



(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)



1-0053732

(51)<sup>2020.01</sup> H05B 33/00

(13) B

(21) 1-2022-01139

(22) 23/02/2022

(30) 1-2021-2461 04/05/2021 VN

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2022 409A

(73) Trường Đại học Phenikaa (VN)

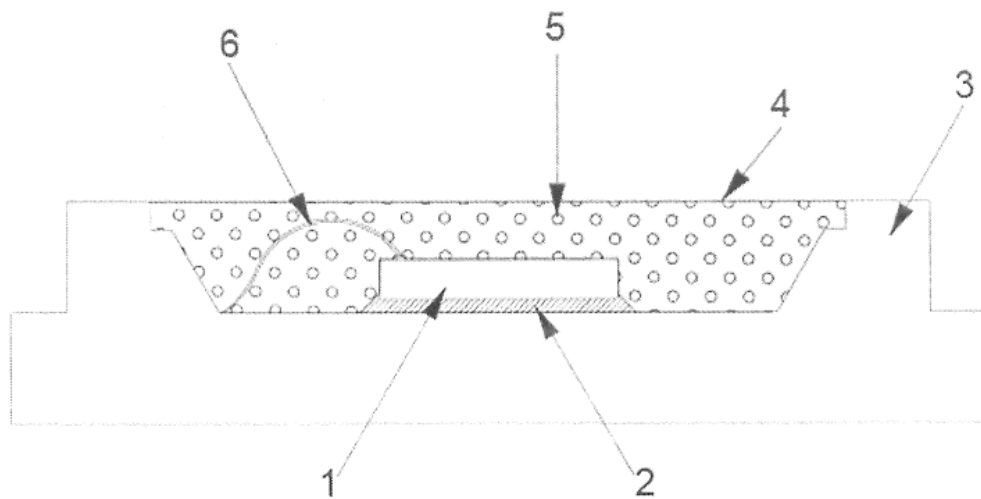
Phường Yên Nghĩa, Quận Hà Đông, Hà Nội

(72) PHẠM THÀNH HUY (VN); Đào Xuân Việt (VN); Nguyễn Đức Trung Kiên (VN);  
Hồ Xuân Năng (VN); Dương Phúc Lâm (VN).

(54) LED XANH DA TRỜI VÀ QUY TRÌNH CHẾ TẠO LED XANH DA TRỜI

(21) 1-2022-01139

(57) Sáng chế đề xuất LED xanh da trời có cấu trúc bao gồm: chip LED xanh nhạt (1) có bước sóng đỉnh 465-475 nm, keo bạc dẫn nhiệt (2), dây vàng (6), khung (leadframe) (3) có cực phản xạ, silicon hai thành phần (4) (bao gồm chất đóng rắn và silicon) và vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam (5) có bước sóng đỉnh trong khoảng từ 485 nm đến 505 nm. LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời có bước sóng đỉnh 480-485 nm, bán độ rộng phổ khoảng 40 nm phù hợp với phổ tác động sinh học Melanopic.



Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến LED (Light Emitting Diode, điốt phát quang) xanh da trời và quy trình chế tạo LED. Cụ thể là LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời có bước sóng đỉnh 480-485 nm, bán độ rộng phổ khoảng 40 nm lớn hơn bán độ rộng phổ của LED đơn sắc xanh lục lam (khoảng 20-30 nm) và vật liệu huỳnh quang xanh lục lam (khoảng 30 nm), quang phổ phù hợp với phổ tác động sinh học Melanopic, dùng để kết hợp với LED trắng thông thường tạo thành đèn LED HCL (Human Centric Lighting, chiếu sáng vì con người).

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

Ánh sáng đóng vai trò vô cùng quan trọng trong sự sống của con người. Nếu như các hiệu ứng thị giác đã được tìm hiểu và nghiên cứu kỹ lưỡng thì bắt đầu từ cuối thế kỷ 20 - đầu thế kỷ 21 đến nay, các nghiên cứu, đánh giá về các tác động sinh học hay còn gọi là các tác động phi thị giác của ánh sáng đối với con người đã và đang được thực hiện với nhiều nghiên cứu, phát hiện có tính đột phá, định hướng cho sự phát triển của một xu hướng chiếu sáng mới: chiếu sáng lấy con người làm trung tâm (HCL: Human Centric Lighting), đáp ứng cả nhu cầu thị giác và phi thị giác cho con người. Hai trong số những phát hiện đột phá nhất phải kể đến là việc khám phá ra tế bào hạch cảm quang trong võng mạc tác động trực tiếp đến nhịp sinh học của con người và việc khám phá ra loại gen điều khiển đồng hồ sinh học trong cơ thể do tác động của ánh sáng đạt giải Nobel Y học năm 2017.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu trước đây, Ủy ban Chiếu sáng Quốc tế (Commission Internationale de l'Éclairage) đã ban hành một tiêu chuẩn quốc tế, CIE S026:2018 (CIE 2018), xác định một hệ thống đo lường bức xạ quang học cho các phản ứng phi thị giác (phản ứng sinh học) của ánh sáng. Tiêu chuẩn CIE S026:2018 xác định chức năng và tác động của ánh sáng với cả 5 loại tế bào cảm quang trên võng mạc (tế bào hình que, tế bào hình nón S, M, L và tế bào ipRGC). CIE ủng hộ quan

điểm cho rằng các phản ứng sinh học của ánh sáng chủ yếu được tạo ra thông qua các tế bào ipRGC, ngoài ra chúng cũng chịu tác động của các tế bào nón và tế bào que. Phản ứng của ánh sáng với 5 loại tế bào cảm quang trên được đặt tên lần lượt là: S-cone-opic, M-cone-opic, L-cone-opic, Rhodopic, Melanopic, gọi chung là  $\alpha$ -opic.

