ lớp vận chuyển điện tích thứ nhất vào lớp chất phát xạ.

13. Điôt phát sáng lượng tử theo điểm 1, trong đó hạt lượng tử bao gồm một thành phần trong số chấm lượng tử và que lượng tử.

14. Thiết bị phát sáng lượng tử bao gồm:

đế;

điôt phát sáng lượng tử nằm bên trên đế này và bao gồm điện cực thứ nhất, điện cực thứ hai quay mặt vào điện cực thứ nhất, lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai này và có cấu trúc dẫn ánh sáng được phát ra về phía phát xạ, và lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và điện cực thứ hai này và bao gồm hạt lượng tử tại cấu trúc của lớp tăng cường lượng ánh sáng này; và

phần tử điều khiển giữa đế và điôt phát sáng lượng tử và được nối với điôt phát sáng lượng tử.

15. Thiết bị phát sáng lượng tử theo điểm 14, trong đó thiết bị này còn bao gồm:

lớp vận chuyển lỗ trống trên anôt; và

lớp vận chuyển điện tử trên lớp chất phát xạ.

16. Thiết bị phát sáng lượng tử theo điểm 15, trong đó một lớp trong số lớp vận chuyển lỗ trống và lớp vận chuyển điện tử chứa chất hữu cơ, và lớp khác trong số lớp vận chuyển lỗ trống và lớp vận chuyển điện tử này chứa chất vô cơ.

17. Điôt phát sáng lượng tử, trong đó điôt này bao gồm:

anôt;

catôt quay mặt vào anôt này;

lớp tăng cường lượng ánh sáng giữa anôt và catôt và có cấu trúc dẫn ánh sáng phát ra về phía phát xạ;

lớp chất phát xạ giữa lớp tăng cường lượng ánh sáng và anôt; và

hạt lượng tử để tạo ra ánh sáng phát xạ, và được bố trí tại lớp tăng cường lượng ánh sáng.

18. Điôt phát sáng lượng tử theo điểm 17, trong đó điôt này còn bao gồm;

lớp vận chuyển lỗ trống trên lớp chất phát xạ; và

lớp vận chuyển điện tử trên catôt.

19. Điôt phát sáng lượng tử theo điểm 17, trong đó một lớp trong số lớp vận chuyển lỗ trống và lớp vận chuyển điện tử chứa chất hữu cơ, và lớp khác trong số lớp vận chuyển lỗ trống và lớp vận chuyển điện tử này chứa chất vô cơ.

