

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Nguyễn Văn Toàn
2. Giới tính: Nam
3. Ngày sinh: 20/04/1987
4. Nơi sinh: Thanh Hóa
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh: 3890/QĐ-ĐHKHTN (21/11/2018) của Giám đốc Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo:
7. Tên đề tài luận án: Nghiên cứu chế tạo và khảo sát một số đặc trưng của laser vi cầu từ các vật liệu nguồn gốc sinh học
8. Chuyên ngành: Quang học
9. Mã số: 9440130.05
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: Hướng dẫn chính: TS. Tạ Văn Dương
Hướng dẫn phụ: PGS. TS. Mai Hồng Hạnh
11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:
 - Chế tạo thành công laser vi cầu sinh học từ vật liệu protein tự nhiên lòng trắng trứng và huyết thanh bò pha hoạt chất Rhodamine B trên cơ sở phương pháp khử nước từ dung dịch protein. Dải ngưỡng phát laser vi cầu thu được trong khoảng 22-55 $\mu\text{J}/\text{mm}^2$ đối với vật liệu protein từ lòng trắng trứng ngỗng và cải thiện giảm hơn hai lần xuống mức 7 - 33 $\mu\text{J}/\text{mm}^2$ đối với vật liệu huyết thanh bò. Thông số hệ số phẩm chất của laser vi cầu sinh học đã chế tạo đạt mức cao, khoảng 3.10^3 , tương đương với các nguồn vi laser sinh học khác.
 - Chế tạo thành công hệ thống kênh dẫn vi lưu trên cơ sở công nghệ quang khắc mềm ứng dụng trong điều khiển kích thước của laser vi cầu sinh học. Kích thước kênh chứa dung dịch protein pha hoạt chất màu RhB với chiều rộng x chiều sâu khoảng 52x30 μm , kênh dẫn dung môi Decanol với chiều rộng x chiều sâu khoảng 150x115 μm và kênh dẫn đầu ra với chiều rộng x chiều sâu khoảng 320x105 μm .
 - Điều khiển được kích thước của vi laser với đường kính trong khoảng từ 52 tới 146 μm thông qua thay đổi tỷ số tốc độ bơm của các dòng chất lỏng vào hệ thống kênh dẫn vi lưu. Đã chế tạo được được số lượng lớn laser vi cầu sinh học, trong đó 50 - 70% laser có kích thước giống nhau với sai số khoảng 3-4%.
 - Thử nghiệm thành công ứng dụng của laser vi cầu trong cảm biến nhiệt độ môi trường trong dải nhiệt độ 25°C đến 50°C, đạt độ nhạy khoảng 0,47 nm/°C. Các nguồn laser cho thấy sự hồi phục tốt khi tái sử dụng và đường đặc trưng nhiệt độ có sự tương đương nhau.
12. Khả năng ứng dụng thực tiễn: Ứng dụng trong cảm biến

13. Các hướng nghiên cứu tiếp theo: Ứng dụng laser vi cầu sinh học trong cảm biến

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

- [1]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, H.H. Mai, D.C. Duong, H.H. Le, R. Sapienza, V.-D. Ta (2019), "Protein-based microsphere biolasers fabricated by dehydration", *Soft Matter* 15, pp. 9721-9726.
- [2]. **T.V. Nguyen**, H.H. Mai, T.V. Nguyen, D.C. Duong, V.D. Ta. (2020), "Egg white based biological microlasers", *Journal of Physics D: Applied Physics* 53, pp. 445104.
- [3]. **T.V. Nguyen**, V.D. Ta. (2020), "High-quality factor, biological microsphere and microhemisphere lasers fabricated by a single solution process", *Optics Communications* 465, pp. 125647.
- [4]. **T. V. Nguyen**, T. D. Nguyen, N. V. Pham, T.-A. Nguyen, and D. V. Ta. (2021), "Monodisperse and size-tunable high-quality factor microsphere biolasers", *Optics Letters* 46, pp. 2517-2520.
- [5]. V.D. Ta, T.V. Nguyen, Q.V. Pham, **T.V. Nguyen**. (2019), "Biocompatible microlasers based on polyvinyl alcohol microspheres", *Optics Communications* 459, pp. 124925.
- [6]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, V.D. Ta. (2021), "Microsphere lasers fabricated by protein dehydration: A fast fabrication method and excellent lasing properties", *VNU Journal of Science Mathematics – Physics* 37, PP. 17-23.
- [7]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, V.D. Ta. (2019), "Fabrication and optical properties of microsphere biolasers", *the 4th International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology (ICAMN 2019) proceedings* pp. 189-191.
- [8]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, V.D. Ta. (2021), "Protein dehydration as a novel approach for fabrication of high quality microsphere biolasers", *Advances in Optics, Photonics, Spectroscopy & Applications XI proceedings* pp. 118-121.
- [9]. **T.V. Nguyen**, H.H. Mai, V.D. Ta. (2019), "Fabrication and lasing characteristics of kudzu starch based microsphere biolasers", *the 6th Academic Conference on Natural Science for Young Scientists, Master and PhD Students from ASEAN Countries (CASEAN - 6) proceedings* pp. 21-24.

