**TỐI ƯU HỆ QUANG KẾT NỐI BUỒNG PHÁT LASER XUNG CHO THIẾT BỊ ĐO XA LASER**

**VŨ VĂN TUẤN, TRẦN TIẾN ĐẠT, HOÀNG TRUNG ANH, NGUYỄN VĂN ĐẠT (Trung tâm Quang điện tử)**

**TÓM TẮT** **Buồng phát laser xung là thành phần quan trọng của thiết bị đo xa laser. Trong đó, giá trị năng lượng xung của buồng phát đóng vai trò quyết định đến khả năng đo xa của thiết bị. Giá trị này phụ thuộc rất nhiều vào độ truyền qua ban đầu của khóa biến điệu phẩm chất (Q-switch) và diện tích chùm bơm laser trong thanh hoạt chất. Trong nghiên cứu này, giá trị truyền qua ban đầu của khóa biến điệu phẩm chất được giữ không đổi, trong khi bán kính chùm bơm được tăng bằng các hệ thấu kính kết nối sử dụng 1 thấu kính, 2 thấu kính và 3 thấu kính. Kết quả chỉ ra rằng, bằng cách thay đổi bán kính chùm bơm từ 0, 17 mm đến 0, 34 mm, năng lượng xung đầu ra thu được có thể tăng gấp 1,9 lần. Năng lượng xung lớn nhất có thể đạt 0,42 mJ, độ rộng xung 10 ns và hoạt động ổn định ở tần số phát xung trong dải 1 Hz – 5 Hz.**

**TỪ KHÓAKhoang khuếch đại laser, đo xa laser, laser diode, laser rắn, thanh hoạt chất, khóa biến điệu phẩm chất, quang điện tử.**

1. **GIỚI THIỆU CHUNG**

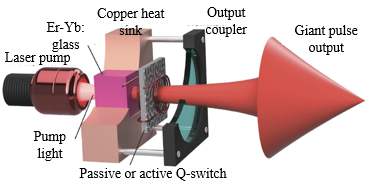
Hiện này, công nghệ laser có rất nhiều ứng dụng trong dân sự và quân sự như: gia công vật liệu, y tế, truyền thông, đo xa laser, chỉ thị mục tiêu, Lidar và vũ khí laser. Riêng đối với lĩnh vực quân sự, các sản phẩm sử dụng công nghệ laser được coi là xu hướng trong giai đoạn tới 2020-2040 [1]. Các sản phẩm laser được đẩy mạnh tích hợp vào các dòng các sản phẩm quang điện tử. Theo số liệu 2016, tổng giá trị thị trường của thiết bi đo xa laser ~ 980 triệu USD, chỉ thị mục tiêu 900 triệu USD, với tỉ lệ tăng trưởng kép hàng năm trong dải 4%-6,5%. Riêng đối với vũ khí laser tỉ lệ tăng trưởng kép lên đến 28,9% [2, 3, 4]. Trong đó, công nghệ thiết kế và chế tạo buồng phát laser chiếm tỷ trọng ~ 45% chi phí một sản phẩm laser. Dựa trên xu hướng phát triển và tầm quan trọng của buồng phát laser, công nghệ lõi chế tạo buồng phát laser được tập trung nghiên cứu tại Trung tâm Quang điện tử (TT QĐT) trong thời gian vừa qua, với mục tiêu bước đầu làm chủ công nghệ thiết kế chế tạo buồng phát laser cho thiết bị đo xa laser.

(Tiếp tục ………)

1. **TỔNG QUAN VỀ CẤU TRÚC BUỒNG PHÁT LASER**

**2.1. PHÂN LOẠI VÀ LỰA CHỌN CẤU TRÚC BUỒNG LASER**

Buồng phát laser rắn hay còn gọi là khoang khuếch đại laser rắn, bao gồm các thành phần chính như: nguồn laser bơm, thanh hoạt chất (gain medium) và hệ gương (input and output coupler) như trên Hình 1. Đối với buồng laser xung, thành phần khóa biến điệu phẩm chất (Q-switch) được bổ sung thêm vào trong buồng. Trong đó, nguồn bơm đóng vai trò cung cấp năng lượng cho hệ, thanh hoạt chất sẽ hấp thụ bước sóng laser bơm để phát xạ ra các photon bước sóng laser mong muốn, các photon này được khuếch đại trong không gian 2 gương bởi hiệu ứng phát xạ cưỡng bức để tạo ra chùm laser có tính đồng pha và cùng hướng với chùm laser bơm.



