ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGUYỄN MINH TUẤN

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA TAPER LASER DIODE CÔNG SUẤT CAO VÙNG 670nm

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÍ

THÁI NGUYÊN – 2018

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGUYỄN MINH TUẤN

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA TAPER LASER DIODE CÔNG SUẤT CAO VÙNG 670nm

Chuyên ngành: Quang học
Mã số: 8440110

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÍ

Người hướng dẫn khoa học: **TS. Trần Quốc Tiến**

THÁI NGUYÊN - 2018

Lời cam đoan

Tôi xin cam đoan dưới đây là khóa luận tốt nghiệp của riêng tôi, dưới sự hướng dẫn của TS Trần Quốc Tiến - Phòng Laser bán dẫn - Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam. Tất cả những kết quả và số liệu trong khóa luận này là trung thực và có được từ những nghiên cứu mà tôi đã thực hiện trong quá trình làm luận văn tại phòng Laser bán dẫn - Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam.

Người làm luận văn

Nguyễn Minh Tuấn

Lời cảm ơn

Cuốn luận văn này được hoàn thành trong quá trình tôi làm việc tại phòng Laser bán dẫn - Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam.

Lời đầu tiên tôi xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới TS.Trần Quốc Tiến, người đã hướng dẫn tôi thực hiện luận văn này. Trong suốt quá trình thực hiện luận văn, thầy luôn hướng dẫn và chỉ bảo tận tình, giúp tôi hoàn thành luận văn một cách tốt nhất.

Tôi xin chân trọng cảm ơn các anh chị tại phòng Laser bán dẫn - Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam đã luôn động viên, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi khi thực hiện luận văn này.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới Ban Giám hiệu, các thầy các cô trong khoa Vật lí - Công nghệ, cán bộ phòng Đào tạo trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên, đã cho tôi những kiến thức, kinh nghiệm vô cùng quý giá cũng như sự giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình học tập và nghiên cứu.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Ban Giám hiệu Trường THPT Triệu Quang Phục, anh chị em đồng nghiệp nơi tôi công tác, đã giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình học tập và nghiên cứu.

Cuối cùng tôi xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè, những người đã luôn bên tôi, động viên và khích lệ tôi trong quá trình thực hiện đề tài nghiên cứu của mình.

Thái Nguyên, ngày 12 tháng 5 năm 2018

Nguyễn Minh Tuấn

MỤC LỤC

DANH MỤC VIẾT TẮT..... i
DANH MỤC HÌNH..... ii
DANH MỤC BẢNG..... iii
MỞ ĐẦU..... 1
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ CÁC LASER BÁN DẪN CÔNG SUẤT CAO PHÁT XẠ VÙNG SÁNG ĐỎ..... 3
1.1. Các vấn đề cơ bản về laser bán dẫn..... 3
1.1.1. Sự phát xạ và hấp thụ trong bán dẫn..... 3
1.1.2. Cấu trúc dị thể và các thành phần của laser bán dẫn..... 5
1.1.3. Khuếch đại quang và ngưỡng phát laser..... 8
1.1.4. Laser bán dẫn dị thể và laser giếng lượng tử..... 11
1.2. Laser bán dẫn công suất cao..... 13
1.2.1. Laser bán dẫn buồng cộng hưởng rộng (LOC)..... 13
1.2.2. Đặc điểm của laser bán dẫn hoạt động ở chế độ công suất cao..... 13
1.3. Các đặc trưng cơ bản của laser bán dẫn công suất cao..... 14
1.3.1. Đặc trưng quang điện..... 14
1.3.2. Đặc trưng phổ phát xạ..... 15
1.3.3. Đặc trưng tính chất chùm tia..... 17
CHƯƠNG 2. KỸ THUẬT THỰC NGHIỆM..... 19
2.1. Laser bán dẫn taper công suất cao phát bức xạ vùng sóng 670 nm..... 19
2.1.1. Phương pháp và kỹ thuật chế tạo cấu trúc, hình dạng chip laser bán dẫn vùng 670nm..... 19
2.1.2. Phương pháp và kỹ thuật đóng gói, chế tạo mẫu laser công suất cao 670 nm..... 19
2.1.3. Các thông số kỹ thuật chính của laser taper được nghiên cứu..... 21
2.2. Hệ ổn định và điều khiển nhiệt độ làm việc cho laser bán dẫn công suất cao 22
2.2.1. Nguồn nuôi và điều khiển pin Peltier..... 22
2.2.2. Hệ pin nhiệt điện và đế tỏa nhiệt cho laser công suất cao..... 23
2.3. Phương pháp đo đặc trưng quang điện của laser bán dẫn công suất cao..... 25
2.3.1. Đặc trưng I-V..... 25
2.3.2. Đặc trưng P-I..... 26
2.4. Kỹ thuật đo phổ phát xạ của laser bán dẫn công suất cao..... 26

