



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0049820

(51)^{2021.01} H01L 33/08; H01L 33/24; H01L 33/00; (13) B
H01L 33/06

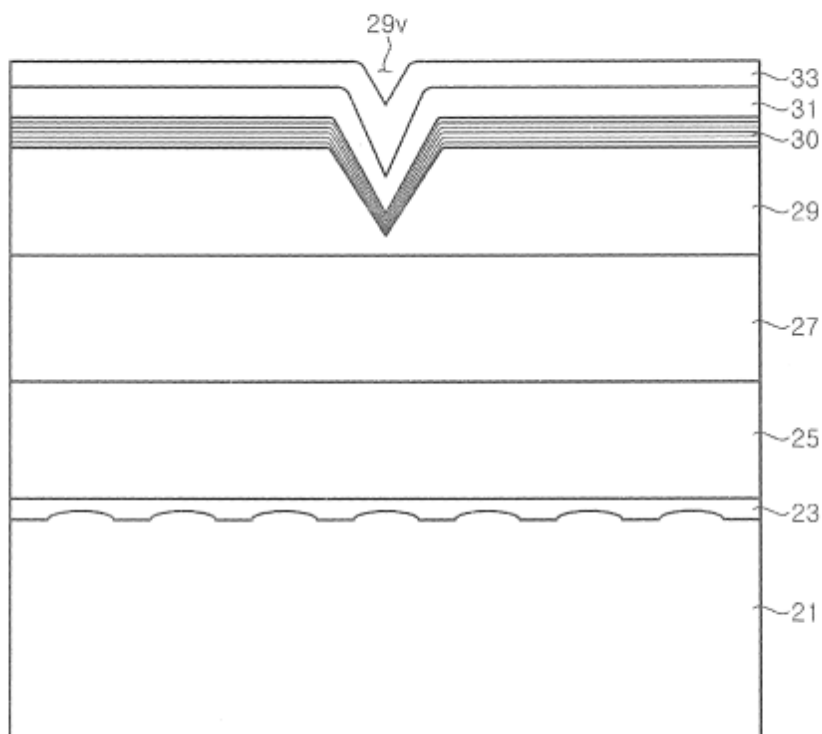
(21) 1-2022-05092 (22) 03/02/2021
(86) PCT/KR2021/001423 03/02/2021 (87) WO2021/158016 12/08/2021
(30) 62/969,936 04/02/2020 US; 17/165,177 02/02/2021 US
(45) 25/08/2025 449 (43) 25/10/2022 415A
(73) SEOUL VIOSYS CO., LTD. (KR)
65-16, Sandan-ro 163beon-gil, Danwon-Gu, Ansan-Si, Gyeonggi-do 15429, Republic
of Korea
(72) BAEK, Yong Hyun (KR); KANG, Ji Hun (KR); KIM, Chae Hon (KR); PARK, Ji
Hoon (KR).
(74) Công ty cổ phần Sở hữu trí tuệ BROSS và Cộng sự (BROSS & PARTNERS., JSC)

(54) ĐİÖT PHÁT QUANG

(21) 1-2022-05092

(57) Sáng chế đề cập đến điôt phát quang theo một phương án ưu tiên bao gồm: lớp chất bán dẫn nitrit loại n; lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên phần bên trên của lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V; lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V; và lớp chất bán dẫn nitrit loại p được bố trí trên lớp chủ động, trong đó lớp chủ động bao gồm lớp giếng, và lớp giếng có phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phát ra ánh sáng của có ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng tại mức của vi mạch đơn.

FIG.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến điôt phát quang, và cụ thể hơn là, đến điôt phát quang mà phát ra ánh sáng có đa dải tại vi mạch đơn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Chất bán dẫn nitrit được sử dụng như là nguồn sáng của thiết bị hiển thị, đèn giao thông, đèn, hoặc thiết bị truyền thông quang, và chủ yếu được sử dụng trong điôt phát quang hoặc điôt laze mà phát ra ánh sáng màu xanh lam hoặc xanh lục. Thêm vào đó, chất bán dẫn nitrit có thể được sử dụng trong tranzito lưỡng cực dị liên kết (HBT), tranzito linh động điện tử cao (HEMT), và tương tự.

Nói chung, điôt phát quang sử dụng chất bán dẫn nitrit có kết cấu dị liên kết có kết cấu giếng lượng tử giữa lớp tiếp xúc N và lớp tiếp xúc P. Điôt phát quang phát ra ánh sáng theo hợp phần của lớp giếng trong kết cấu giếng lượng tử. Để làm tăng hiệu quả lượng tử bên trong và giảm mất mát do sự hấp thụ ánh sáng, điôt phát quang được thiết kế để phát ra ánh sáng của phổ có đỉnh đơn, nghĩa là, ánh sáng đơn sắc.

Ánh sáng trộn lẫn màu sắc, chẳng hạn như ánh sáng trắng, được phát ra từ đèn hoặc tương tự không thể được thực hiện như là ánh sáng đơn sắc đơn đỉnh. Do đó, kỹ thuật để thực hiện ánh sáng trắng nhờ sử dụng nhiều điôt phát quang cùng với việc phát ra ánh sáng đơn sắc khác với nhau hoặc nhờ sử dụng photpho chuyển đổi chiều dài bước sóng của ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang thường được sử dụng.

Việc sử dụng các photpho kèm với chi phí của photpho hoặc làm giảm hiệu suất được biết đến là dịch chuyển Stokes. Thêm vào đó, quy trình phủ photpho lên điôt phát quang và sự ánh vàng của vật chứa mà chứa photpho cần được xem xét.

Sử dụng sự trộn lẫn của nhiều điôt phát quang cũng làm phức tạp hoá quy

trình, và không thuận tiện để chuẩn bị các điôt phát quang được làm từ các vật liệu khác nhau.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Sử dụng vi mạch điôt phát quang đơn có thể thực hiện ánh sáng có phổ chứa nhiều dải, và sử dụng của nhiều điôt phát quang và photpho có thể được ngăn ngừa.

Có các nỗ lực để thực hiện ánh sáng có phổ chứa nhiều dải nhờ thay đổi các hợp phần của các lớp giếng theo kết cấu giếng lượng tử thông thường, nhưng có thể đạt được các hiệu quả thỏa mãn. Cụ thể hơn, sự tái kết hợp của các điện tử và các lỗ trống chủ yếu là xảy ra trong lớp giếng cụ thể, và khó để tạo ra ánh sáng có đa dải.

Các phương án ưu tiên làm ví dụ đề xuất điôt phát quang theo kết cấu cải tiến có khả năng thực hiện ánh sáng có phổ chứa nhiều dải tại mức vi mạch đơn.

Phương pháp giải quyết vấn đề

Điôt phát quang theo một hoặc nhiều phương án ưu tiên của sáng chế bao gồm lớp chất bán dẫn nitrit loại n. Lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V. Lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V. Và lớp chất bán dẫn nitrit loại p được bố trí trên lớp chủ động. Lớp chủ động bao gồm lớp giếng, lớp giếng bao gồm phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V. Điôt phát quang phát ra ánh sáng có ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng tại mức vi mạch đơn.

Điôt phát quang theo một hoặc nhiều phương án ưu tiên của sáng chế bao gồm lớp chất bán dẫn nitrit loại n, lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V; lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V, lớp AlGaIn loại p được bố trí trên lớp chủ động, và lớp chất

bán dẫn nitrit loại p được bố trí trên lớp AlGaIn loại p. Lớp chủ động bao gồm lớp giếng, lớp giếng bao gồm phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V. Phần lớp giếng thứ nhất và phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có đỉnh các chiều dài bước sóng khác với nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình chiếu đứng giản lược minh họa điôt phát quang theo một hoặc nhiều phương án ưu tiên của sáng chế.

FIG.2A là hình chiếu đứng giản lược thể hiện một phần được phóng to trên FIG.1 để minh họa điôt phát quang .

FIG.2B là hình chiếu đứng giản lược thể hiện một phần được phóng to trên FIG.2A để minh họa điôt phát quang.

FIG.3 là hình phối cảnh giản lược thể hiện lớp tạo ra hố dạng chữ V được phóng to để minh họa điôt phát quang theo một hoặc nhiều phương án ưu tiên của sáng chế.

FIG.4A là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điôt phát quang vàng theo ví dụ so sánh 1.

FIG.4B là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 1.

FIG.5A là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang vàng theo ví dụ so sánh 1.

FIG.5B là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 1.

FIG.6A là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điôt phát quang vàng theo ví dụ so sánh 1.

FIG.6B là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 1.

FIG.6C là ảnh TEM phóng to của kết cấu giếng lượng tử trên FIG.6B.

FIG.7A là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 2.

FIG.7B là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 3.

FIG.8A là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 2.

FIG.8B là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 3.

FIG.9A là ảnh TEM minh họa hồ dạng chữ V của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 2.

FIG.9B là ảnh TEM minh họa hồ dạng chữ V của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 3.

FIG.10 là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của gói điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 4.

