

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

NGUYỄN THỊ NGOAN

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CHẾ TẠO NGUỒN CẤP DÒNG VÀ
BỘ ỔN ĐỊNH NHIỆT ĐỘ CHO LASER BÁN DẪN CÔNG
SUẤT CAO**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Điện tử

Mã số: 60 52 70

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SỸ

Hà Nội – 2011

MỞ ĐẦU

Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) là thiết bị tạo ra chùm ánh sáng có cường độ mạnh có tính đơn sắc, kết hợp và có tính chuẩn trực cao. Bước sóng (màu sắc) của ánh sáng laser là cực kỳ thuần khiết (đơn sắc) khi được so sánh với những nguồn sáng khác, và tất cả photon (lượng tử) tạo nên chùm laser có mối quan hệ về pha cố định (tính kết hợp). Ánh sáng từ một laser điển hình có tính phân kỳ thấp, có thể đi qua một khoảng cách lớn hoặc có thể được tập trung tới một điểm sáng rất nhỏ với cường độ sáng rất lớn. Do có những tính chất quý báu này, laser được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của cuộc sống.

Nguyên lý hoạt động cơ bản của laser được phát minh bởi Charles Townes và Arthur Schalow từ phòng thí nghiệm Bell Telephone năm 1958, và laser thực tế đầu tiên dựa trên tinh thể ruby hồng được chứng minh năm 1960 bởi Theodor Maiman tại phòng nghiên cứu Hughes. Từ thời điểm đó, có rất nhiều loại laser khác nhau được phát minh, nhưng chỉ có số ít được đưa vào những ứng dụng thực tế trong khoa học, công nghiệp, thương mại, và quân sự. Laser diode bán dẫn được công bố đầu tiên vào năm 1962 bởi Robert Hall. Kể từ đó đến nay, trải qua nhiều giai đoạn phát triển, các tính năng kỹ thuật của laser diode không ngừng được hoàn thiện. Từ chỗ ban đầu là các laser đơn chuyển tiếp có dòng ngưỡng phát laser cao, chỉ hoạt động được ở nhiệt độ thấp và công suất quang lối ra nhỏ (khoảng mW) ở vùng hồng ngoại gần. Đến nay laser bán dẫn dựa trên cơ sở dị chuyển tiếp kép dạng vật liệu khối hay đa giếng lượng tử (MQW) với dòng ngưỡng phát laser thấp (đối với laser công suất thấp), có thể hoạt động được ở nhiệt độ phòng hoặc cao hơn. Với các loại vật liệu bán dẫn khác nhau người ta có thể chế tạo các loại laser bán dẫn với bước sóng phát nằm trong cả dải từ vùng tử ngoại đến hồng ngoại (390 – 2000 nm) có công suất phát từ μW đến hàng chục

W cho đơn chip laser. Laser bán dẫn công suất cao ra đời đem lại nhiều ứng dụng thiết thực trong y tế, công nghiệp, an ninh quốc phòng cũng như trong đời sống hàng ngày.

Laser bán dẫn có điện trở động nhỏ, chỉ một sự thay đổi nhỏ trong điện thế đặt vào sẽ có một sự thay đổi rất lớn trong dòng qua laser. Do vậy nguồn nuôi laser thường là nguồn dòng. Nguồn dòng nuôi laser phải cấp dòng ổn định và giảm thiểu tối đa tác động của xung tức thời (transient). Có rất nhiều nguồn dòng thương mại đã được chế tạo với nhiều tính năng được tích hợp nhưng giá thành vẫn còn khá cao. Do đó, trong khuôn khổ đề tài luận văn chúng tôi nghiên cứu thiết kế và chế tạo nguồn cấp dòng cho laser bán dẫn công suất cao phù hợp với mục đích sử dụng và có giá thành thấp phù hợp với điều kiện nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cũng như các ứng dụng trong thực tế.

Bên cạnh đó, yếu tố nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn tới hoạt động của laser bán dẫn như tính chất quang điện, tính tin cậy, hiệu suất và thời gian sống của linh kiện. Do đó để đảm bảo ổn định nhiệt độ cho laser hoạt động, chúng tôi đã nghiên cứu thiết kế và chế tạo bộ ổn định nhiệt độ dựa trên cơ chế làm lạnh nhiệt điện sử dụng pin peltier. Cũng như nguồn dòng, trên thế giới có rất nhiều những sản phẩm thương mại của bộ ổn định nhiệt độ cho laser. Nhưng với điều kiện trong nước, một thiết bị ổn định nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao với giá thành rẻ là rất cần thiết.