Mặc dù, CIE ủng hộ quan điểm cho rằng ánh sáng tác động lên cả 5 tế bào cảm quang đều có thể gây ra các tác động sinh học ở con người, tuy nhiên dựa trên các nghiên cứu đã được thực hiện, CIE đánh giá việc tác động của ánh sáng với các tế bào ipRGC chứa melanopsin đóng vai trò chủ yếu trong việc xác định các tác động sinh học của ánh sáng. Do đó, có 2 đại lượng quan trọng nhất được quan tâm chú ý đến ở đây là: Tỷ lệ hiệu suất phát xạ melanopic chuẩn hóa D65, MDER (Melanopic Daylight (D65) Efficacy Ratio) và Độ rọi melanopic tương đương chuẩn hóa D65, MEDI (Melanopic Equivalent Daylight (D65) Illuminance). Trong đó, MDER về bản chất tương tự như tỷ lệ M/P theo cách tính của Lucas là đại lượng đặc trưng cho hiệu quả tác động sinh học của quang phổ nguồn sáng; còn MEDI đặc trưng cho lượng ánh sáng gây tác động sinh học ở người, liên quan đến cả quang phổ cũng như giá trị độ rọi do nguồn sáng gây ra tại mắt người.

Các nguồn sáng nhân tạo truyền thống được sử dụng trong chiếu sáng nhân tạo như là đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang, đèn halogen, đèn metal halide có quang phổ nhất định, không thể tùy biến để tạo được ánh sáng gây tác động sinh học. Nguồn sáng LED, với khả năng tùy biến quang phổ bằng cách ghép các LED đơn sắc hoặc phủ vật liệu huỳnh quang lên chip LED, là nguồn sáng nhân tạo linh hoạt, có tiềm năng được ứng dụng trong chiếu sáng HCL. Hiện nay, LED trắng ấm và trắng lạnh được sử dụng phổ biến, tuy nhiên LED trắng ấm và trắng lạnh thông thường vẫn chưa phải là loại LED có tác động sinh học như mong muốn do thiếu vùng ánh sáng xanh lục lam hay nói cách khác ít tác động đến tế bào cảm quang Melanopic. Để phát triển nguồn sáng LED có tác động sinh học cao, cộng đồng công nghệ đã tìm cách bổ sung thêm vùng ánh sáng xanh lục làm sao cho M/P đủ cao bằng các cách như sau: i) Sử dụng thêm

LED xanh lục lam đơn sắc; ii) Sử dụng thêm chip LED xanh lục lam đơn sắc; iii) Sử dụng thêm LED phủ photophor xanh lục lam.

Cách tiếp cận thứ nhất là chế tạo đèn LED trắng có bổ sung thêm LED đơn sắc xanh lục lam, cụ thể đèn LED trắng được làm từ tổ hợp các LED đơn sắc gồm LED xanh, LED xanh lục lam, LED đỏ và LED trắng. Tài liệu WO2019/139636A1 đã đề xuất hệ thống 3 kênh từ LED xanh, LED xanh lục lam, LED đỏ và điều khiển dòng điện ở từng kênh để tạo ra ánh sáng có CRI (Color Rendering Index = chỉ số hoàn màu) cao và có tác động sinh học. Tài liệu WO2021/030272A1 đã đề xuất hệ thống 4 kênh từ LED xanh có bước sóng đỉnh trong khoảng 420-480 nm, LED xanh lục lam có bước sóng đỉnh trong khoảng 450-530 nm, LED xanh lá cây có bước sóng đỉnh trong khoảng 510-590 nm, LED đỏ có bước sóng đỉnh trong khoảng 510-780 nm và điều khiển dòng điện ở từng kênh để có CRI >85 và CCT > 3000 K. Tài liệu US2018/9913341B2 đã đề xuất đèn LED có khả năng ức chế melatonin từ tổ hợp LED xanh 450 nm, LED xanh lục lam 475-495 nm, LED đỏ 630 nm và LED trắng. Cách tiếp cận này đều sử dụng LED đơn sắc xanh lục lam có quang phổ hẹp với bán độ rộng cỡ 20-30 nm.

Cách tiếp cận thứ hai là chế tạo LED trắng có bổ sung thêm chip LED đơn sắc xanh lục lam, cụ thể LED trắng được làm từ chip LED xanh lục lam và vật liệu huỳnh quang. Tài liệu US2014/0263073A1, US2006/7075225B2 đã đề xuất LED có CRI cao từ tổ hợp chip LED xanh lục lam phát xạ 490-530 nm, vật liệu huỳnh quang hấp thụ ánh sáng xanh lục lam và phát xạ ánh sáng đỏ và đỏ da cam 590-650 nm. Giải pháp khác tương đương là chế tạo LED từ tổ hợp chip LED xanh, chip LED xanh lục lam và vật liệu huỳnh quang. Tài liệu US2015/0060907A1, US2015/8963168B1 đã đề xuất LED từ chip LED xanh 450 nm, chip LED xanh lục lam 490 nm và vật liệu huỳnh quang YAG để tạo ra LED trắng có CRI cao. Cách tiếp cận này đều sử dụng chip LED đơn sắc xanh lục lam có quang phổ hẹp với bán độ rộng cỡ 20-30 nm.