Ngày tháng năm 2022

Người hướng dẫn luận án

Nghiên cứu sinh

INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name: Nguyen Van Toan
2. Sex: Male
3. Date of birth: 20/04/1987
4. Place of birth: Thanh Hoa
5. Admission decision number: 3890/QĐ-ĐHKHTN (21/11/2018)
6. Changes in academic process:
7. Official thesis title: Research on fabrication and investigation of major characteristics of microsphere lasers from biological materials
8. Major: Optics
9. Code: 9440130.05
10. Supervisors: Dr. Ta Van Duong and Associate Professor- Dr. Mai Hong Hanh
11. Summary of the new findings of the thesis

- Biological microsphere lasers were successfully fabricated by using the protein dehydration process. The material used was Rhodamine B (RhB) doped egg white (a natural protein material) and bovine serum albumin (BSA). The lasing threshold was around 22-55 $\mu\text{J}/\text{mm}^2$ for goose egg white-based lasers and reduced to 7 - 33 $\mu\text{J}/\text{mm}^2$ for BSA based lasers. The quality factor of the fabricated microsphere biolasers is high, about $3 \cdot 10^3$, which is equivalent to that of other biological microlaser sources.

- Successfully fabricated microfluidic channel system based on soft lithography technology. This system was then used to control the laser size. The channel containing the RhB-protein solution and decanol solvent has a width x depth of about 52x30 μm and 150x115 μm , respectively. The output channel has a width x depth of about 320x105 μm .

- Successfully control the size of the microlaser with a diameter in the range from 52 to 146 μm by changing the speed ratio of the liquid flows into the microfluidic channel system. Thousands of microsphere biolasers were fabricated. Among them, 50 - 70% of lasers have the same size with a size deviation of only 3-4%.

- Successfully demonstrated the temperature sensing application by using microsphere biolasers. The sensing range is from 25 $^{\circ}\text{C}$ to 50 $^{\circ}\text{C}$. The obtained sensitivity is about 0,47 $\text{nm}/^{\circ}\text{C}$. These temperature laser-based sensors are highly stable and the lasing performance is highly reproducible. Different spheres but have the same size show a very similar specification.

3.2. Conclusions

This thesis provides an effective method and technology for the fabrication and mass production of biological microsphere lasers with tunable size. A series of microlasers with monodisperse size and similar lasing properties have been produced. These microlasers are also demonstrated as promising temperature micro-sensors. The results shown in this thesis

have been published in 05 ISI papers, 01 paper in a prestigious domestic scientific journal, and 03 national/conference proceedings.

12. Paratical applicability, if any: application in sensors

13. Further research directions, if any: Research on the application of biological microsphere lasers in sensors

14. Thesis-related publications:

[1]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, H.H. Mai, D.C. Duong, H.H. Le, R. Sapienza, V.-D. Ta (2019), "Protein-based microsphere biolasers fabricated by dehydration", *Soft Matter* 15, pp. 9721-9726.

[2]. **T.V. Nguyen**, H.H. Mai, T.V. Nguyen, D.C. Duong, V.D. Ta. (2020), "Egg white based biological microlasers", *Journal of Physics D: Applied Physics* 53, pp. 445104.

[3]. **T.V. Nguyen**, V.D. Ta. (2020), "High-quality factor, biological microsphere and microhemisphere lasers fabricated by a single solution process", *Optics Communications* 465, pp. 125647.

[4]. **T. V. Nguyen**, T. D. Nguyen, N. V. Pham, T.-A. Nguyen, and D. V. Ta. (2021), "Monodisperse and size-tunable high-quality factor microsphere biolasers", *Optics Letters* 46, pp. 2517-2520.

[5]. V.D. Ta, T.V. Nguyen, Q.V. Pham, **T.V. Nguyen**. (2019), "Biocompatible microlasers based on polyvinyl alcohol microspheres", *Optics Communications* 459, pp. 124925.

[6]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, V.D. Ta. (2021), "Microsphere lasers fabricated by protein dehydration: A fast fabrication method and excellent lasing properties", *VNU Journal of Science Mathematics – Physics* 37, PP. 17-23.

[7]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, V.D. Ta. (2019), "Fabrication and optical properties of microsphere biolasers", *the 4th International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology (ICAMN 2019) proceedings* pp. 189-191.

[8]. **T.V. Nguyen**, N.V. Pham, V.D. Ta. (2021), "Protein dehydration as a novel approach for fabrication of high quality microsphere biolasers", *Advances in Optics, Photonics, Spectroscopy & Applications XI proceedings* pp. 118-121.

[9]. **T.V. Nguyen**, H.H. Mai, V.D. Ta. (2019), "Fabrication and lasing characteristics of kudzu starch based microsphere biolasers", *the 6th Academic Conference on Natural Science for Young Scientists, Master and PhD Students from ASEAN Countries (CASEAN - 6) proceedings* pp. 21-24.

Date:

Supervisor

PhD Student