FIG.11 là ảnh TEM minh họa hồ dạng chữ V của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 4.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các phương án ưu tiên sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các phương án ưu tiên dưới đây được đưa ra theo cách làm ví dụ sao cho người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể hiểu đầy đủ về các nguyên lý cơ bản của sáng chế. Theo đó, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được bộc lộ ở đây và có thể cũng được thực hiện theo các dạng khác. Trên các hình vẽ, các chiều rộng, các chiều dài, các độ dày, và tương tự của các thiết bị có thể được phóng đại cho các mục đích rõ ràng và mô tả. Khi phần tử hoặc lớp được tham chiếu là "được bố trí phía trên" hoặc "được bố trí ở trên" phần tử hoặc lớp khác, nó có thể "được bố trí phía trên" hoặc "được bố trí ở trên" phần tử hoặc lớp khác một cách trực tiếp hoặc các thiết bị hoặc các lớp xen

giữa có thể có mặt. Xuyên suốt bản mô tả, các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các thiết bị có các chức năng giống hoặc tương tự.

Điốt phát quang theo một hoặc nhiều phương án ưu tiên của sáng chế bao gồm lớp chất bán dẫn nitrit loại n, lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V, lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V; và lớp chất bán dẫn nitrit loại p được bố trí trên lớp chủ động. Lớp chủ động bao gồm lớp giếng, lớp giếng bao gồm phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V, và điốt phát quang phát ra ánh sáng có ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng tại mức vi mạch đơn.

Theo ít nhất một biến thể, ánh sáng có phổ chứa nhiều dải có thể được phát ra mà không cần photpho, và do đó, có khả năng khắc phục nhiều nhược điểm của kỹ thuật trước đó theo sự sử dụng của photpho.

Phần lớp giếng thứ nhất có thể phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng thứ nhất, và phần lớp giếng thứ hai có thể phát ra ánh sáng có ít nhất là một đỉnh chiều dài bước sóng thứ hai.

Theo một biến thể khác, phần lớp giếng thứ nhất có thể phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng vàng, và phần lớp giếng thứ hai có thể phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng xanh lam.

Theo một biến thể khác, phần lớp giếng thứ nhất có thể phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng vàng, và phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng xanh lam và ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng xanh lục.

Phần lớp giếng thứ nhất có thể có hàm lượng indi (In) cao hơn so với hàm lượng của phần lớp giếng thứ hai. Thêm vào đó, phần lớp giếng thứ nhất có thể dày hơn so với phần lớp giếng thứ hai.

Điốt phát quang có thể còn bao gồm lớp AlxGa1-xN loại p được xen giữa

lớp chủ động và lớp chất bán dẫn nitrit loại p, mà trong đó tỉ lệ hợp phần x của Al trong lớp AlGaIn loại p là lớn hơn 0 và nhỏ hơn 0,3.

Hơn nữa, lớp $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}$ loại p có thể có độ dày nhỏ hơn so với 100 nm. Trong khi đó, lớp tạo ra hố dạng chữ V có thể có độ dày lớn hơn 450 nm. Thêm vào đó, các hố dạng chữ V được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V có thể bao gồm hố dạng chữ V có chiều rộng có miệng vào vượt quá 300 nm.

Trong khi đó, lớp chủ động có thể có kết cấu đa giếng lượng tử có nhiều lớp giếng và nhiều các lớp chắn, và có thể còn bao gồm lớp bao phủ bao phủ lớp giếng giữa lớp giếng và lớp chắn, mà trong đó lớp bao phủ có thể chứa Al.

Hơn nữa, lớp bao phủ có thể chứa 10 % nguyên tử hoặc nhiều hơn của Al tương ứng với tổng hợp phần Al trong lớp bao phủ.

Lớp chất bán dẫn nitrit loại p có thể bao gồm phần lõm trên hố dạng chữ V.

Theo một biến thể khác nữa, lớp chủ động có thể tiếp xúc với lớp tạo ra hố dạng chữ V. Cụ thể hơn, lớp chắn của lớp chủ động có thể được tạo ra trực tiếp trên lớp tạo ra hố dạng chữ V.

Điốt phát quang theo một hoặc nhiều phương án ưu tiên của sáng chế bao gồm lớp chất bán dẫn nitrit loại n, lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V, lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V; lớp AlGaIn loại p được bố trí trên lớp chủ động, và lớp chất bán dẫn nitrit loại p được bố trí trên lớp AlGaIn loại p. Lớp chủ động bao gồm lớp giếng, lớp giếng bao gồm phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V, và phần lớp giếng thứ nhất và phần lớp giếng thứ hai có thể phát ra ánh sáng có đỉnh các chiều dài bước sóng khác với nhau.

Phần lớp giếng thứ hai có thể phát ra ánh sáng có chiều dài bước sóng ngắn hơn so với chiều dài bước sóng của ánh sáng được phát ra từ phần lớp giếng thứ

nhất. Theo một phương án làm ví dụ, phần lớp giếng thứ hai có thể phát ra ánh sáng có ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng.

Trong khi đó, lớp AlGaIn loại p có thể được biểu diễn bởi công thức tổng quát của $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}$, ở đó tỉ lệ hợp phần x của Al trong lớp AlGaIn loại p có thể lớn hơn 0 và nhỏ hơn 0,3.

Lớp AlGaIn loại p có thể có độ dày nhỏ hơn so với 100 nm.

Trong khi đó, lớp tạo ra hố dạng chữ V có thể có độ dày lớn hơn 450 nm, và các hố dạng chữ V được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V có thể bao gồm hố dạng chữ V có chiều rộng có miệng vào vượt quá 300 nm.

FIG.1 là hình chiếu đứng giản lược minh họa điốt phát quang theo một phương án làm ví dụ. FIG.2A là hình chiếu đứng giản lược thể hiện một phần được phóng to trên FIG.1 để thể hiện điốt phát quang theo một phương án làm ví dụ. FIG.2B là hình chiếu đứng giản lược thể hiện một phần được phóng to trên FIG.2A để thể hiện điốt phát quang theo một phương án làm ví dụ. FIG.3 là hình phối cảnh giản lược thể hiện lớp tạo ra hố dạng chữ V được phóng to để thể hiện điốt phát quang theo một phương án làm ví dụ.

Trước tiên, như được thể hiện trên FIG.1, điốt phát quang có thể bao gồm tấm nền 21, lớp mầm 23, lớp đệm nhiệt độ cao 25, lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27, lớp tạo ra hố dạng chữ V 29, và lớp chủ động 30, lớp AlGaIn loại p 31, và lớp chất bán dẫn nitrit loại p 33.

Tấm nền 21 dùng để phát triển lớp bán dẫn dựa trên gali nitrit, và tấm nền xa phía, tấm nền SiC, tấm nền Si, tấm nền spinen, hoặc tương tự có thể được sử dụng như là tấm nền 21. Tấm nền 21 có thể có các phần nhô như được thể hiện trên FIG.1, và có thể là, ví dụ, tấm nền xa phía được tạo mẫu. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở đó, và có thể là tấm nền có bề mặt bên trên của nó phẳng, ví dụ, tấm nền xa phía.

Lớp mầm 23 có thể được tạo ra từ (Al, Ga)N trên tấm nền 21 tại nhiệt độ thấp nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C, và ví dụ, có thể được tạo ra từ AlGaIn

hoặc GaN. Hợp phần của lớp mầm 23 có thể được thay đổi theo tấm nền 21. Ví dụ, khi tấm nền 21 là tấm nền xa phía được tạo mẫu, lớp mầm 23 có thể được tạo ra từ AlGaIn, và khi tấm nền 21 là tấm nền xa phía có bề mặt bên trên phẳng, lớp mầm 23 có thể được tạo ra từ GaN. Lớp mầm 23 có thể được tạo ra để có độ dày khoảng 25 nm, ví dụ.

Lớp đệm nhiệt độ cao 25 có thể được phát triển tại nhiệt độ tương đối cao sao cho giảm thiểu sự xảy ra của các lỗi hỏng chẳng hạn như các sai lệch giữa tấm nền 21 và lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27. Lớp đệm nhiệt độ cao 25 có thể được tạo ra từ GaN không được pha tạp hoặc GaN được pha tạp với các tạp chất loại n. Trong khi lớp đệm nhiệt độ cao 25 được tạo ra, các sai lệch theo chuỗi được tạo ra do sự không phù hợp về mạng tinh thể giữa tấm nền 21 và lớp đệm nhiệt độ cao 25. Lớp đệm nhiệt độ cao 25 có thể được tạo ra để có độ dày là, ví dụ, khoảng 4,2 μm .

Lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27 là lớp bán dẫn dựa trên nitrit được pha tạp với các tạp chất loại n, và có thể được tạo ra từ, ví dụ, lớp GaN được pha tạp với Si. Hàm lượng pha tạp của Si được pha tạp vào lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27 có thể là từ $5 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ đến $5 \times 10^{19}/\text{cm}^2$. Lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27 có thể được phát triển dưới áp suất phát triển nằm trong khoảng từ 150 Torr đến 200 Torr tại 1000°C đến 1200°C (ví dụ, 1050°C đến 1100°C) nhờ cung cấp nguồn khí kim loại vào bên trong buồng sử dụng công nghệ MOCVD. Trong trường hợp này, lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27 có thể được tạo ra liên tiếp trên lớp đệm nhiệt độ cao 25, và các sai lệch theo chuỗi được tạo ra trong lớp đệm nhiệt độ cao 25 có thể được chuyển tới lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27. Lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27 có thể được tạo ra để mỏng hơn tương đối so với lớp đệm nhiệt độ cao 25, và có thể được tạo ra để có, ví dụ, độ dày khoảng 2,5 μm .

Lớp tạo ra hồ dạng chữ V 29 được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27. Theo một phương án làm ví dụ, lớp tạo ra hồ dạng chữ V 29 có thể được tạo ra từ, ví dụ, lớp GaN. Lớp tạo ra hồ dạng chữ V 29 có thể được phát triển tại nhiệt độ tương đối thấp hơn so với nhiệt độ để phát triển lớp chất bán dẫn nitrit loại n

27, ví dụ, khoảng 900°C , và do đó, các hố dạng chữ V được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V 29.