2.5. Phương pháp khảo sát tính chất chùm tia của laser taper..... 27
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN VÀ THẢO LUẬN..... 30
3.1. Tính chất quang điện của laser bán dẫn công suất cao taper phát tại vùng bước sóng 670 nm..... 30
3.1.1. Đặc trưng dòng thế (I-V)..... 30
3.1.2. Đặc trưng công suất phát xạ phụ thuộc dòng bơm (P-I)..... 31
3.1.3. Hiệu suất độ dốc và hiệu suất biến đổi điện quang..... 33
3.1.4. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ lên các đặc trưng quang điện..... 34
3.2. Tính chất phổ phát xạ của laser bán dẫn công suất cao taper phát tại vùng 670nm..... 36
3.2.1. Phổ phát xạ của laser..... 36
3.2.2. Sự phụ thuộc vào dòng bơm của phổ phát xạ..... 37
3.2.3. Sự phụ thuộc vào nhiệt độ của phổ phát xạ..... 38
3.3. Tính chất chùm tia của laser bán dẫn công suất cao taper phát tại vùng 670 nm..... 39
3.3.1. Phân bố trường xa của chùm tia..... 39
3.3.2. Độ rộng cổ chùm và tính toán hằng số truyền M^2 41
3.4. Phân tích kết quả khảo sát đặc trưng của laser bán dẫn công suất cao taper phát tại vùng 670 nm và đánh giá về khả năng ứng dụng làm nguồn bơm trong hệ laser rắn Cr^{3+} 43
KẾT LUẬN..... 46
TÀI LIỆU THAM KHẢO:..... 47

DANH MỤC VIẾT TẮT

VIẾT TẮT	TIẾNG ANH	TIẾNG VIỆT
BA	Broad-Area	Dải rộng
CSC		Công suất cao
DFB	Distributed FeedBack	Phản xạ hồi tiếp
MQW	Multi Quantum Well	Đa giếng lượng tử
LOC	Large Optical Cavity	Buồng cộng hưởng rộng
LED	Light Emitting Diode	Ánh sáng phát ra từ diode
SCH	Separate-Confinement Heterostructure	Dị chuyển tiếp giam giữ tách biệt
TEC	Thermoelectric Cooler	Bộ làm lạnh nhiệt điện