Trong luận văn này, chúng tôi đã nghiên cứu thiết kế chế tạo nguồn xung, nguồn dòng và bộ ổn định nhiệt độ bằng pin Peltier. Trên cơ sở các thiết bị chế tạo được, chúng tôi khảo sát một vài đặc trưng cơ bản của laser bán dẫn công suất cao phục vụ cho việc nghiên cứu laser bán dẫn cũng như nhằm mục đích ứng dụng laser bán dẫn công suất cao trong thực tế.

Luận văn gồm có 4 chương :

Chương 1: Trình bày những khái niệm cơ bản về laser bán dẫn và các đặc trưng cơ bản của laser bán dẫn.

Chương 2: Tìm hiểu về nguồn phát xung và nguồn cấp dòng một chiều cho laser bán dẫn, cơ chế làm việc của pin lạnh peltier cũng như tìm hiểu về mạch điều khiển nhiệt độ cho pin peltier

Chương 3: Trình bày các bước nghiên cứu thiết kế chế tạo nguồn cấp dòng và bộ ổn định nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao

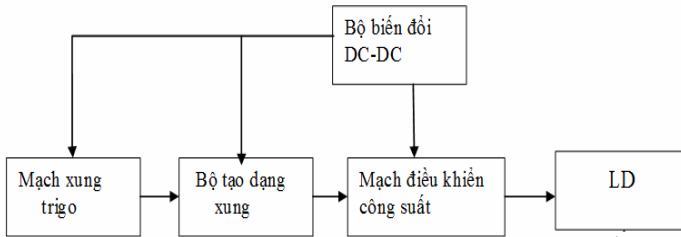
Chương 4: Sử dụng các thiết bị chế tạo được vào một vài hệ thí nghiệm khảo sát một vài đặc trưng cơ bản của laser bán dẫn công suất cao .

CHƯƠNG 1: LASER BÁN DẪN – MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

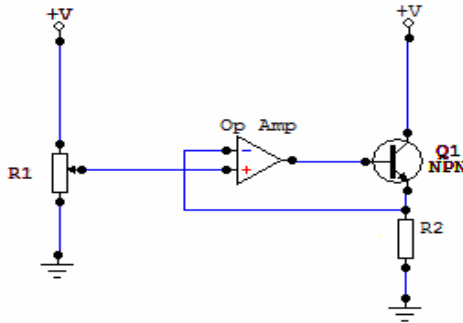
Trong chương này chúng tôi trình bày ba vấn đề. Thứ nhất là nguyên lý hoạt động và cấu tạo của laser bán dẫn. Thứ hai là một vài đặc trưng cơ bản của laser bán dẫn như đặc trưng công suất quang, dòng bơm, đặc trưng dòng – thế, đặc trưng phân bố không gian trường xa. Và cuối cùng là sự phụ thuộc vào nhiệt độ của các đặc trưng laser bán dẫn.

CHƯƠNG 2: TÌM HIỂU VỀ NGUỒN CẤP DÒNG VÀ BỘ ỔN ĐỊNH NHIỆT ĐỘ CHO LASER BÁN DẪN CÔNG SUẤT CAO

Trong chương này chúng tôi tìm hiểu về nguồn cấp dòng cho laser bán dẫn công suất cao gồm có nguồn xung và nguồn cấp dòng một chiều.

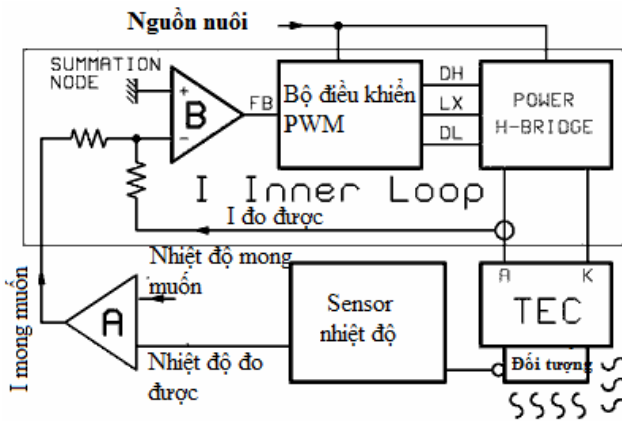


Hình 2.1: Sơ đồ khối của nguồn xung



Hình 2.2 Mạch cơ sở cho thiết kế nguồn dòng một chiều

Trong chương này chúng tôi cũng tìm hiểu về bộ điều khiển nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao dựa trên pin lạnh peltier. Trong chương này chúng tôi đã trình bày về hiệu ứng nhiệt điện và nguyên tắc điều khiển nhiệt độ cơ bản trong các thiết bị điều khiển nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao.