Vì lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 được phát triển tại nhiệt độ tương đối thấp hơn so với nhiệt độ để phát triển lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27, chất lượng tinh thể có thể được giảm xuống theo cách nhân tạo và xúc tiến sự phát triển ba chiều, và do đó, hố dạng chữ V 29v có thể được tạo ra.

Như được thể hiện trên FIG.3, khi bề mặt phát triển của lớp chất bán dẫn nitrit là mặt phẳng C, các hố dạng chữ V 29v có thể có dạng hình nón lục giác. Các hố dạng chữ V 29v có thể được tạo ra tại các đầu bên trên của các sai lệch theo chuỗi.

Lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 có thể được tạo ra để có độ dày mỏng hơn so với độ dày của lớp chất bán dẫn nitrit loại n 27, và có thể được tạo ra để có, ví dụ, độ dày nằm trong khoảng từ 450 nm đến 600 nm. Kích thước của các hố dạng chữ V 29v được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 có thể được điều chỉnh thông qua điều kiện phát triển và thời gian phát triển của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29. Theo một phương án làm ví dụ, chiều rộng lớn nhất của miệng vào của hố dạng chữ V 29v được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 thường có thể vượt quá khoảng 230 nm.

Độ dày của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 gây ảnh hưởng cụ thể đến kích thước của hố dạng chữ V 29v. Hơn nữa, kích thước của hố dạng chữ V 29v được xem xét để có hiệu quả trên việc phát ra ánh sáng có phổ chứa nhiều dải.

Theo một phương án làm ví dụ được minh họa, lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 được mô tả là lớp đơn theo cách làm ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó, và lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 có thể là đa lớp. Ví dụ, lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 có thể bao gồm ít nhất là hai lớp trong số GaN, AlGaN, InGaN, hoặc các lớp AlGaInN.

Lớp chủ động 30 được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V 29. Lớp chủ động 30 phát ra ánh sáng nhờ sự tái kết hợp của các điện tử và các lỗ trống. Thêm vào đó, lớp chủ động 30 có thể có kết cấu đơn giếng lượng tử hoặc kết cấu đa

giếng lượng tử (MQW) mà trong đó các lớp chắn 30b và các lớp giếng 30w được xếp chồng luân phiên, như được thể hiện trên các hình vẽ FIG.2A và FIG.2B.

Lớp chủ động 30 có thể tiếp xúc với lớp tạo ra hố dạng chữ V 29, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Lớp chủ động 30 có thể được tạo ra dọc theo hố dạng chữ V 29v. Độ dày của lớp chủ động 30 được tạo ra trong hố dạng chữ V 29v là nhỏ hơn so với độ dày của lớp chủ động 30 được tạo ra trên bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29. Độ dày của lớp chủ động 30 trong hố dạng chữ V 29v có thể thay đổi phụ thuộc vào độ sâu của hố dạng chữ V 29v. Tại độ sâu ở giữa của hố dạng chữ V 29v, độ dày của lớp chủ động 30 có thể ít hơn so với khoảng 1/3 của độ dày của lớp chủ động 30 được tạo ra trên bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29. Cụ thể hơn, độ dày của lớp giếng 30w tại độ sâu ở giữa của hố dạng chữ V 29v có thể ít hơn so với khoảng 1/3 của độ dày của lớp giếng 30w được tạo ra trên bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29.

Trong khi đó, lớp giếng 30w có thể được tạo ra từ $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 < x < 1$, $0 \leq y < 1$). Tỷ lệ hợp phần của In, Al, và Ga có thể được lựa chọn theo ánh sáng được yêu cầu. Cụ thể hơn, lớp giếng 30w (dưới đây, phần lớp giếng thứ nhất) được tạo ra trên bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 có hợp phần mà phát ra ánh sáng có phổ chiều dài bước sóng của đa dải dài hơn. Trong khi đó, lớp giếng 30w (dưới đây, phần lớp giếng thứ hai) được tạo ra trong hố dạng chữ V 29v có hợp phần mà phát ra ánh sáng có phổ chiều dài bước sóng của đa dải ngắn hơn. Ví dụ, Indi (In) tỷ lệ hợp phần trong phần lớp giếng thứ nhất là cao hơn so với tỷ lệ hợp phần trong phần lớp giếng thứ hai, phần lớp giếng thứ nhất có thể được tạo ra từ InGa₂N để phát ra ánh sáng vàng, và phần lớp giếng thứ hai có thể được tạo ra từ InGa₂N để phát ra ánh sáng xanh lam và/hoặc xanh lục.

Phần lớp giếng thứ hai có thể được tạo ra với hợp phần giống hệt trên mỗi bề mặt cạnh của hố dạng chữ V 29v, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó, và có thể được tạo ra với hợp phần khác với nhau trên mỗi bề mặt cạnh. Do đó, diốt phát quang theo sáng chế có thể thực hiện ánh sáng có ít nhất là hai dải tại mức vi mạch đơn sử dụng phần lớp giếng thứ nhất và phần lớp giếng thứ hai. Nói cách

khác, vì mạch đơn bao gồm phần lớp giếng thứ nhất và phần lớp giếng thứ hai, mà cho phép ánh sáng có ít nhất là hai dải được phát ra ngoài mà không sử dụng photpho.

Lớp chắn 30b có thể được tạo ra từ lớp chất bán dẫn nitrit chẳng hạn như GaN, InGaN, AlGaN, AlInGaN, hoặc tương tự, mà có khe vùng rộng hơn so với khe vùng của lớp giếng 30w. Ví dụ, khi phần lớp giếng thứ nhất được tạo thành từ InGaN để phát ra ánh sáng vàng, lớp chắn 30b có thể được tạo ra từ InGaN có hàm lượng Indi (In) thấp hơn so với hàm lượng của lớp giếng 30w.

Trong khi đó, như được thể hiện trên FIG.2B, lớp bao phủ 30c có thể được xen giữa lớp giếng 30w và lớp chắn 30b. Lớp bao phủ 30c có thể được tạo ra trước sự lắng đọng của lớp chắn 30b để ngăn chặn Indi (In) trong lớp giếng 30w không bị phân ly trong khi lớp chắn 30b được lắng đọng. Lớp bao phủ 30c có thể bao gồm Al, và có thể được tạo ra từ, ví dụ, AlGaN hoặc AlInGaN. Hợp phần Al của phần lớp bao phủ thứ nhất, nghĩa là, phần lớp bao phủ được bố trí trên bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29, và hợp phần Al của phần lớp bao phủ thứ hai, nghĩa là, phần lớp bao phủ được tạo ra trong hố dạng chữ V 29v có thể khác với nhau. Hàm lượng Al trong phần lớp bao phủ thứ nhất là cao hơn so với hàm lượng trong phần lớp bao phủ thứ hai. Ví dụ, hợp phần Al trong phần lớp bao phủ thứ nhất có thể là 10 % nguyên tử hoặc nhiều hơn, tốt hơn là 12 % nguyên tử hoặc lớn hơn, tương ứng với tổng hợp phần Al trong lớp bao phủ, và hợp phần Al trong phần lớp bao phủ thứ hai có thể là khoảng 5 % nguyên tử hoặc lớn hơn, tương ứng với tổng hợp phần Al trong lớp bao phủ.

Các lớp bao phủ 30c có thể được tạo ra để có độ dày cơ bản là giống với hoặc nhỏ hơn so với độ dày của lớp giếng 30w liền kề.

Lớp AlGaN loại p 31 được bố trí trên lớp chủ động 30. Lớp AlGaN loại p 31 có thể cũng được tạo ra trong hố dạng chữ V 29v. Tỷ lệ hợp phần của Al trong lớp AlGaN loại p 31 là thấp hơn tương đối khi được so với tỷ lệ hợp phần của Al được sử dụng trong lớp chặn điện tử. Thêm vào đó, tỷ lệ hợp phần của Al trong lớp AlGaN loại p 31 có thể nhỏ hơn so với tỷ lệ trong lớp bao phủ 30c. Ví dụ, lớp

AlGaIn loại p 31 có thể được biểu diễn bởi công thức tổng quát $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}$, trong đó x có thể lớn hơn 0 và nhỏ hơn 0,3. Trong khi đó, theo một phương án làm ví dụ, độ dày của lớp AlGaIn loại p 31 có thể ít hơn so với khoảng 100 nm, và theo một phương án làm ví dụ cụ thể, nó có thể là khoảng 70 nm.

Lớp chất bán dẫn nitrit loại p 33 có thể được tạo ra từ, ví dụ, GaN, lớp bán dẫn được pha tạp với các tạp chất loại p chẳng hạn như Mg. Lớp chất bán dẫn nitrit loại p 33 có thể là đơn lớp hoặc đa lớp, và có thể bao gồm lớp tiếp xúc loại p. Như được thể hiện trên FIG.1, lớp chất bán dẫn nitrit loại p 33 có thể có rãnh lõm trong hố dạng chữ V 29v. Vì lớp chất bán dẫn nitrit loại p 33 không điền đầy hoàn toàn hố dạng chữ V 29v, sự mất mát của ánh sáng được tạo ra trong lớp giếng 30w trong hố dạng chữ V 29v có thể được ngăn chặn.

