

**TÓM TẮT NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN TIẾN SĨ**

Họ và tên NCS: Nguyễn Thị Phương Loan ..... Mã số NCS:202917001 .....

Ngành: Kỹ thuật Điện ..... Mã ngành: 9520201 .....

Khoa: Điện-Điện Tử.....

Đề tài nghiên cứu: Nghiên cứu cấu hình và vật liệu phát quang cải thiện chất lượng màu và độ sáng của LED ánh sáng trắng .....

Tập thể người hướng dẫn:

Người hướng dẫn 1/ TS. Nguyễn Đoàn Quốc Anh .....

Người hướng dẫn 2/ TS. Nguyễn Công Tráng .....

**Tóm tắt những đóng góp mới về lý luận và học thuật của luận án (tối đa 2 trang A4)****Ý nghĩa lý luận và thực nghiệm của luận án:**

1. Luận án trình bày tình hình nghiên cứu đèn LED tổng quan trong và ngoài nước và xác định được những trở ngại cụ thể trong việc phát triển sản phẩm đèn LED chất lượng cao với chi phí sản xuất hợp lý. Luận án cũng xác định được các ưu điểm và nhược điểm của cấu trúc LED ánh sáng trắng thông thường, trình bày và sắp xếp những lý thuyết cơ sở cho việc áp dụng hiệu quả đèn LED ánh sáng trắng một cách hợp lý và rõ ràng hơn, bao gồm lý thuyết tán xạ Mie và định luật Lambert-Beer.

2. Luận án chỉ ra rằng việc sử dụng chip xanh với vật liệu phát quang vàng YAG: Ce<sup>3+</sup> để tạo ánh sáng trắng cho đèn LED giúp giảm đáng kể chi phí sản xuất so với việc sử dụng kết hợp ba loại LED chip với màu xanh dương, đỏ, và xanh lá khác nhau. Hơn nữa, kỹ thuật này giúp cải thiện tính chất quang học của đèn LED ánh sáng trắng theo hướng thực tiễn và có tính khả thi cao.

3. Từ đó, luận án đề xuất phương pháp tối ưu hóa cấu trúc đèn LED để cải thiện chất lượng đèn LED nhằm đáp ứng các yêu cầu ứng dụng trong từng lĩnh vực khác nhau. Những đề xuất cụ thể bao gồm: (1) Ứng dụng cấu trúc đèn LED phát quang ba lớp từ xa thay cho cấu trúc phát quang đơn lớp thông thường; (2) Ứng dụng các hạt tăng cường tán xạ trong lớp phát quang để cải thiện hiệu quả tán xạ ánh sáng xanh từ LED chip.

4. Luận án đã trình bày rõ ràng các luận chứng về việc cấu trúc đèn LED với cấu trúc đa lớp phát quang từ xa đã cải thiện được các chỉ số hoàn màu, đồng dạng màu và quang thông so

với cấu trúc phốt pho từ xa đơn lớp. Cụ thể, luận án trích dẫn dữ liệu từ các nghiên cứu đồng tác giả về các vật liệu phát quang sử dụng trong việc tăng tán xạ và bổ sung thành phần ánh sáng đỏ/xanh lá để cải thiện chỉ số quang thông, tái tạo và đồng dạng màu sắc của đèn LED ánh sáng trắng. Những phát hiện của nghiên cứu là một nguồn tài nguyên hữu ích cho các nhà sản xuất LED.

5. Luận án sử dụng phần mềm tán xạ Mie calculator và phần mềm Mie spot để khám phá những điểm tương đồng về công thức, giúp hệ thống hóa lý thuyết tán xạ Mie khi sử dụng phần mềm mô phỏng thương mại LightTools 9.0. Các phần mềm này cho phép nhập các thông số như kích thước hạt và nồng độ hạt – những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến thông lượng ánh sáng và tính đồng nhất màu của LED ánh sáng trắng, giúp tăng tính chính xác của kết quả mô phỏng.

6. Đồng thời, nhờ ứng dụng lý thuyết tán xạ Mie vào mô phỏng, luận án chứng minh được hiệu quả của các hạt tán xạ trong lớp phốt pho; từ đó, luận án lựa chọn được loại hạt tán xạ với nồng độ và kích thước phù hợp cho cấu trúc đèn LED. Thông qua đó, luận án đã thay đổi nhận thức tổng thể về cấu trúc LED thông thường, nhấn mạnh tính thiết yếu của việc cải tiến cấu trúc đèn LED mới – cấu trúc từ xa đa lớp phốt pho – để đạt được sự cải thiện về hiệu suất phát quang trong thiết kế đèn LED ánh sáng trắng.

