

### THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: **Lâm Minh Long**
2. Giới tính: Nam
3. Ngày sinh: 10/10/1976
4. Nơi sinh: Tp. Hồ Chí Minh
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số: 1118/QĐ-CTSV, ngày 24 tháng 12 năm 2012 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, ĐHQG Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo: Quyết định thay đổi cán bộ hướng dẫn số 173/QĐ-ĐT ngày 31/03/2014.
7. Tên đề tài luận án: *Chế tạo và khảo sát tính chất nhạy khí của vật liệu tổ hợp nano PEDOT:PSS, P3HT và một số thành phần vô cơ (rGO, GQD, CNT, AgNW/NP).*
8. Chuyên ngành: Vật liệu và linh kiện Nano
9. Mã số: .....
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học:

GS.TS. Nguyễn Năng Định và PGS.TS. Trần Quang Trung.

11. Tóm tắt các **kết quả mới** của luận án:

- ❖ Xây dựng và tối ưu hóa quy trình chế tạo vật liệu cảm biến nhạy khí sử dụng màng tổ hợp polymer dẫn PEDOT:PSS và P3HT kết hợp các thành phần nano vô cơ rGO, GQD, AgNW, v.v... Chế tạo các mẫu màng tổ hợp và linh kiện cảm biến độ ẩm và khí NH<sub>3</sub> có các thông số hoạt động được cải thiện, như PEDOT:PSS+GQD, PEDOT:PSS+GQD+CNT, PEDOT:PSS+GQD+AgNW; P3HT+rGO, P3HT+rGO+CNT và P3HT+rGO+AgNW nhạy khí NH<sub>3</sub>.
- ❖ Đã phân tích tính chất đặc trưng của PEDOT:PSS và P3HT khi được kết cấu với các thành phần nano vô cơ. Kết quả nhận được cho thấy: (i) Độ gồ ghề bề mặt của vật liệu tổ hợp tạo ra diện tích hiệu dụng lớn, giúp nâng cao hiệu suất hấp phụ khí; (ii) Trong màng tổ hợp không còn các lỗ hổng, kẽ nứt, v.v... (đóng vai trò các tâm bẫy hạt tải), điều này không những giảm thiểu sự mất mát hạt tải trên đường vận chuyển mà còn làm tăng độ linh động của chúng; (iii) Các thành phần nano, đặc biệt là rGO và GQD có thể làm chất hoạt hóa tốt cho các phân tử khí như NH<sub>3</sub> hoặc hơi nước hấp phụ trên bề mặt của màng tổ hợp.
- ❖ Xây dựng một hệ đo điều hành bằng giao diện Window xác định nồng độ khí với độ chính xác và ổn định cao. Nhờ đó đã nghiên cứu tính chất nhạy khí của các vật liệu tổ hợp với hai chất nền polymer PEDOT:PSS và P3HT kết hợp các thành

- phần nanô vô cơ nhằm giải thích vai trò của chất polymer dẫn và chất pha trộn vô cơ lên các thông số hoạt động của linh kiện cảm biến độ ẩm và NH<sub>3</sub>.
- ❖ Tổ hợp sử dụng PEDOT:PSS có độ nhạy khí NH<sub>3</sub> tốt hơn tổ hợp P3HT, tuy nhiên tổ hợp PEDOT:PSS nhạy với độ ẩm. Cảm biến tổ hợp P3HT có hiệu suất nhạy khí NH<sub>3</sub> kém hơn tổ hợp PEDOT:PSS, nhưng không phản ứng với hơi nước, vì thế có lợi thế khi cần giám sát khí NH<sub>3</sub> với nồng độ thấp trong môi trường nóng ẩm.
  - ❖ Sử dụng màng tổ hợp nền polymer chứa rGO và GQD (đóng vai trò chất hoạt hóa), CNT và AgNW/AgNP (đóng vai trò cầu dẫn hạt tải) làm cảm biến điện trở cho kết quả tốt khi đo độ ẩm và nồng độ khí a-mô-niac. Cụ thể là:
    - Cảm biến độ ẩm (tổ hợp PEDOT:PSS+GQD+CNT): Độ đáp ứng đạt giá trị 11%, thời gian đáp ứng và phục hồi là 20 giây và 40 giây, ngưỡng phát hiện là RH%10.
    - Cảm biến khí NH<sub>3</sub> (tổ hợp PEDOT:PSS+rGO+Ag): Độ đáp ứng đạt giá trị 20%, thời gian đáp ứng và phục hồi là 60 giây và 30 giây, ngưỡng phát hiện là 10 ppm
    - Cảm biến khí NH<sub>3</sub> (tổ hợp P3HT+rGO+CNT): Độ đáp ứng đạt giá trị 10%, thời gian đáp ứng và phục hồi là 10 giây và 50 giây, ngưỡng phát hiện dưới 10 ppm.Các thông số này không phụ thuộc vào độ ẩm, độ nhạy tương đối khi đo nồng độ khí NH<sub>3</sub> đạt giá trị 0,05%/ppm.

## 12. Ứng dụng thực tế:

Các kết quả nhận được của luận án là cơ sở cho các nghiên cứu ứng dụng tiếp theo trong giám sát ô nhiễm môi trường, nhất là khí NH<sub>3</sub> và độ ẩm gây mốc mà nơi sinh sống của các khuẩn và virus sinh bệnh cho con người.