Cách tiếp cận thứ ba là chế tạo đèn LED trắng có bổ sung thêm LED phủ phốt pho xanh lục lam, cụ thể đèn LED trắng được làm từ tổ hợp LED xanh, LED đỏ và LED phủ phốt pho xanh lục lam. Tài liệu WO2020/028195A1 đề xuất hệ thống 4 kênh từ LED xanh, LED đỏ, LED phủ phốt pho xanh lục lam (kích thích bởi chip LED ánh sáng xanh bước sóng ngắn), LED phủ phốt pho xanh lục lam (kích thích bởi chip LED ánh sáng xanh bước sóng dài) và điều khiển dòng điện ở từng kênh để tạo ra ánh sáng có CRI cao. Trong đó LED xanh lục lam kích bởi chip xanh bước sóng ngắn (short-blue-pumped cyan) có tọa độ màu tại (0,373;0,4978) và LED xanh lục lam kích thích bởi chip LED xanh bước sóng dài (long-blue-pumped cyan) có tọa độ màu tại (0,2934;0,4381). Tài liệu [<http://www.cqvip.com/qk/92489x/201205/41980892.html>] đề xuất LED phát xạ xanh lam và xanh lục có tọa độ màu (0,0920;0,4282) và (0,1129;0,2230). Tuy nhiên các tài liệu vừa nêu đều chưa quan tâm đến vai trò phi thị giác của ánh sáng, cụ thể hơn là chưa so sánh quang phổ của LED chế tạo được với phổ tác động sinh học Melanopic. Tài liệu VN 29668 đã đề xuất LED phủ phốt pho xanh lục lam từ chip LED xanh bước sóng ngắn 440-465 nm và vật liệu huỳnh quang xanh lục lam 480-500 nm. LED theo sáng chế VN 29668 phát xạ ánh sáng xanh & xanh lục phù hợp với phổ tác động sinh học và có tọa độ màu từ điểm (0,1325;0,1985) đến điểm (0,1269;0,2391). Tuy nhiên, quang phổ của LED này có 2 đỉnh và các đỉnh này chưa khớp với đỉnh của phổ tác động sinh học Melanopic.

Ngoài ra, tài liệu [Composition and structure design of three-layered composite phosphors for high color rendering chip-on-board light-emitting diode devices, Xin Liu et al., Journal of Advanced Ceramics volume 10, pages729–740, 2021] có đề xuất LED trắng có hệ số trả màu cao. LED này được làm từ chip LED xanh 450 nm và vật liệu huỳnh quang  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2\text{:Eu}$  (phát xạ xanh lục 492 nm),  $(\text{Sr,Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$  (phát xạ đỏ 643 nm)  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}\text{:Ce}$  (phát xạ vàng 530 nm). Ở đây, các vật liệu huỳnh quang được trộn với silicone và tạo thành các tấm mỏng rồi đặt các tấm mỏng lên phía trên chip LED xanh 450 nm. Giải pháp này có sử dụng vật liệu huỳnh quang  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2\text{:Eu}$  nhằm tăng cường ánh sáng xanh lục. Tuy nhiên, khi kết hợp 3 vật liệu

huỳnh quang trên một LED thì có xảy ra hiện tượng tái hấp thụ do vật liệu huỳnh quang  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  hấp thụ ánh sáng xanh lục sinh ra bởi  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ . Do đó, LED trắng này có hệ số hoàn màu cao nhưng vùng ánh sáng xanh lục thấp và không phù hợp với phổ tác động sinh học Melatopic.

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

Sáng chế đề xuất LED xanh da trời giải quyết các hạn chế nêu ra ở trên.

Mục đích của sáng chế là đề xuất LED xanh da trời phát xạ ánh sáng xanh da trời (từ chip LED xanh nhạt và vật liệu huỳnh quang xanh lục lam) và quy trình chế tạo LED này. LED chế tạo theo sáng chế này có đỉnh quang phổ phù hợp gần như hoàn toàn với đỉnh của phổ tác động sinh học Melanopic và có tọa độ màu từ điểm (0,1179;0,2052) đến điểm (0,1126;0,2484)

Cụ thể, sáng chế đề xuất LED xanh da trời bao gồm:

chip LED xanh nhạt (1) có bước sóng đỉnh 465-475 nm được cố định trên cốc phản xạ trong khung (leadframe) (3) bởi keo bạc dẫn nhiệt (2), được kết nối điện qua dây micro vàng (6), trong đó, trên bề mặt chip LED (1) được phủ hỗn hợp silicon hai thành phần (4) (bao gồm chất đóng rắn và silicon với tỷ lệ khối lượng thành phần chất đóng rắn: silicon là 1:10) và vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam (5) có bước sóng đỉnh trong khoảng từ 485 nm đến 505 nm được phân tán đều trong hỗn hợp silicon hai thành phần với tỉ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam so với tổng khối lượng hỗn hợp là trong khoảng 7%-9%; và,

LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời (bước sóng đỉnh 480-485 nm, bán độ rộng phổ khoảng 40 nm) phù hợp với phổ tác động sinh học Melanopic và tọa độ màu trong hệ không gian màu tiêu chuẩn 1931 CIE Chromaticity Diagram từ điểm (0,1179;0,2052) đến điểm (0,1126;0,2484) tương ứng với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam nêu trên so với tổng khối lượng hỗn hợp là trong khoảng 7%-9%.