**Hình 1: Cấu tạo buồng phát laser**

(Tiếp tục ………)

**2.2. CÁC THAM SỐ CẤU HÌNH BUỒNG PHÁT LASER**

Bảng 1 biểu diễn cấu hình buồng phát laser được sử dụng trong nghiên cứu. Công suất đỉnh xung nguồn bơm laser diode có thể thay đổi trong dải 1 W – 100 W. Buồng laser sử dụng thanh hoạt chất bằng vật liệu Er:Yb thủy tinh phốt phát (Er:Yb phosphate glass) để phát xạ ra photon bước sóng 1535 nm khi được hấp thụ bước sóng bơm 940 nm. Khóa biến điệu phẩm chất thụ động được sử dụng bằng tinh thể Co2+MgAl2O4.

**Bảng 1: Các tham số cấu hình buồng phát laser**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tham số** | **Giá trị** | **Đơn vị** | **Ghi chú** |
| Bước sóng laser bơm | 940 | nm |  |
| Độ rộng xung bơm | 2,5 – 3,5 | ms |  |
| Tần số phát xung bơm | 1 – 5 | Hz |  |
| Chiều dài khoang khuếch đại | 22 | mm |  |
| Vật liệu thanh hoạt chất | Er:Yb phosphate glass |  |  |
| Chiều dài thanh hoạt chất | 7 | mm |  |
| Đường kính thanh hoạt chất | 2 | mm |  |
| Hệ số truyền qua ban đầu của khóa biến điệu phẩm chất thụ động | 95 | % |  |
| Vật liệu khóa biến điệu phẩm chất | Co2+MgAl2O4 |  |  |
| Hệ số phản xạ của gương thoát | 90 | % |  |

(Tiếp tục ………)

1. **KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. BUỒNG LASER HOẠT ĐỘNG Ở CHẾ ĐỘ CHẠY-TỰ DO**

(Tiếp tục ………)

1. **KẾT LUẬN**

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu buồng phát laser xung sử dụng cấu hình bơm dọc trên bàn quang học. Buồng phát ra laser bước sóng 1535 nm, nằm trong dải an toàn cho mắt. Độ rộng xung 10 ns. Năng lượng xung laser lớn nhất đạt được 0,42 mJ bằng cách sử dụng hệ quang học kết nối 3 thấu kính với bán kính chùm bơm laser trong thanh hoạt chất 0,34 mm theo cả 2 phương dọc và ngang. Buồng laser hoạt động ổn định trong dải tần số phát xung 1 Hz – 5 Hz. Buồng phát laser này có thể sử dụng làm đầu phát cho thiết bị đo xa laser có khoảng cách đo xa lớn nhất 12 Km khi hoạt động ở chế độ đơn xung và 16 Km khi hoạt động ở chế độ đa xung.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Michael O’Hanlon (2019), *Forecating change in Military technology, 2020 – 2040*, Foreign Policy at BROOKINGS.
2. <https://www.marketintellica.com/report/MI50776-global-military-laser-rangefinder-market-analysis>
3. <https://www.transparencymarketresearch.com/military-laser-designator-market.html>
4. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/directed-energy-weapon-market-19132295.html>
5. V V Vitkin, V M Polyakov, et al (2016), *Compact 0,7 mJ/11 ns eye-safe erbium laser*, Laser Phys. 26 (2016) 125801.
6. H. N. Burns (1991), *System design of a pulsed laser rangefinder,* Optical Engineering 30 (3), 323-329.
7. Vũ Văn Tuấn (2019), *Thiết kế hệ thống thiết bị đo xa laser 20 Km,* Dự án đài quang điện tử tầm xa trên tàu.

**VỀ TÁC GIẢ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Vũ Văn Tuấn sinh năm 1988, nhận bằng tiến sỹ lĩnh vực vi điện tử tại đại học Bordeaux, Pháp. Đồng chí đã làm việc tại công ty STMicroelectronic từ 2013-2016. Hiện nay, đồng chí Tuấn là kỹ sư Quang điện tử tại Trung tâm Quang điện tử. Lĩnh vực nghiên cứu yêu thích: Laser, quang học, vật liệu bán dẫn |
|  | Trần Tiến Đạt sinh năm 1992, tốt nghiệp thạc sỹ ngành Laser, Quang học, Vật liệu tại Đại học Paris-Saclay, Pháp, năm 2017. Hiện tại, đồng chí Trần Tiến Đạt là kỹ sư Quang điện tử tại Trung tâm Quang điện tử. |
|  | Hoàng Trung Anh sinh năm 1995, nhận bằng Kỹ sư Vật lý Kỹ thuật tại trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2018. Hiện tại, đồng chí Trung Anh là kỹ sư Quang điện tử tại Trung tâm Quang điện tử. Lĩnh vực nghiên cứu: Thiết kế buồng phát Laser. |
|  | Nguyễn Văn Đạt sinh năm 1996, tốt nghiệp cử nhân ngành Tiên Tiến Hóa Học tại trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên – Đại học Quốc Gia Hà Nội. Hiện tại, đồng chí Nguyễn Văn Đạt là kỹ sư Quang học tại Trung tâm Quang điện tử. |