FIG.4A là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điốt phát quang vàng theo ví dụ so sánh 1, và FIG.4B là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 1. FIG.5A là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điốt phát quang vàng theo ví dụ so sánh 1, và FIG.5B là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 1.

Trong ví dụ so sánh 1 và ví dụ thực hiện sáng chế 1, các lớp bán dẫn được phát triển dưới các điều kiện quy trình tương tự sử dụng tấm nền xa phía có bề mặt bên trên phẳng là tấm nền phát triển, nhưng các thời gian lắng phủ của lớp tạo ra các hố dạng chữ V 29 của chúng là khác nhau. Nghĩa là, trong ví dụ thực hiện sáng chế 1, thời gian lắng phủ của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 là dài hơn so với thời gian của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 trong ví dụ so sánh 1. Trong khi đó, ba lớp giếng được tạo ra trong ví dụ so sánh 1 và ví dụ thực hiện sáng chế 1, tương ứng.

Như được thể hiện trên FIG.4A và FIG.5A, ở dòng điện là 50 mA, ví dụ so sánh 1 thể hiện phổ của dải đơn có đỉnh đơn trong dải chiều dài bước sóng màu vàng. Ánh sáng được phát ra từ điốt phát quang của ví dụ so sánh 1 được biểu hiện màu vàng rõ rệt, như được thể hiện trên FIG.5A.

Như được thể hiện trên FIG.4B và FIG.5B, ở dòng điện là 50 mA, ví dụ

thực hiện sáng chế 1 thể hiện phổ của đa dải có mỗi dải có các đỉnh trong dải chiều dài bước sóng màu vàng, dải chiều dài bước sóng xanh lục, và dải chiều dài bước sóng xanh lam. Ánh sáng được phát ra từ điốt phát quang của ví dụ thực hiện sáng chế 1 được biểu hiện màu trắng lạnh, như được thể hiện trên FIG.5B.

Trong khi đó, FIG.6A là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điốt phát quang vàng theo ví dụ so sánh 1, và FIG.6B là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 1.

Như được thể hiện trên FIG.6A và FIG.6B, các kích thước của các hố dạng chữ V của nó sau khi các lớp chủ động được tạo ra là khoảng 309 nm và khoảng 362 nm, tương ứng, và do đó, có thể thấy rằng hố dạng chữ V của ví dụ thực hiện sáng chế 1 là sâu hơn so với độ sâu của hố dạng chữ V của ví dụ so sánh 1. Nghĩa là, kích thước của hố dạng chữ V có thể được điều chỉnh nhờ điều chỉnh thời gian lắng phủ của lớp tạo ra hố dạng chữ V.

Trong ví dụ so sánh 1 và ví dụ thực hiện sáng chế 1, độ dày của lớp tạo ra các hố dạng chữ V 29 là khác nhau, như được thể hiện trên FIG.6A và FIG.6B, và có thể hiểu rằng các kích thước của các hố dạng chữ V được ảnh hưởng tới các dải phổ. Cụ thể hơn, ví dụ thực hiện sáng chế 1 được thể hiện các đỉnh rõ rệt trong dải chiều dài bước sóng của ánh sáng xanh lam cùng với dải chiều dài bước sóng của ánh sáng xanh lục. Cần hiểu rằng phụ thuộc vào thực tế là phần lớp giếng thứ hai trong hố dạng chữ V 29v được tạo ra với các hợp phần khác nhau và/hoặc độ dày khác với nhau.

FIG.6C là ảnh TEM phóng to của kết cấu giếng lượng tử trên FIG.6B.

Như được thể hiện trên FIG.6C, có thể thấy rằng lớp bao phủ 30c chứa Al được tạo ra trên lớp giếng 30w, và lớp chắn 30b được tạo ra giữa chúng. Ở đây, có thể thấy rằng độ dày của lớp giếng 30w là khoảng 3,3 nm ~ 3,4 nm, độ dày của các lớp bao phủ 30c là khoảng 2,8 nm ~ 3,0 nm.

Trong khi đó, được xác nhận rằng phần lớp giếng thứ nhất có hàm lượng indi (In) cao hơn tương đối so với phần lớp giếng thứ hai thông qua sự phân tích thành phần thông qua APT (Atom Probe Tomography – chụp cắt lớp nguyên tử).

Trên đồ thị APT, hàm lượng Indi (In) của phần lớp giếng thứ nhất và hàm lượng Indi (In) của phần lớp giếng thứ hai là khoảng 25% và khoảng 10,6%, tương ứng, trong trường hợp của ví dụ so sánh 1, và khoảng 25,4% và khoảng 12,6%, tương ứng, trong trường hợp của ví dụ thực hiện sáng chế 1.

FIG.7A là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 2, và FIG.7B là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 3. Trong khi đó, FIG.8A là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 2, và FIG.8B là ảnh chụp thể hiện ánh sáng được phát ra từ điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 3. Thêm vào đó, FIG.9A là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 2, và FIG.9B là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điôt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 3.

Trong các ví dụ thực hiện sáng chế 2 và 3, tấm nền xa phía được tạo mẫu được sử dụng như là tấm nền phát triển, và các điều kiện phát triển của lớp tạo ra hố dạng chữ V 29 là giống với các điều kiện trong ví dụ thực hiện sáng chế 1, và năm lớp giếng được tạo ra trong kết cấu giếng lượng tử. Tuy nhiên, trong ví dụ thực hiện sáng chế 3, hàm lượng Indi (In) được chứa trong lớp giếng là ít hơn so với hàm lượng trong ví dụ thực hiện sáng chế 2.

Như được thể hiện trên FIG.7A và FIG.7B, cả hai ví dụ thực hiện sáng chế 2 và 3 được thể hiện phổ có đỉnh chiều dài bước sóng của ánh sáng xanh lam cùng với đỉnh chiều dài bước sóng của ánh sáng vàng. Thêm vào đó, khi dòng điện được tăng lên, cường độ của đỉnh chiều dài bước sóng dài được tăng lên nhiều hơn so với cường độ của đỉnh chiều dài bước sóng ngắn. Hơn nữa, cường độ của đỉnh chiều dài bước sóng ngắn được thể hiện giá trị cao nhất khi dòng điện là 500 mA, và nhỏ hơn so với giá trị khi dòng điện là 700mA.

Như được thể hiện trên FIG.8A và FIG.8B, dưới cùng dòng điện 300 mA, ví dụ thực hiện sáng chế 2 được thể hiện màu hồng, và ví dụ thực hiện sáng chế 3 được thể hiện ánh sáng trắng.

Như được thể hiện trên FIG.9A và FIG.9B, các kích thước của các hố dạng

chữ V theo các ví dụ thực hiện sáng chế 2 và 3 sau khi các lớp chủ động được tạo ra là khoảng 364 nm và khoảng 359 nm, tương ứng, giống với kích thước của hố dạng chữ V của ví dụ thực hiện sáng chế 1. Nghĩa là, có thể thấy rằng kích thước của hố dạng chữ V không bị ảnh hưởng đáng kể bởi loại của tấm nền xa phía phẳng hoặc tấm nền xa phía được tạo mẫu.

Trong khi đó, trên đồ thị APT, các hàm lượng Indi (In) của phần lớp giếng thứ nhất và phần lớp giếng thứ hai là khoảng 26,6% và about 11,6%, tương ứng, trong ví dụ thực hiện sáng chế 2, và khoảng 27% và khoảng 10%, tương ứng, trong ví dụ thực hiện sáng chế 3.

Ví dụ thực hiện sáng chế 1 sử dụng tấm nền xa phía có bề mặt phẳng, và các ví dụ thực hiện sáng chế 2 và 3 sử dụng tấm nền xa phía được tạo mẫu như là tấm nền phát triển, biểu thị rằng dải phổ của ánh sáng được phát ra từ điốt phát quang khác nhau phụ thuộc vào loại của tấm nền phát triển.

FIG.10 là đồ thị thể hiện phổ phát xạ của gói điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 4, và FIG.11 là ảnh TEM minh họa hố dạng chữ V của điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 4.

Điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 4 được tạo ra dưới điều kiện giống với điều kiện của ví dụ thực hiện sáng chế 2, ngoại trừ rằng thời gian lắng phủ của lớp tạo ra hố dạng chữ V được giảm xuống. Trong khi đó, điốt phát quang của ví dụ thực hiện sáng chế 4 được sản xuất là vi mạch có diện tích $480 \times 920 \mu\text{m}^2$, được hàn với khuôn trong suốt, và sau đó cường độ điện phát quang (EL) được đo đạc theo chiều dài bước sóng để thu được kết quả trên FIG.10.

Như được thể hiện trên FIG.10, điốt phát quang theo ví dụ thực hiện sáng chế 4 thể hiện rõ ràng đỉnh trong vùng màu xanh và đỉnh trong vùng màu vàng ở dòng điện là 50 mA hoặc nhiều hơn, và cường độ tăng lên tại đỉnh chiều dài bước sóng khi dòng điện tăng lên.

Như được thể hiện trên FIG.11, kích thước của miệng vào của hố dạng chữ V là khoảng 230nm. Được so sánh với trường hợp sử dụng tấm nền xa phía phẳng, khi tấm nền xa phía được tạo mẫu được sử dụng làm tấm nền phát triển, điốt phát

quang có hai đỉnh chiều dài bước sóng rõ rệt có thể được tạo ra ngay cả khi thông qua kích thước của hố dạng chữ V là tương đối nhỏ, như được thể hiện trên FIG.11. Trong khi đó, trong trường hợp sử dụng tấm nền xa phía phẳng, để tạo ra điốt phát quang có hai hoặc nhiều hơn đỉnh chiều dài bước sóng có hố dạng chữ V kích thước gần với 230 nm, tỉ lệ hợp phần Indi (In) của lớp giếng có thể tăng lên, khi được so sánh với trường hợp của sử dụng tấm nền xa phía được tạo mẫu.