Theo một phương án khác, sáng chế đề cập tới quy trình chế tạo LED xanh da trời bao gồm:

Bước 1: Làm sạch và sấy khung (leadframe) trước khi đưa vào sử dụng. Bước 2: Hàn chip LED xanh nhạt vào tâm của cốc phản xạ của khung bằng keo bạc dẫn nhiệt. Bước 3: Sấy keo bạc dẫn nhiệt tại nhiệt độ 175 °C trong khoảng thời gian 45 phút. Bước 4: Hàn dây vàng micro để kết nối điện từ chip LED sang khung. Bước 5: Phối trộn vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam với hỗn hợp silicon hai thành phần (tỷ lệ về khối lượng chất đóng rắn: silicon là 1:10) với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang so với tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng 7-9%. Bước 6: Tiến hành phun phủ hỗn hợp vào không gian giữa cốc phản xạ và chip LED sao cho mặt trên phẳng. Bước 7: Sấy LED tại nhiệt độ 80-150 °C trong khoảng thời gian 60 phút.

#### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 là hình vẽ mặt cắt dọc thể hiện các bộ phận của LED xanh da trời theo sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện phổ kích thích và phổ phát xạ (bán độ rộng phổ khoảng 30 nm) của vật liệu huỳnh quang xanh lục lam;

Hình 3 là hình vẽ thể hiện quang phổ của các LED xanh da trời có bước sóng đỉnh 480, 482, 484 nm với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam so với tổng khối lượng hỗn hợp tương ứng là 7%, 8% và 9%;

Hình 4 là hình vẽ thể hiện quang phổ của LED xanh da trời với bước sóng đỉnh 484 nm và bán độ rộng phổ khoảng 40 nm phù hợp với phổ tác động sinh học Melanopic;

Hình 5 là hình vẽ thể hiện tọa độ màu của các LED xanh da trời khi thay đổi tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam có bước sóng đỉnh 495 nm so với tổng khối lượng hỗn hợp từ 0% đến 15%, trong đó tỷ lệ 7%, 8%, 9% có tọa độ màu tương ứng là (0,1179;0,2052), (0,1150;0,2236) và (0,1126;0,2484).

### Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, các hình vẽ này nhằm mục đích minh họa các phương án của sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ sáng chế.

Giải pháp theo sáng chế là sự phát triển tiếp tục theo một số khía cạnh của các phương án được đề xuất trong đơn 1-2021-02461 nộp trước đó của chính tác giả, đơn này đã đề xuất LED phủ phát quang xanh lục lam từ chip LED xanh bước sóng ngắn 440-465 nm và vật liệu huỳnh quang xanh lục lam 480-500 nm, có cấu trúc chip LED tương tự và sử dụng loại vật liệu huỳnh quang  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$  phát xạ xanh lục lam bước sóng đỉnh tại 495 nm. Các khía cạnh nêu trên của đơn 1-2021-02461 được tích hợp trong giải pháp của sáng chế này.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất LED xanh da trời bao gồm:

chip LED xanh nhạt 1 có bước sóng đỉnh 465-475 nm, keo bạc dẫn nhiệt 2, dây vàng 6, khung (leadframe) 3 có cốc phản xạ, silicon hai thành phần 4 (bao gồm chất đóng rắn và silicon với tỷ lệ khối lượng thành phần chất đóng rắn: silicon là 1:10) và vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam 5 có bước sóng đỉnh trong khoảng từ 485 nm đến 505 nm được phân tán đều trong hỗn hợp silicon hai thành phần với tỉ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam so với tổng khối lượng hỗn hợp là trong khoảng 7%-9%.

LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời (bước sóng đỉnh 480-485 nm, bán độ rộng phổ khoảng 40 nm) phù hợp với phổ tác động sinh học Melanopic và tọa độ màu trong hệ không gian màu tiêu chuẩn 1931 CIE Chromaticity Diagram từ điểm (0,1179;0,2052) đến điểm (0,1126;0,2484) tương ứng với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam nêu trên so với tổng khối lượng hỗn hợp là trong khoảng 7%-9%.

Theo khía cạnh tiếp theo, sáng chế đề xuất quy trình chế tạo LED xanh da trời bao gồm:

Bước 1: Làm sạch và sấy khung (leadframe) trước khi đưa vào sử dụng. Bước 2: Hàn chip LED xanh nhạt vào tâm của cóc phản xạ của khung bằng keo bạc dẫn nhiệt. Bước 3: Sấy keo bạc dẫn nhiệt tại nhiệt độ 175 °C trong khoảng thời gian 45 phút. Bước 4: Hàn dây vàng micro để kết nối điện từ chip LED sang khung. Bước 5: Phối trộn vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam với hỗn hợp silicon hai thành phần (tỷ lệ về khối lượng chất đóng rắn: silicon là 1:10) với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang so với tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng 7-9%. Bước 6: Tiến hành phun phủ hỗn hợp vào không gian giữa cóc phản xạ và chip LED sao cho mặt trên phẳng. Bước 7: Sấy LED tại nhiệt độ 80-150 °C trong khoảng thời gian 60 phút.

### Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1. Chế tạo LED xanh da trời: Bước 1: Làm sạch và sấy khung (leadframe) trước khi đưa vào sử dụng. Bước 2: Hàn chip LED xanh nhạt có bước sóng đỉnh 472 nm, kích thước rộng x dài x dày là 860 x 860 x 145  $\mu\text{m}$  vào tâm của cóc phản xạ của khung có kích thước 3,0 x 3,0 x 0,6 mm bằng keo bạc dẫn nhiệt. Bước 3: Sấy keo bạc dẫn nhiệt tại nhiệt độ 175 °C trong khoảng thời gian 45 phút. Bước 4: Hàn dây vàng micro để kết nối điện từ chip LED sang khung. Bước 5: Phối trộn vật liệu huỳnh quang  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$  phát xạ xanh lục lam bước sóng đỉnh tại 495 nm với hỗn hợp silicon hai thành phần (tỷ lệ về khối lượng chất đóng rắn: silicon là 1:10) với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang so với tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng 7%. Bước 6: Tiến hành phun phủ 2,0  $\mu\text{L}$  hỗn hợp vào không gian giữa cóc phản xạ và chip LED sao cho mặt trên phẳng. Bước 7: Sấy LED tại nhiệt độ 80-150 °C trong khoảng thời gian 60 phút. Tiếp theo, Cung cấp dòng điện  $I = 100 \text{ mA}$ , hiệu điện thế  $U = 2,85 \text{ V}$  thì LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời với công suất quang  $P = 104461 \mu\text{W}$ , quang phổ như trong hình 3 và tọa độ màu tại (0,1179;0,2052) như trong hình 5.

Ví dụ 2. Chế tạo LED xanh da trời: Bước 1: Làm sạch và sấy khung (leadframe) trước khi đưa vào sử dụng. Bước 2: Hàn chip LED xanh nhạt có bước sóng đỉnh 472 nm, kích thước rộng x dài x dày là 860 x 860 x 145  $\mu\text{m}$  vào tâm của cóc phản xạ của

khung có kích thước 3,0 x 3,0 x 0,6 mm bằng keo bạc dẫn nhiệt. Bước 3: Sấy keo bạc dẫn nhiệt tại nhiệt độ 175 °C trong khoảng thời gian 45 phút. Bước 4: Hàn dây vàng micro để kết nối điện từ chip LED sang khung. Bước 5: Phôi trộn vật liệu huỳnh quang  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$  phát xạ xanh lục lam bước sóng đỉnh tại 495 nm với hỗn hợp silicon hai thành phần (tỷ lệ về khối lượng chất đóng rắn: silicon là 1:10) với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang so với tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng 8%. Bước 6: Tiến hành phun phủ 2,0  $\mu\text{L}$  hỗn hợp vào không gian giữa cốc phản xạ và chip LED sao cho mặt trên phẳng. Bước 7: Sấy LED tại nhiệt độ 80-150 °C trong khoảng thời gian 60 phút. Tiếp theo, Cung cấp dòng điện  $I = 100 \text{ mA}$ , hiệu điện thế  $U = 2,85 \text{ V}$  thì LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời với công suất quang  $P = 99978 \mu\text{W}$ , quang phổ như trong hình 3 và tọa độ màu tại (0,1150;0,2236) như trong hình 5.

Ví dụ 3. Chế tạo LED xanh da trời: Bước 1: Làm sạch và sấy khung (leadframe) trước khi đưa vào sử dụng. Bước 2: Hàn chip LED xanh nhạt có bước sóng đỉnh 472 nm, kích thước rộng x dài x dày là 860 x 860 x 145  $\mu\text{m}$  vào tâm của cốc phản xạ của khung có kích thước 3,0 x 3,0 x 0,6 mm bằng keo bạc dẫn nhiệt. Bước 3: Sấy keo bạc dẫn nhiệt tại nhiệt độ 175 °C trong khoảng thời gian 45 phút. Bước 4: Hàn dây vàng micro để kết nối điện từ chip LED sang khung. Bước 5: Phôi trộn vật liệu huỳnh quang  $\text{BaSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$  phát xạ xanh lục lam bước sóng đỉnh tại 495 nm với hỗn hợp silicon hai thành phần (tỷ lệ về khối lượng chất đóng rắn: silicon là 1:10) với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang so với tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng 9%. Bước 6: Tiến hành phun phủ 2,0  $\mu\text{L}$  hỗn hợp vào không gian giữa cốc phản xạ và chip LED sao cho mặt trên phẳng. Bước 7: Sấy LED tại nhiệt độ 80-150 °C trong khoảng thời gian 60 phút. Tiếp theo, Cung cấp dòng điện  $I = 100 \text{ mA}$ , hiệu điện thế  $U = 2,85 \text{ V}$  thì LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời với công suất quang  $P = 95550 \mu\text{W}$ , quang phổ như trong hình 5 và tọa độ màu tại (0,1126;0,2484) như trong hình 5.

### Hiệu quả đạt được của sáng chế

So với LED đơn sắc xanh lục lam trong các sáng chế trước (WO2019/139636A1, WO2021/030272A1, US2018/9913341B2), LED xanh da trời chế tạo theo sáng chế này có ưu điểm là bán độ rộng phổ lớn hơn (LED xanh lục lam trong sáng chế trước có bán độ rộng phổ khoảng 20-30 nm, LED xanh da trời theo sáng chế này có bán độ rộng phổ khoảng 40 nm).

So với chip LED xanh lục lam trong các sáng chế trước (US2014/0263073A1, US2006/7075225B2, US2015/0060907A1, US2015/8963168B1), LED xanh da trời chế tạo theo sáng chế này có ưu điểm là bán độ rộng phổ lớn hơn (chip LED xanh lục lam trong sáng chế trước có bán độ rộng phổ khoảng 20-30 nm, LED xanh da trời theo sáng chế này có bán độ rộng phổ khoảng 40 nm).