7. Luận án tiến hành và trình bày thí nghiệm cơ bản về các cấu trúc phốt pho từ xa đa lớp nhằm xác nhận tính hiệu quả của cấu trúc đề xuất mới. Luận án sử dụng cấu trúc phốt pho tạo nên từ sự kết hợp giữa các vật liệu phốt pho đỏ, vàng và xanh lá cây với các chip LED xanh dương có công suất tối đa từ 10 mW đến 300 mW (xuất xứ từ Cree). Các lớp phốt pho được tạo ra bằng cách kết hợp bột phốt pho với silicon, làm nóng hỗn hợp đến 150 độ và để khô trong năm phút.

8. Kết quả thực nghiệm chứng minh tính hiệu quả và khả thi của cấu trúc phốt pho mới được đề xuất trong luận án. Kết quả thực nghiệm và dữ liệu mô phỏng từ luận án đều chỉ ra rằng sử dụng cấu trúc phốt pho đa lớp mang lại hiệu quả quang thông và chất lượng màu cao hơn các cấu trúc khác – trong đó, cấu trúc phốt pho ba lớp mang lại hiệu quả quang thông và đồng dạng màu cao nhất và cấu trúc phốt pho hai lớp sử dụng phốt pho đỏ-vàng đạt chỉ số hoàn màu cao nhất; sử dụng phốt pho đỏ giúp tăng CRI và CQS; sử dụng phốt pho xanh giúp tăng quang thông; và tăng tán xạ giúp tăng đồng dạng màu cho đèn LED trắng.

---

**Summary of theoretical and academic contribution of the PhD Dissertation** (*maximum 2 pages*)

New contributions of the dissertation are stated as follows:

1. The dissertation presents the research of domestic and abroad situations and identifies specific obstacles in developing LED products with high quality and cost-saving production. Particularly, the advantages and disadvantages of conventional white light LED structures are . Besides, it presents and arranges the critical theories of Mie scattering theory and Lambert-Beer law for the more rational and clear application of white light LEDs.

2. The dissertation suggested that combining the blue-excited LED chips with yellow phosphor YAG:Ce<sup>3+</sup> to produce white light for LEDs can greatly reduce production costs compared to using a combination of three types of LED chips with different blue, red, and green colors. Moreover, this technique contributes to improving the optical properties of white light LEDs in a more practical and feasible way.

3. Based on the demonstrated background, the dissertation proposes approaches to optimize LED structure for the improvements of LED quality: (1) Application of multi-layer remote phosphor structure, especially three-layer remote phosphor design, instead of conventional single-layer phosphor structure; and (2) Application of scattering enhanced particles in the phosphor layer to improve the blue light scattering efficiency from LED chip.

4. The dissertation clearly presented the findings that LED structures with remote phosphor multilayer structures have improved color rendering indexes, color uniformity, and lumen output compared to single-layer remote phosphor structures. Particularly, data from the author's studies on luminescent materials used in increasing scattering and adding red/green light composition to improve luminous flux index, color reproduction and color uniformity of white light LEDs were cited. The study's findings are a useful resource for LED manufacturers.

5. The dissertation uses a Mie scattering calculator and Mie spot software to validate formula similarities, contributing to the systematization of Mie scattering theory in LightTools 9.0 commercial software simulation. It replicates parameters like particle size and concentration – factors that directly affect the light flux and color uniformity of white light LEDs, helping to increase the accuracy of simulation results.

6. Moreover, applying the theory of Mie scattering to simulations, the dissertation proved the effect of scattering particles in the phosphorus layer. Thereby, the type of scattering particle

with the right concentration and size for the LED structure were selected. Through this, the dissertation changed the overall perception of conventional LED structure, emphasizing the necessity of improving the new LED structure – the phosphor multilayer remote structure – to achieve an improvement in luminescent performance in white light LED design.

7. The dissertation conducts and presents basic experiments on multilayer remote phosphorus structures in order to confirm the effectiveness of the proposed new structure. The dissertation uses a phosphorus structure made up of a combination of red, yellow and green phosphorus materials with blue LED chips with a maximum capacity of 10 mW to 300 mW (originating from Cree). Phosphorus layers are created by combining phosphorus powder with silicon, heating the mixture to 150 degrees and letting it dry for five minutes.

8. Experimental results demonstrating the effectiveness and feasibility of the new phosphorus structure proposed in the dissertation. Experimental results and simulation data from the dissertation both indicate that the use of multilayer structure provides higher luminous flux efficiency than other structures – in particular, the three-layer phosphorus structure provides the highest luminous flux and color uniformity efficiency, as well as the two-layer phosphorus structure by using red-yellow phosphorus achieves the highest color rendering index; using red phosphorus increases CRI and CQS; using green phosphorus helps to increase luminous flux; and increased scattering increases color uniformity for white LEDs.

*TP. Hồ Chí Minh, ngày ..... tháng ..... năm*

**Người hướng dẫn 1/  
hướng dẫn độc lập**  
*(Ký, ghi rõ họ & tên)*

**Người hướng dẫn 2 (nếu có)**  
*(Ký, ghi rõ họ & tên)*

**Nghiên cứu sinh**  
*(Ký, ghi rõ họ & tên)*