Điốt phát quang được mô tả trên đây có thể được sản xuất với các vi mạch khác nhau và được sử dụng cho các mục đích khác nhau. Ví dụ, điốt phát quang có thể được sản xuất làm vi mạch điốt phát quang có kết cấu thẳng đứng, kết cấu hai bên, hoặc kết cấu chip lật. Thêm vào đó, điốt phát quang có thể được sản xuất làm vi mạch điốt phát quang có kích thước phổ thông, hoặc có thể được sản xuất như là LED cỡ micrô hoặc LED siêu nhỏ. Điốt phát quang có thể được sử dụng làm nguồn sáng chiếu sáng từ phía sau hoặc nguồn sáng hiển thị cũng như là nguồn sáng phát sáng.

Mặc dù một số phương án ưu tiên đã được mô tả ở đây, cần hiểu rằng các phương án ưu tiên này được cung cấp chỉ để minh họa và không được diễn giải theo bất kỳ cách nào mà làm giới hạn sáng chế. Cần hiểu rằng các dấu hiệu kỹ thuật hoặc các thành phần của phương án ưu tiên làm ví dụ có thể cũng được áp dụng cho các phương án khác mà không nằm ngoài nguyên lý cơ bản và phạm vi của sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Điốt phát quang bao gồm:

lớp chất bán dẫn nitrit loại n;

lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V;

lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V; và

lớp chất bán dẫn nitrit loại p được bố trí phía trên lớp chủ động, trong đó:

lớp chủ động bao gồm lớp giếng, lớp giếng bao gồm phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V, và

điốt phát quang phát ra ánh sáng có ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng tại mức vi mạch đơn mà không sử dụng photpho, ít nhất hai đỉnh chiều dài bước sóng này bao gồm đỉnh chiều dài bước sóng thứ nhất và ít nhất là một đỉnh chiều dài bước sóng thứ hai; và

trong đó phần lớp giếng thứ nhất phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng thứ nhất, và phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có ít nhất là một đỉnh chiều dài bước sóng thứ hai.

2. Điốt phát quang theo điểm 1, trong đó:

phần lớp giếng thứ nhất phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng vàng, và

phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng xanh lam.

3. Điốt phát quang theo điểm 1, trong đó:

phần lớp giếng thứ nhất phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng vàng, và

phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng xanh lam và ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng xanh lục.

4. Điốt phát quang theo điểm 1,

trong đó phần lớp giếng thứ nhất có hàm lượng indi (In) cao hơn so với hàm lượng của phần lớp giếng thứ hai.

5. Điốt phát quang theo điểm 4,

trong đó phần lớp giếng thứ nhất là dày hơn so với phần lớp giếng thứ hai.

6. Điốt phát quang theo điểm 1, trong đó điốt này còn bao gồm:

lớp $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ loại p được xen giữa lớp chủ động và lớp chất bán dẫn nitrit loại p,

trong đó tỉ lệ hợp phần x của Al trong lớp $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ loại p là lớn hơn 0 và nhỏ hơn 0,3.

7. Điốt phát quang theo điểm 6,

trong đó lớp $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ loại p có độ dày nhỏ hơn so với 100 nm.

8. Điốt phát quang theo điểm 1,

trong đó lớp tạo ra hố dạng chữ V có độ dày lớn hơn 450 nm.

9. Điốt phát quang theo điểm 8,

trong đó hố dạng chữ V được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V bao gồm hố dạng chữ V có chiều rộng có miệng vào lớn hơn 230 nm.

10. Điốt phát quang theo điểm 1, trong đó:

lớp chủ động có kết cấu đa giếng lượng tử có nhiều lớp giếng và nhiều các

lớp chắn,

lớp chủ động còn bao gồm lớp bao phủ bao phủ lớp giếng và được xen giữa lớp giếng và lớp chắn, và

lớp bao phủ chứa Al.

11. Điốt phát quang theo điểm 10,

trong đó lớp bao phủ chứa mười (10) % nguyên tử hoặc nhiều hơn của Al tương ứng với tổng hợp phần Al trong lớp bao phủ.

12. Điốt phát quang theo điểm 1,

trong đó lớp chất bán dẫn nitrit loại p bao gồm phần lõm trên hố dạng chữ V.

13. Điốt phát quang theo điểm 1,

trong đó lớp chủ động tiếp xúc với lớp tạo ra hố dạng chữ V.

14. Điốt phát quang bao gồm:

lớp chất bán dẫn nitrit loại n;

lớp tạo ra hố dạng chữ V được bố trí trên lớp chất bán dẫn nitrit loại n và có hố dạng chữ V;

lớp chủ động được bố trí trên lớp tạo ra hố dạng chữ V;

lớp AlGaIn loại p được bố trí trên lớp chủ động; và

lớp chất bán dẫn nitrit loại p được bố trí trên lớp AlGaIn loại p, trong đó:

lớp chủ động bao gồm lớp giếng, lớp chặn và lớp bao phủ, lớp giếng bao gồm phần lớp giếng thứ nhất được tạo ra dọc theo bề mặt phẳng của lớp tạo ra hố dạng chữ V và phần lớp giếng thứ hai được tạo ra trong hố dạng chữ V của lớp tạo ra hố dạng chữ V, và

phần lớp giếng thứ nhất phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng thứ

nhất và phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có đỉnh chiều dài bước sóng thứ hai khác với đỉnh chiều dài bước sóng thứ nhất; và

lớp bao phủ được tạo ra xen giữa lớp giếng và lớp chặn và bao gồm thành phần Al sao cho hàm lượng Al của thành phần Al được tạo ra trên phần lớp giếng thứ nhất là khác với hàm lượng Al của thành phần Al được tạo ra trên phần lớp giếng thứ hai; và

trong đó điốt phát quang không bao gồm photpho.

15. Điốt phát quang theo điểm 14,

trong đó phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có chiều dài bước sóng ngắn hơn so với chiều dài bước sóng của ánh sáng được phát ra từ phần lớp giếng thứ nhất.

16. Điốt phát quang theo điểm 15,

trong đó phần lớp giếng thứ hai phát ra ánh sáng có ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng, ít nhất là hai đỉnh chiều dài bước sóng này là khác với đỉnh chiều dài bước sóng thứ nhất.

17. Điốt phát quang theo điểm 14,

trong đó lớp AlGaIn loại p được biểu diễn bởi công thức tổng quát của $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_y\text{N}_z$, và tỉ lệ hợp phần x của Al trong lớp AlGaIn loại p là lớn hơn 0 và nhỏ hơn 0,3.

18. Điốt phát quang theo điểm 17,

trong đó lớp AlGaIn loại p có độ dày nhỏ hơn so với 100 nm.

19. Điốt phát quang theo điểm 14, trong đó:

lớp tạo ra hố dạng chữ V có độ dày lớn hơn 450 nm, và

hố dạng chữ V được tạo ra trong lớp tạo ra hố dạng chữ V bao gồm hố dạng chữ V có chiều rộng có miệng vào lớn hơn 230 nm.