So với LED phủ phát pho xanh lục lam trong sáng chế trước (WO2020/028195A1), LED xanh da trời chế tạo theo sáng chế này có ưu điểm là tọa độ màu tại vị trí thích hợp hơn (LED theo sáng chế trước không kết hợp được với LED trắng thành đèn LED HCL, LED theo sáng chế này có thể kết hợp được với LED trắng thành đèn LED HCL).

Mặc dù các mô tả nêu trên chứa nhiều chi tiết cụ thể, chúng không được coi là giới hạn về phương án thực thi sáng chế, mà chỉ nhằm mục đích minh họa một số phương án thực thi được ưu tiên.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

### 1. LED xanh da trời bao gồm:

chip LED xanh nhạt (1) có bước sóng đỉnh 465-475 nm được cố định trên cốc phản xạ trong khung (leadframe) (3) bởi keo bạc dẫn nhiệt (2), được kết nối điện qua dây micro vàng (6), trong đó, trên bề mặt chip LED (1) được phủ hỗn hợp silicon hai thành phần (4) (bao gồm chất đóng rắn và silicon với tỷ lệ khối lượng thành phần chất đóng rắn: silicon là 1:10) và vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam (5) có bước sóng đỉnh trong khoảng từ 485 nm đến 505 nm được phân tán đều trong hỗn hợp silicon hai thành phần với tỉ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam so với tổng khối lượng hỗn hợp là trong khoảng 7%-9%; và,

LED này phát xạ ánh sáng xanh da trời (bước sóng đỉnh 480-485 nm, bán độ rộng phổ khoảng 40 nm) phù hợp với phổ tác động sinh học Melanopic và tọa độ màu trong hệ không gian màu tiêu chuẩn 1931 CIE Chromaticity Diagram từ điểm (0,1179;0,2052) đến điểm (0,1126;0,2484) tương ứng với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam nêu trên so với tổng khối lượng hỗn hợp là trong khoảng 7%-9%.

### 2. Quy trình chế tạo LED xanh da trời theo điểm 1, bao gồm:

làm sạch và sấy khung (leadframe) trước khi đưa vào sử dụng;

hàn chip LED xanh nhạt vào tâm của cốc phản xạ của khung bằng keo bạc dẫn nhiệt;

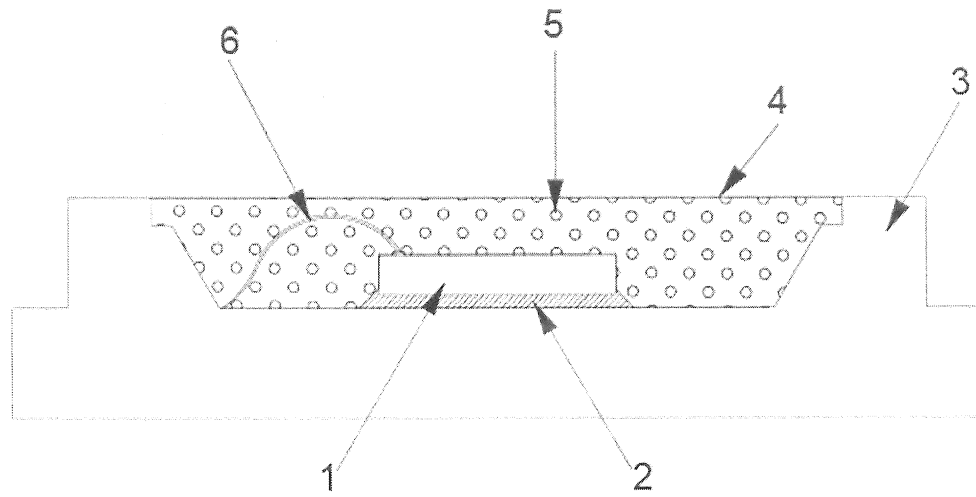
sấy keo bạc dẫn nhiệt tại nhiệt độ 175 °C trong khoảng thời gian 45 phút;

hàn dây vàng micro để kết nối điện từ chip LED sang khung;