## 13. Những hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Ứng dụng chấm lượng tử graphene vào trong các vi mạch tích hợp thông minh chứa các cảm biến đa chức năng siêu nhỏ được chế tạo dựa trên nền tảng của polymer dẫn phục vụ giám sát ô nhiễm khí độc trong môi trường, phát hiện độc tố trong thực phẩm và virus gây bệnh nan y trong cơ thể con người.
- Chế tạo các loại linh kiện mới ứng dụng vật liệu này như: siêu tụ điện có khả năng tích trữ năng lượng lớn dùng để thay thế cho các loại pin hoặc ắc quy hiện nay vốn gây ô nhiễm môi trường do chứa các thành phần axit, kim loại độc hại như chì, kẽm, thủy ngân, v.v...

## 14. Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án:

1. Hoang Thi Thu, Huynh Tran My Hoa, Pham Hoai Phuong, Nguyen Huynh Nhu, Tran Quang Trung, Lam Minh Long and Nguyen Nang Dinh “Investigation of thermal annealing condition on the optical and electrical properties of hybrid silver nanowire/reduced graphene oxide (AgNWS+rGO) films” *Communications in Physics*, Vol.24, No.3S1 (2014), pp.64-70.
2. Lam Minh Long, Nguyen Nang Dinh, Hoang Thi Thu, Huynh Tran My Hoa and Tran Quang Trung, “Synthesis and characterization of Ag+PEDOT:PSS film used

- for NH<sub>3</sub> selective sensing”, *Communications in Physics*, Vol. 26, No.2 (2016), pp. 173-180.
3. Lam Minh Long, Nguyen Nang Dinh, Hoang Thi Thu, Huynh Tri Phong and Tran Quang Trung, “Characterization of Humidity Sensing of Polymeric Graphene-Quantum-Dots composites incorporated with silver nanowires” *VNU Journal of Science: Mathematics – Physics*, Vol. 33, No. 3 (2017) 52-60.
  4. Lam Minh Long, Nguyen Nang Dinh, Tran Quang Trung, “Synthesis and Characterization of Polymeric Graphene-Quantum-Dots based Nanocomposites for Humidity Sensing”, *J. Nanomaterials* Vol. 2016 (2016) Article ID 5849018, 6 pages, doi:10.1155/2016/5849018
  5. Lam Minh Long, Tran Quang Trung, Vo-Van Truong, Nguyen Nang Dinh, Optical and NH<sub>3</sub> Gas Sensing Properties of Hole-Transport Layers Based on PEDOT:PSS Incorporated with Nano-TiO<sub>2</sub>. *Materials Sciences and Applications*, Vol. 8 (2017), pp. 663-672.
  6. Lâm Minh Long, Hoàng Thị Thu, Trần Quang Trung, Nguyễn Năng Định, Nghiên cứu ảnh hưởng của dây nano bạc trong vật liệu tổ hợp P3HT+GO nhạy khí NH<sub>3</sub>, Hội nghị VLCR-KHVL toàn quốc (SPMS) Huế - 10/2017.
  7. Lâm Minh Long, Hoàng Thị Thu, Trần Quang Trung, Nguyễn Năng Định, So sánh khả năng nhạy khí NH<sub>3</sub> của màng tổ hợp PEDOT:PSS+GO+CNT và P3HT+GO+CNT, Hội nghị VLCR-KHVL toàn quốc (SPMS) Huế - 10/2017.
  8. Lâm Minh Long, Hoàng Thị Thu, Trần Quang Trung, Nguyễn Năng Định, Nghiên cứu tính chất nhạy ẩm của màng nanocomposite graphene-chấm lượng tử (GQDs)+PEDOT:PSS, Hội nghị VLCR-KHVL toàn quốc (SPMS) Tp.HCM - 11/2015.
  9. Lam Minh Long, Tran Quang Trung, Le Dinh Trong, Nguyen Nang Dinh, Conjugate polymer PEDOT:PSS incorporated with nano-particles used for gas sensing, *HPU2 J. Sci.* 50 (2017) 78–87.
  10. Lam Minh Long, Dang Dinh Long, Nguyen Phuong Hoai Nam, Nguyen Trong Tinh, Sergei Antonovic Chizhik, and Nguyen Nang Dinh, “Preparation and characterization of Reduced Graphene-P3HT composite thin Films for Use as Transparent Conducting Electrodes”, *Materials Science and Applications*, Vol. 9 (2018), pp. 464-472.
  11. Lam Minh Long, Tran Quang Trung, Vo-Van Truong, Nguyen Nang Dinh, “Characterization of NH<sub>3</sub> sensing properties of P3HT+rGO+CNT composite films made by spin-coating”, *Communications in Physics* (Submitted in June 2018)

*Ngày 01 tháng 08 năm 2018*  
**Xác nhận của cán bộ hướng dẫn**  
*(Kí và ghi rõ họ tên)*

*GS.TS. Nguyễn Năng Định*

*Ngày 01 tháng 08 năm 2018*  
**Nghiên cứu sinh**  
*(Kí và ghi rõ họ tên)*

*Lâm Minh Long*