FIG.1

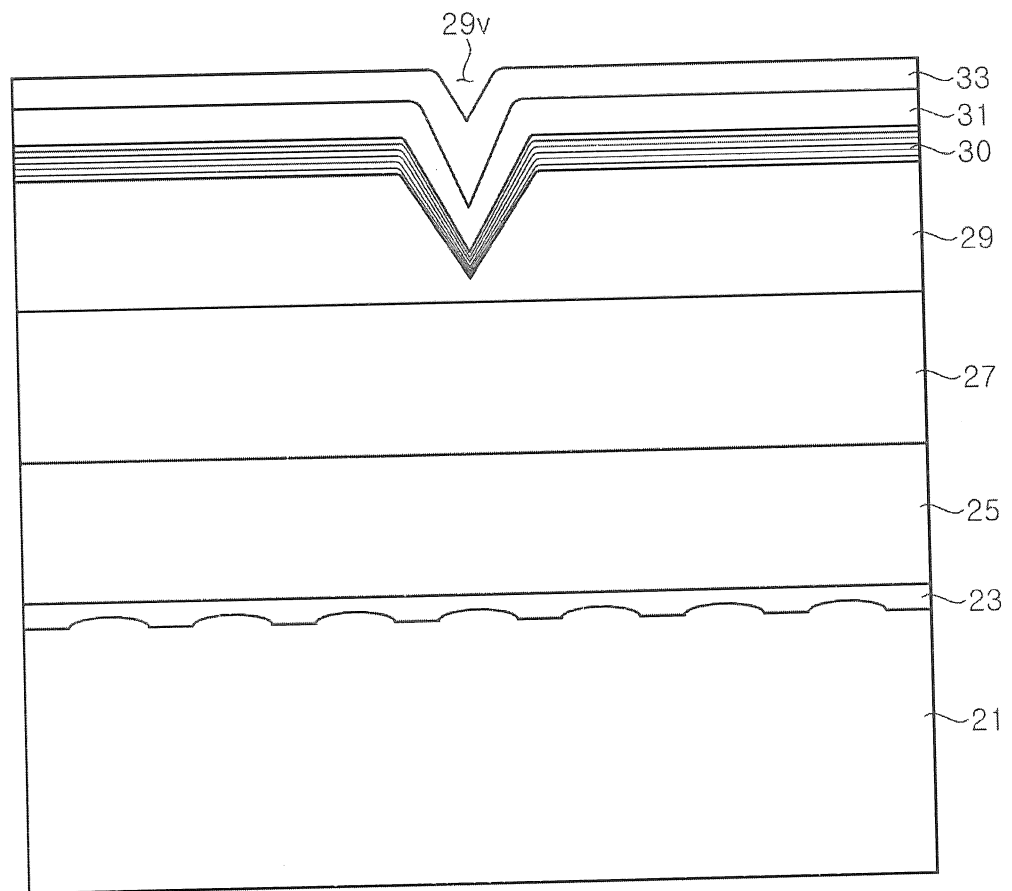


FIG.2A

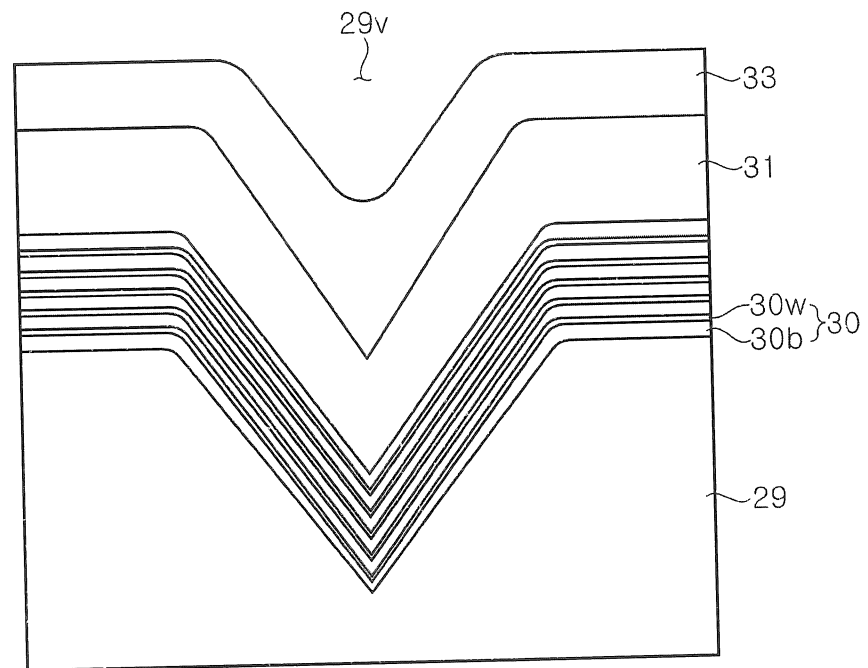


FIG.2B

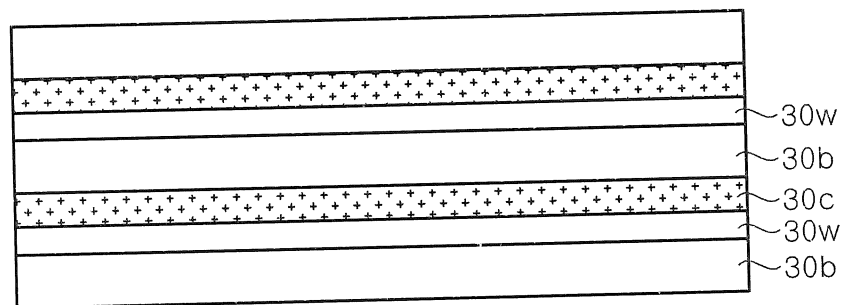


FIG.3

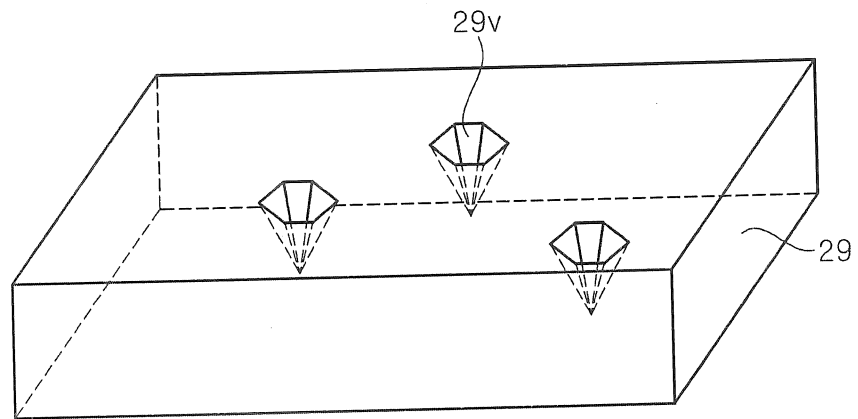


FIG.4A

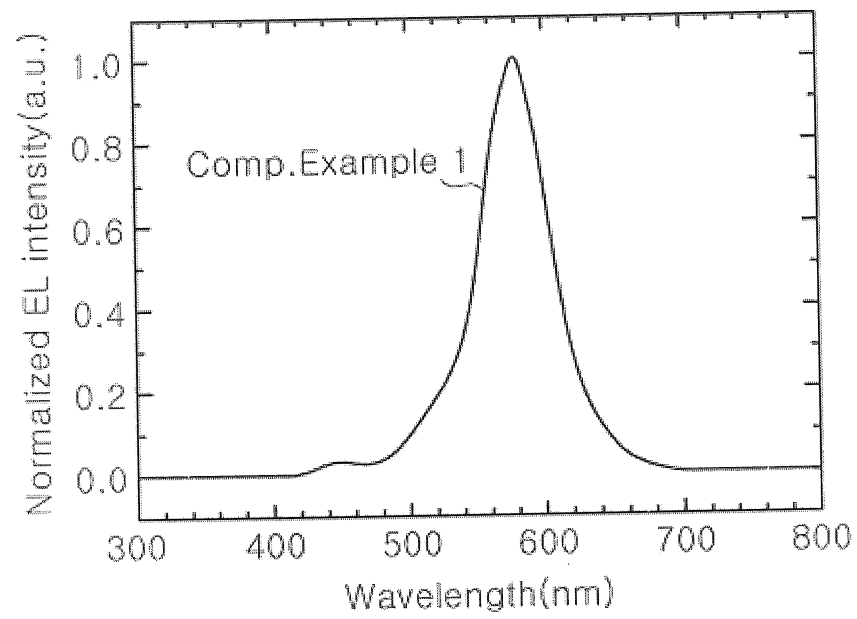


FIG.4B

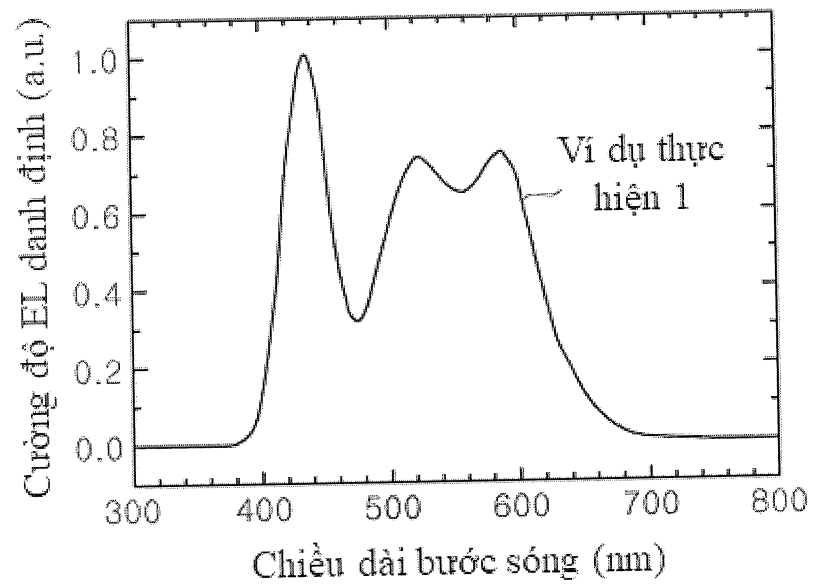


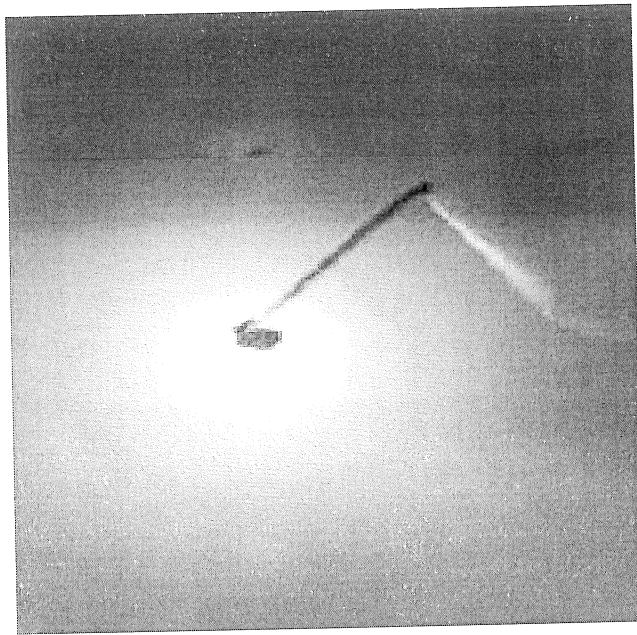
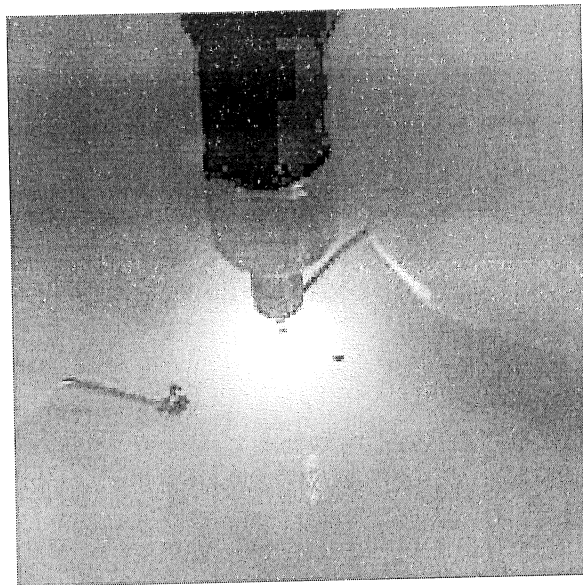
FIG.5A**FIG.5B**