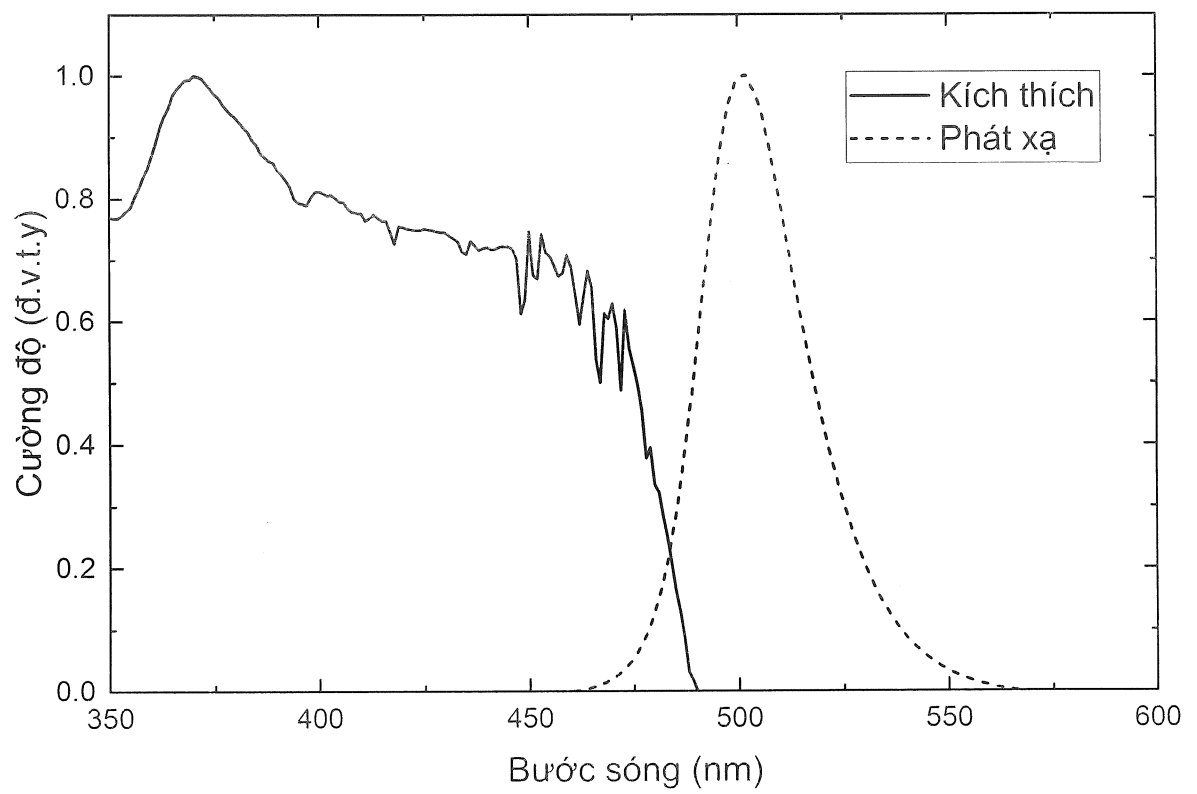
phối trộn vật liệu huỳnh quang phát xạ xanh lục lam với hỗn hợp silicon hai thành phần (tỷ lệ về khối lượng chất đóng rắn: silicon là 1:10) với tỷ lệ về khối lượng của vật liệu huỳnh quang so với tổng khối lượng hỗn hợp trong khoảng 7-9%;

tiến hành phun phủ hỗn hợp vào không gian giữa cốc phản xạ và chip LED sao cho mặt trên phẳng;

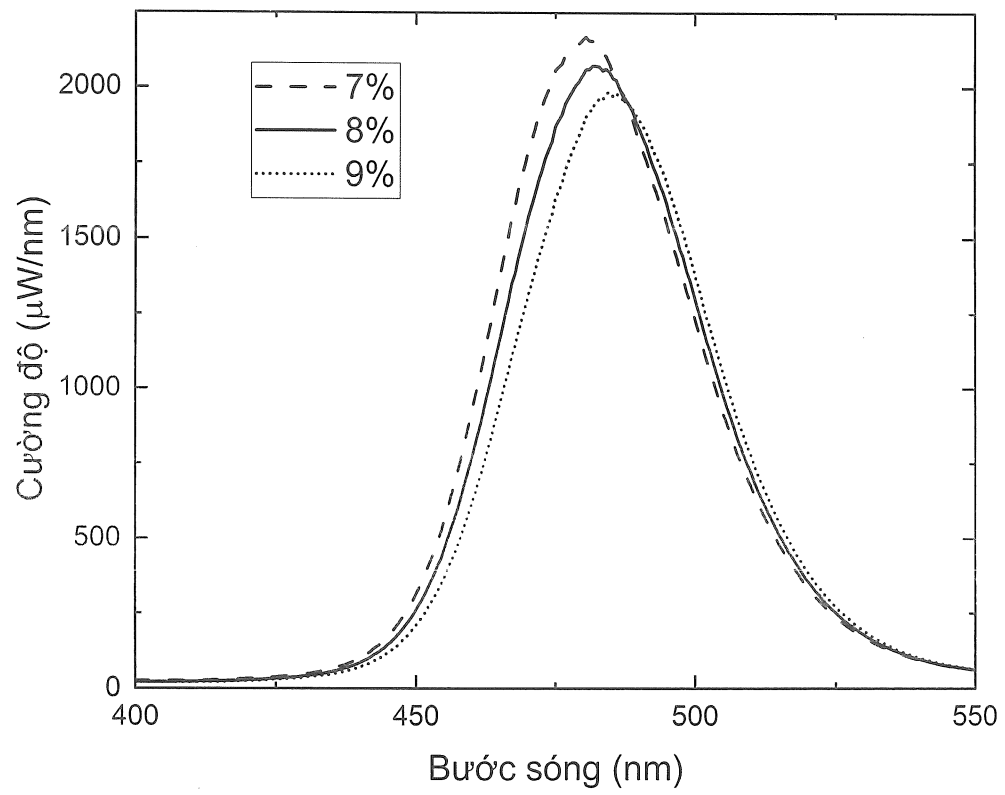
sấy LED tại nhiệt độ 80-150 °C trong khoảng thời gian 60 phút.