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Các quá trình quang cơ bản của vật chất..... 3
Hình 1.2: Chuyển tiếp cấu trúc dị thể kép được phân cực thuận..... 5
Hình 1.3: Sơ đồ cấu tạo(a), giản đồ năng lượng(b), phân bố chiết suất(c), và ánh sáng(d) của laser diode dị thể kép..... 6
Hình 1.4: Sự giam giữ của các hạt tải điện (điện tử, lỗ trống) và điện trường (photon) sử dụng cấu trúc dị thể kép theo trục thẳng đứng x của laser bán dẫn phát cạnh. Sơ đồ vùng năng lượng E(x) với vùng dẫn và vùng hóa trị (trên), phân bố chiết suất n(x) của dẫn sóng điện môi (giữa), sự phân bố điện trường $\xi(x)$ *của mode quang cơ bản chạy dọc theo hướng z* 7
Hình 1.5: Một sóng đứng có m = 7 trong buồng cộng hưởng Fabry-Perot với chiều dài buồng cộng hưởng L..... 8
Hình 1.6: Độ khuếch đại quang phụ thuộc vào năng lượng photon được tính..... 9
cho các mật độ hạt tải khác nhau tiêm vào lớp tích cực InGaAsP..... 9
Hình 1.7: Đặc trưng I-V của laser bán dẫn..... 15
Hình 1.8: Đặc trưng công suất phụ thuộc dòng bơm của laser bán dẫn công suất cao..... 15
Hình 2.1: Cấu trúc epitaxy của chip laser bán dẫn 670 nm..... 19
Hình 2.2: Mô hình chíp laser được hàn trên đế đồng..... 20
Hình 2.3 : Cấu trúc Taper, với L_1 *là độ dài phần tạo dao động,* L_2 *chiều dải của Taper,* w_1 *độ rộng vùng tạo dao động*..... 21
Hình 2.4 : Một số cấu hình đóng gói laser taper..... 21
Hình 2.5: Nguồn nuôi laser ITC4005..... 23
Hình 2.6: Pin nhiệt điện..... 23
Hình 2.7: Hệ thống làm lạnh bằng thiết bị nhiệt điên Peltier..... 24
Hình 2.8: Sơ đồ phương pháp đo đặc trưng I-V của Laser..... 26
Hình 2.9: Sơ đồ đo phổ của laser..... 27
Hình 2.10: Máy phân tích phổ quang Advantest Q8384 OSA..... 27
Hình 2.11: Phương pháp đo độ rộng cổ chùm tia, sử dụng kỹ thuật quét khe hẹp..... 28
Hình 2.12: Dịch chuyển khe để đo phân bố mật độ công suất..... 28
Hình 2.13: Sơ đồ minh họa phương pháp đo phân bố trường xa..... 29
Hình 2.14: Minh họa các thông số cơ bản của chùm tia..... 29

Hình 3.1: Đặc trưng I-V của laser taper φ = 3^0 30
Hình 3.2: Đặc trưng I-V của laser taper φ = 4^0 31
Hình 3.3: Đặc trưng công suất phụ thuộc dòng bơm của laser taper 3^o 32
Hình 3.4: Đặc trưng công suất phụ thuộc dòng bơm của laser taper 4^0 33
Hình 3.5: Đặc trưng công suất phụ thuộc dòng bơm ở các nhiệt độ khác nhau của laser taper 3^o 34
Hình 3.6: Đặc trưng công suất phụ thuộc dòng bơm ở các nhiệt độ khác nhau của laser taper 4^o 35
Hình 3.7:Phổ quang của laser bán dẫn tại các giá trị khác nhau 36
Hình 3.8: Phổ quang của laser taper 4^0 tại các giá trị dòng hoạt động khác nhau, nhiệt độ hoạt động 25^{o}C 37
Hình 3.9: Phổ quang của laser taper 4^0 tại dòng hoạt động 600 mA với các giá trị nhiệt độ hoạt động khác nhau 38
Hình 3.10: Phân bố trường xa của laser cấu trúc taper 3^o 39
Hình 3.11: Phân bố trường xa của laser cấu trúc taper 3^o theo hướng song song với chuyển tiếp ở các dòng bơm khác nhau 40
Hình 3.12: Phân bố trường xa của laser cấu trúc taper 3^o tại các nhiệt độ khác nhau 40
Hình 3.13: Phân bố trường xa của laser cấu trúc taper 4^o 41
Hình 3.14: Phân bố cường độ công suất theo vị trí cổ chùm 42

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Giá trị giới hạn của laser taper..... 21
Bảng 2.2: Thông số hoạt động tối ưu của laser taper..... 21
Bảng 2.3: thông số kỹ thuật của laser teper ở 25^0C..... 22
Bảng 3.1: Dòng ngưỡng phụ thuộc theo nhiệt độ của LD taper 3^0..... 34
Bảng 3.2: Hiệu suất độ dốc phụ thuộc theo nhiệt độ của LD taper 4^o 36
Bảng 3.3: Các giá trị đỉnh phổ theo dòng hoạt động của laser taper 4^0..... 37
Bảng 3.4: Sự phụ thuộc đỉnh phổ theo nhiệt độ của laser cấu trúc taper 4^o..... 39
Bảng 3.5: Các thông số chùm của laser taper cấu trúc 3^o *và* 4^o 42