FIG.6A

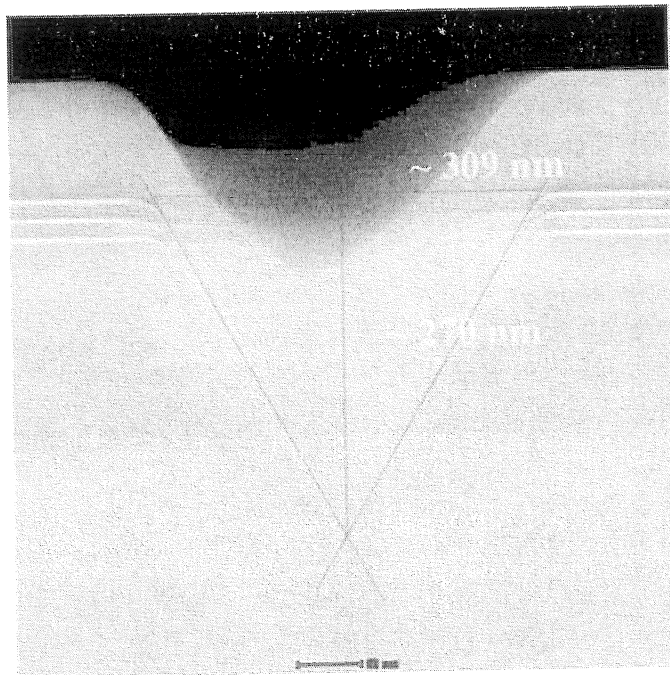


FIG.6B

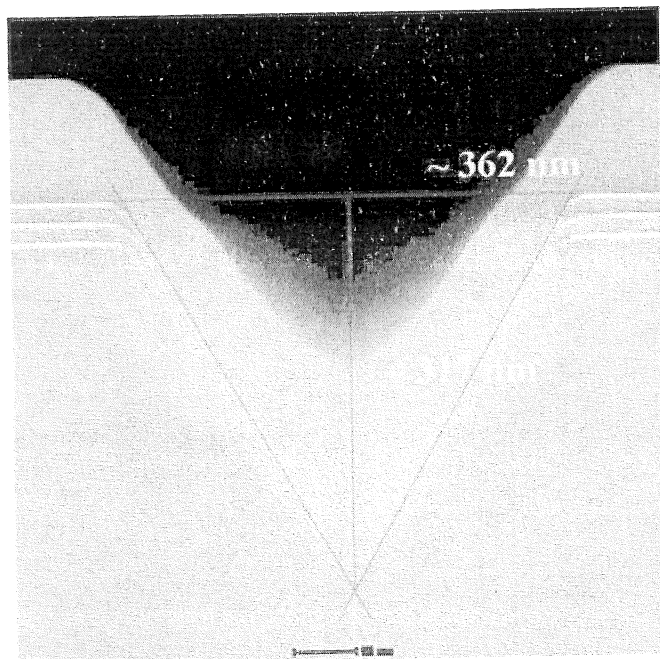


FIG.6C

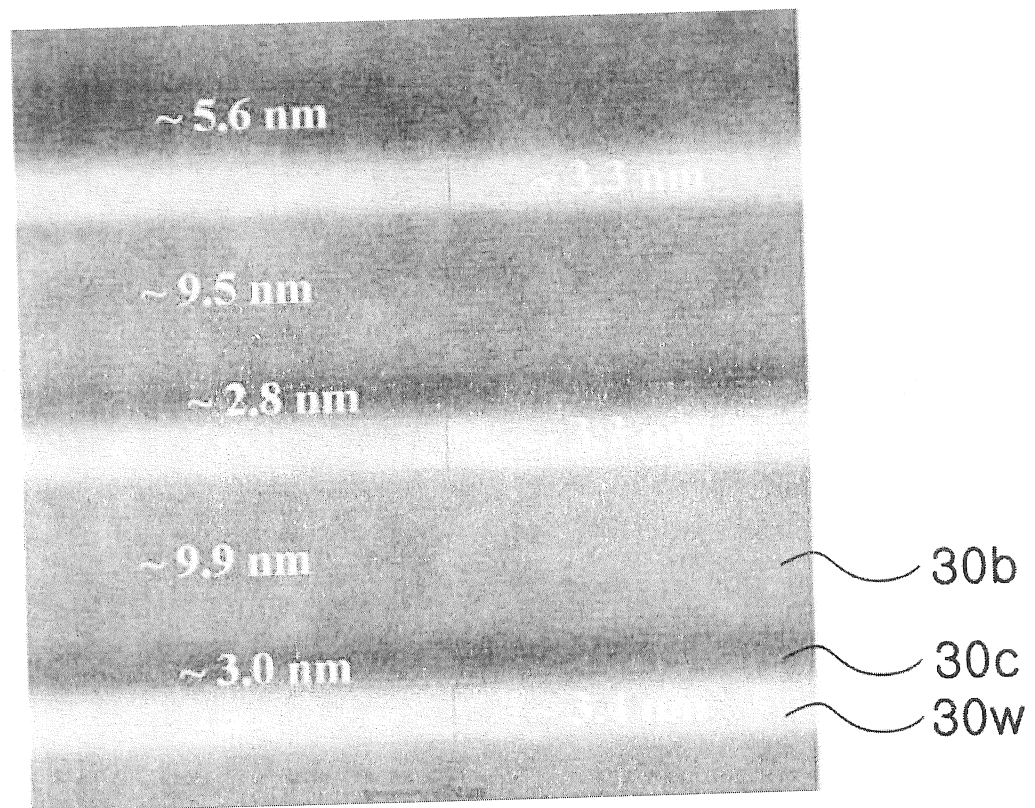


FIG.7A

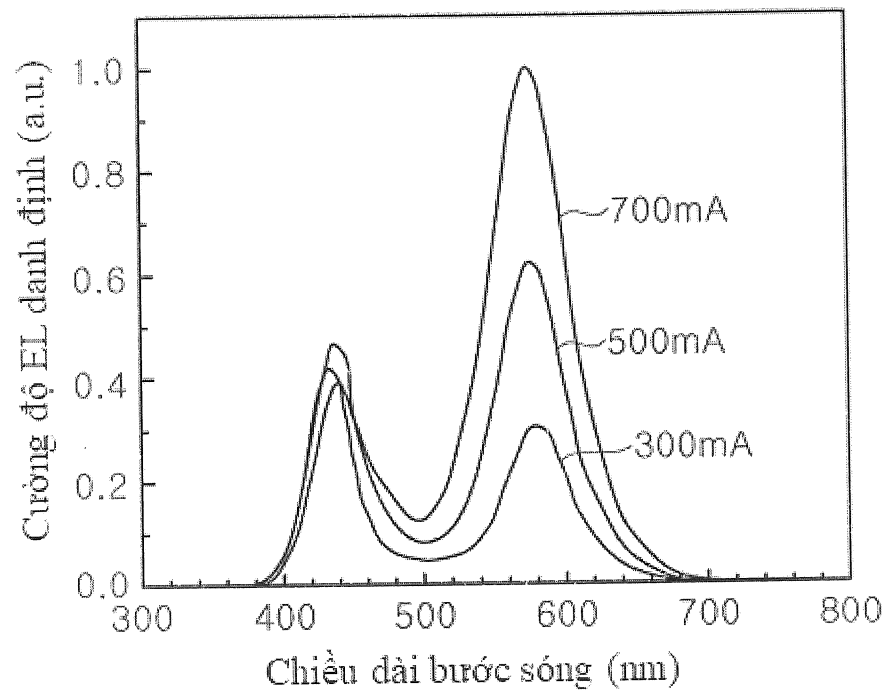


FIG.7B

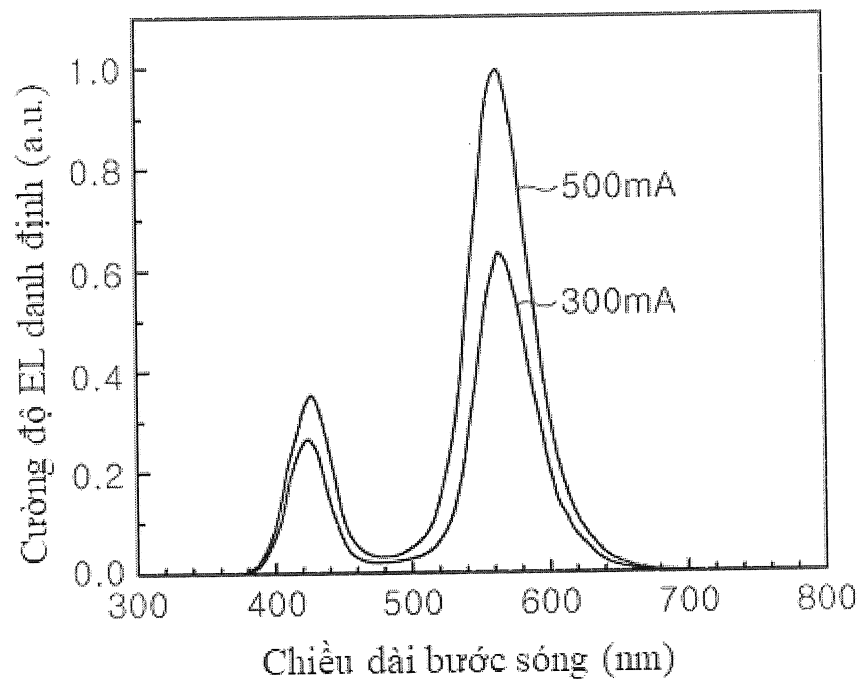