Fig.1

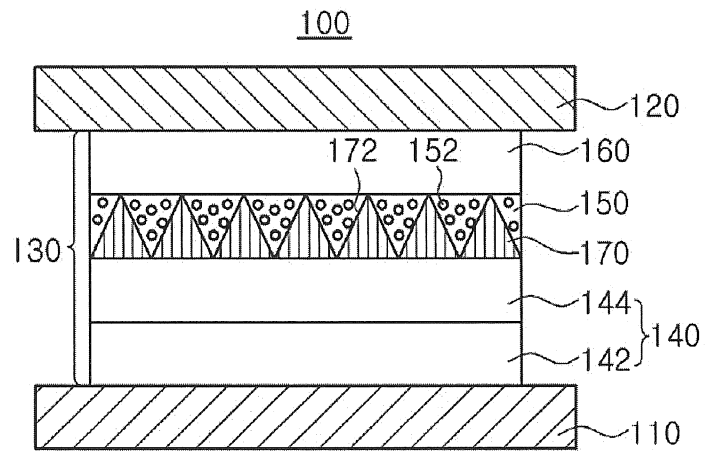


Fig.2A

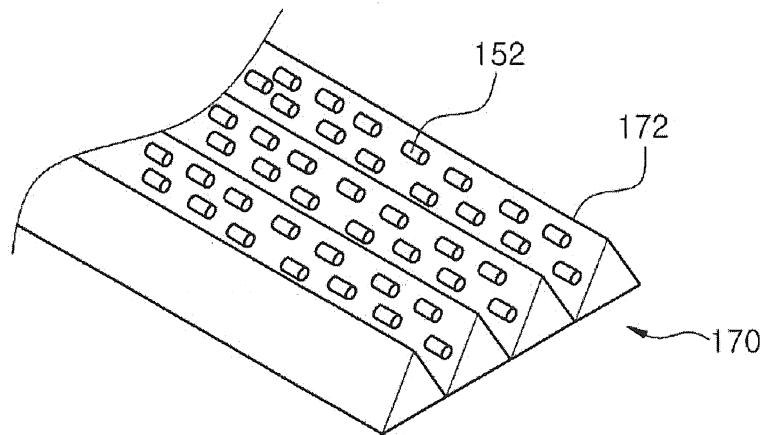


Fig.2B

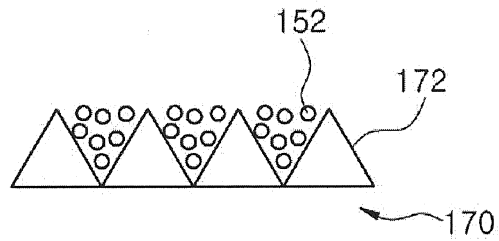


Fig.3A

Người quan sát

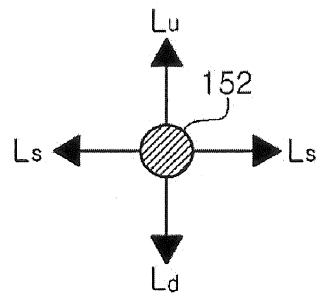


Fig.3B

Người quan sát

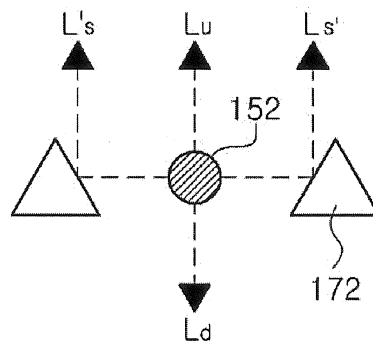


Fig.4

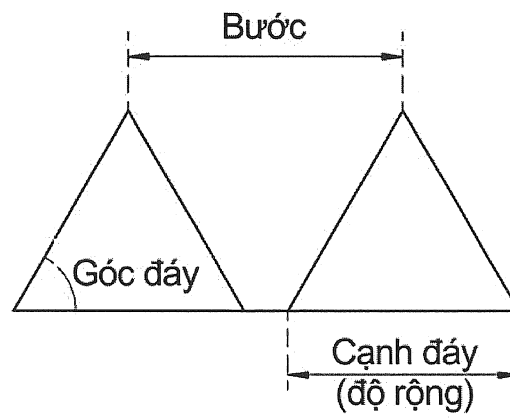
172

Fig.5

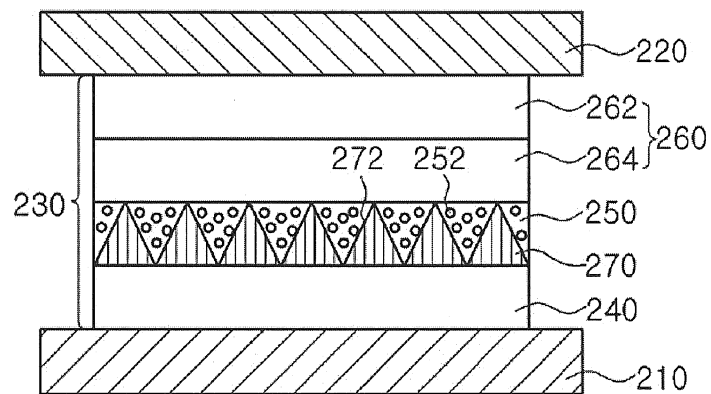
200

Fig.6

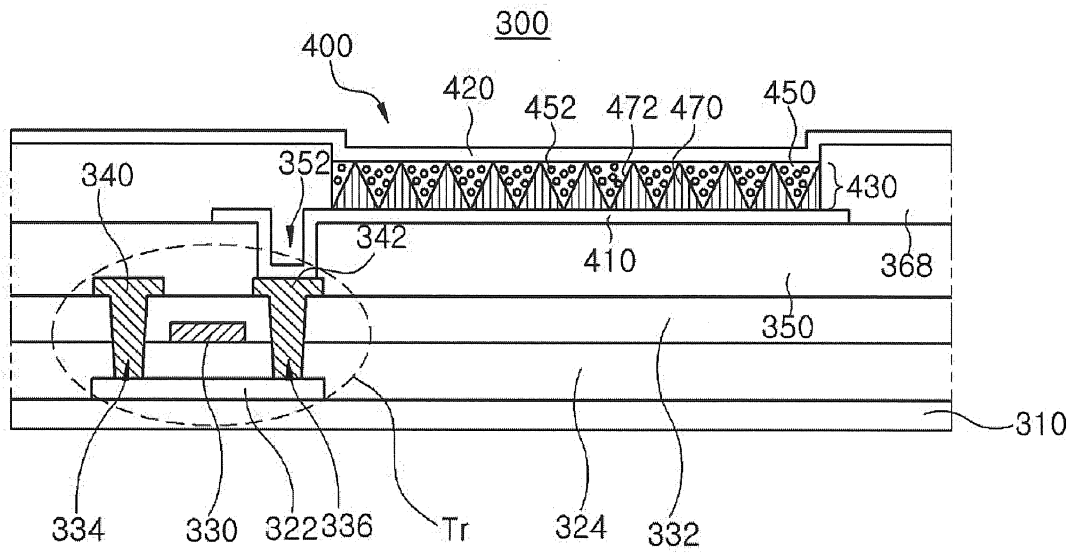


Fig.7