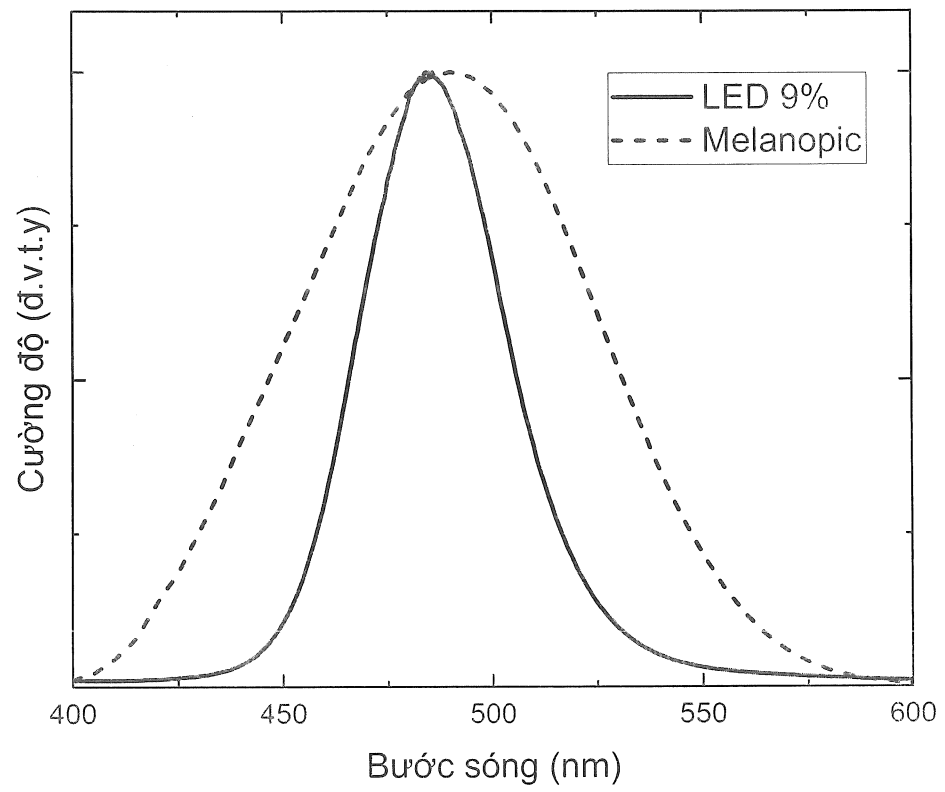
Hình 1



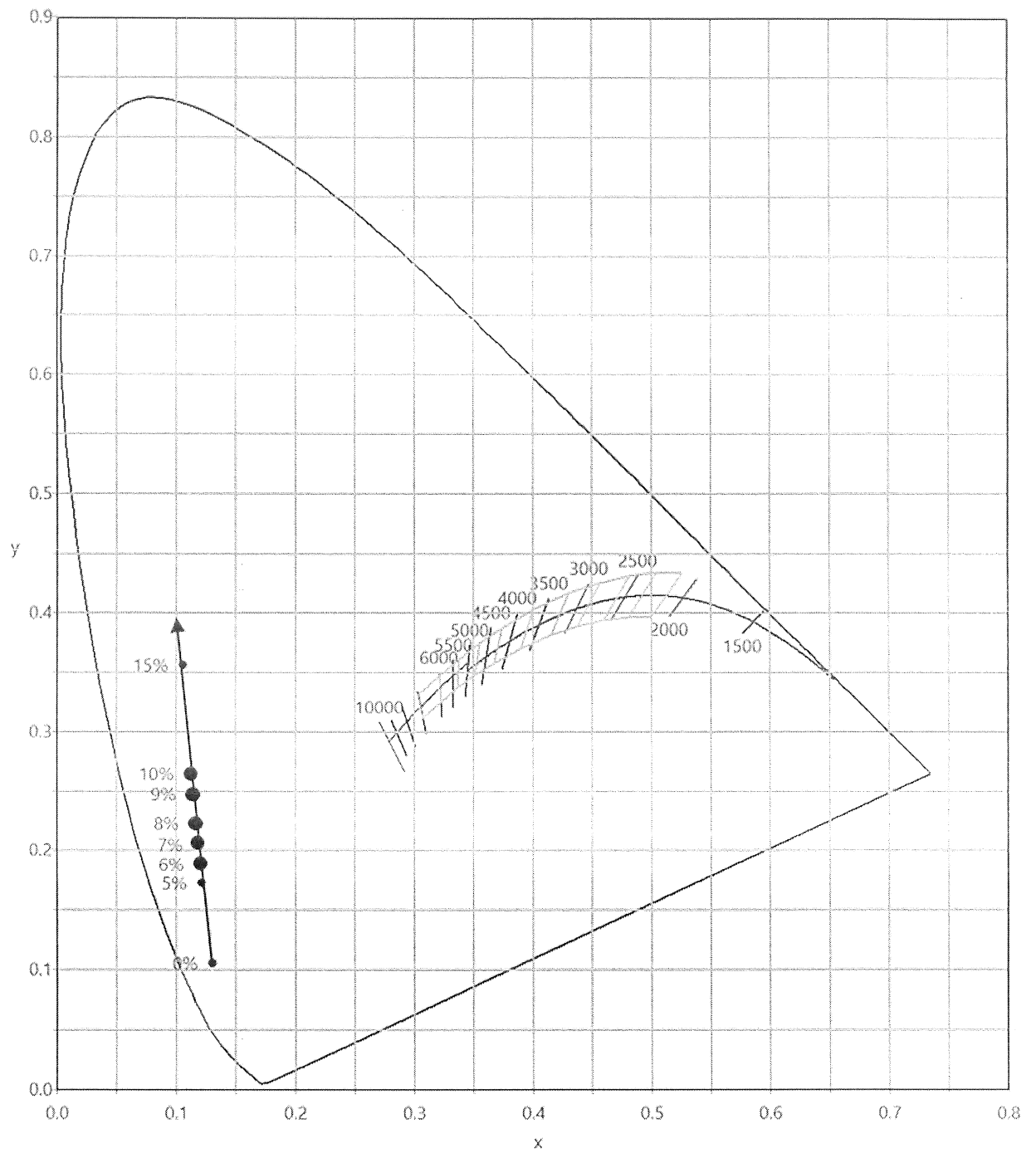
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5