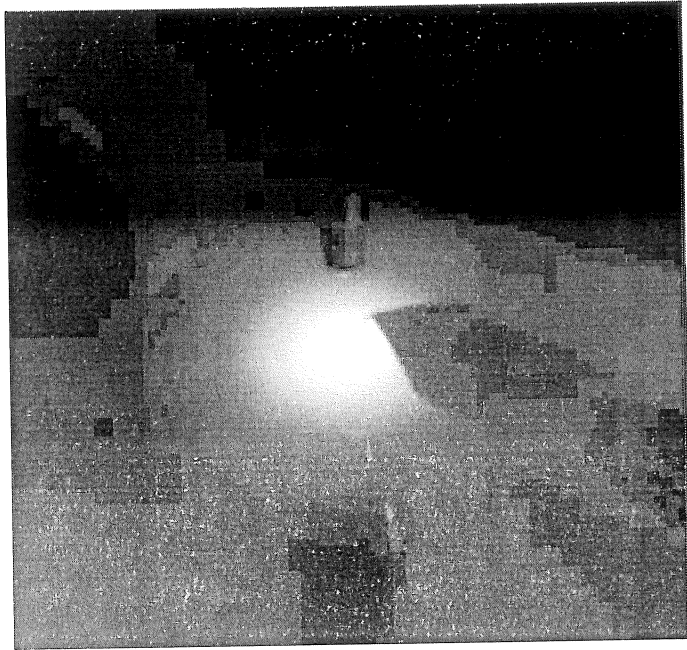
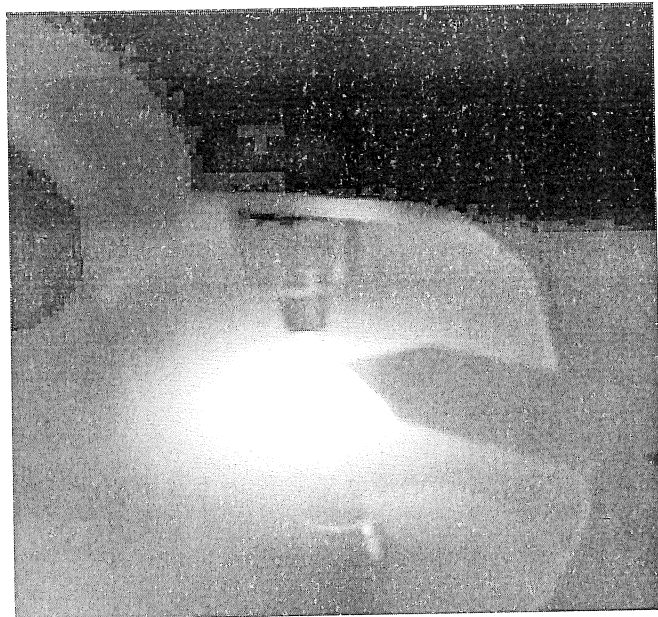
FIG.8A**FIG.8B**

FIG.9A

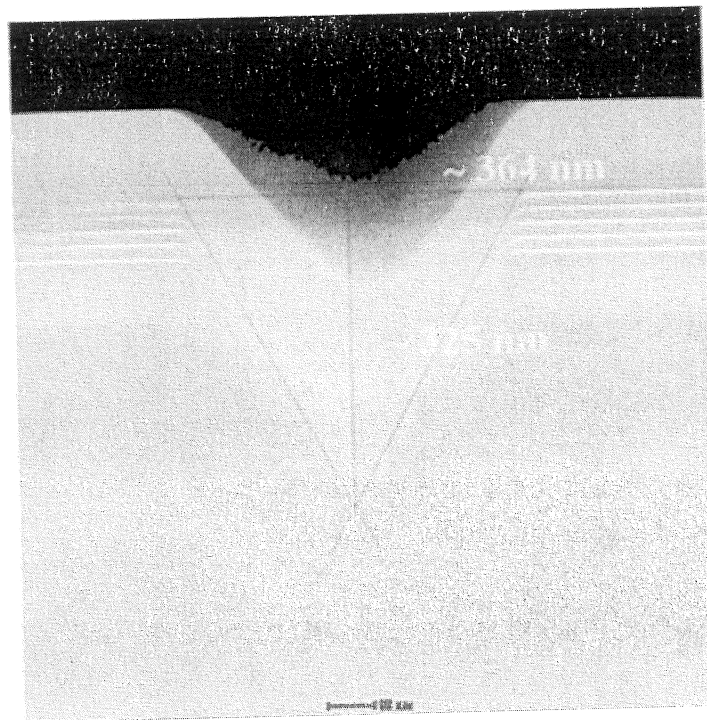


FIG.9B

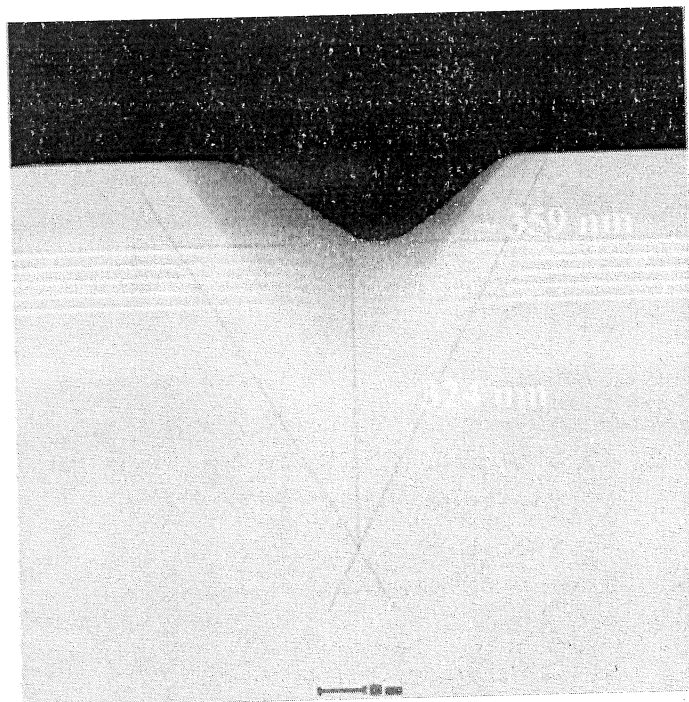


FIG.10

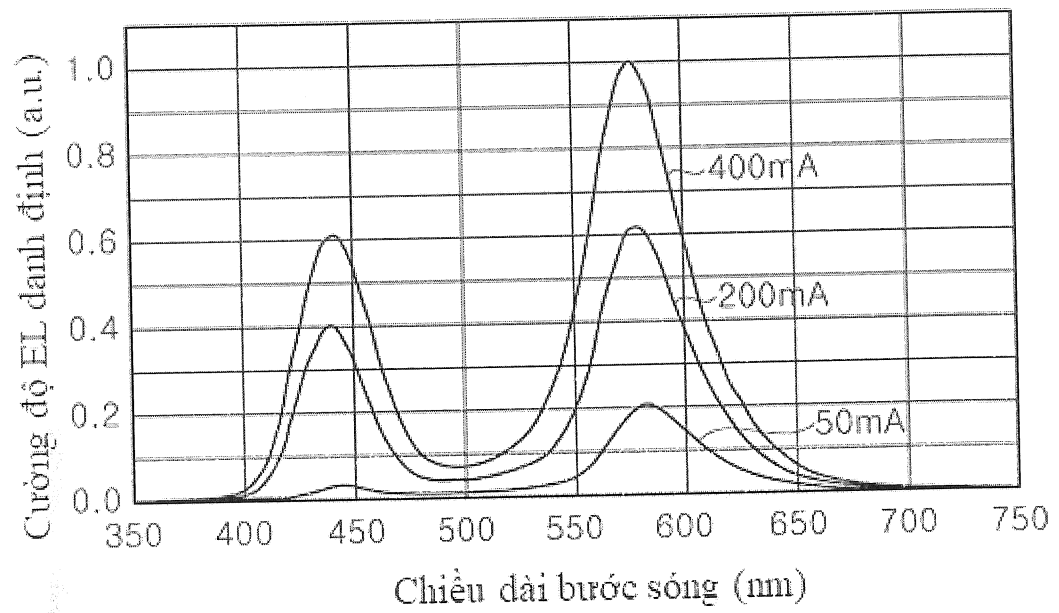


FIG.11