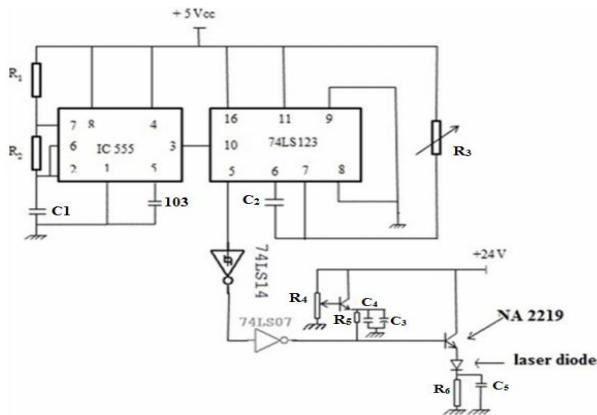
Hình 2.3: Sơ đồ khối bộ điều khiển nhiệt độ bằng pin peltier

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ CHẾ TẠO NGUỒN CẤP DÒNG VÀ BỘ ỔN ĐỊNH NHIỆT ĐỘ CHO LASER BÁN DẪN CÔNG SUẤT CAO

3.1 Thiết kế chế tạo nguồn phát xung cấp dòng cho laser bán dẫn công suất cao.

Nguồn phát xung có nhiều ưu điểm như giảm đáng kể lượng nhiệt tạo ra trong quá trình hoạt động của laser do hoạt động ở chế độ xung và thời gian sống của linh kiện cũng tăng lên đáng kể...Chế tạo nguồn phát xung cấp dòng cho laser bán dẫn là rất cần thiết trong một số ứng dụng như sử dụng laser bán dẫn trong viễn thông, LIDAR, chụp ảnh tốc độ cao, đo khoảng cách...Để nhận được xung quang cực ngắn với chất lượng cao, laser bán dẫn cần được điều khiển bởi xung điện cực hẹp. Ảnh hưởng của nguồn điều khiển hay nguồn xung nuôi laser bán dẫn lên đặc trưng quang lõi ra là rất quan trọng

Nguồn phát xung phải có các xung dòng có độ rộng xung nhỏ; tỉ số giữa thời gian làm việc và thời gian nghỉ cần phải nhỏ (tần số lặp lại của xung phải thừa Để cấp dòng xung cho laser bán dẫn công suất cao, cường độ dòng xung cần đạt vài trăm mA trở lên. Đối với đa số laser bán dẫn công suất cao cần dòng xung bơm trên 1A, vì vậy các máy phát xung thương mại không đáp ứng được nên cần thiết phải chế tạo máy phát xung ngắn có cường độ dòng lớn. Tần số xung cần đủ thấp (1 KHz tới 10 KHz) để tránh việc chồng lấn xung khi sử dụng trong một số ứng dụng.



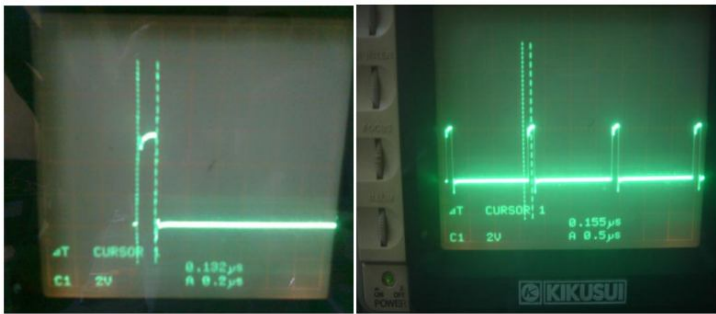
Hình 3.1: Mạch nguyên lý của nguồn phát xung



Hình 3.2: Nguồn phát xung cấp dòng cho laser bán dẫn

Máy phát xung trên cho phép thay đổi được tần số $f = 1\text{KHz}$ tới 10KHz và độ rộng xung $\tau = 120\text{ns}$ tới $2\text{ }\mu\text{s}$,

dòng xung có thể thay đổi từ 0 tới 1A. Dạng xung đầu ra vuông $f = 1\text{KHz}$ tới 10KHz tới $2\text{ }\mu\text{s}$. Dạng xung đầu ra vuông, không có nền một chiều, biên độ xung dòng có độ ổn định cao. Mức độ thẳng giáng biên độ xung dòng đạt được là $\pm 0.1\%$.



Hình 3.3: Dạng xung của máy phát xung cấp dòng cho laser bán dẫn công suất cao

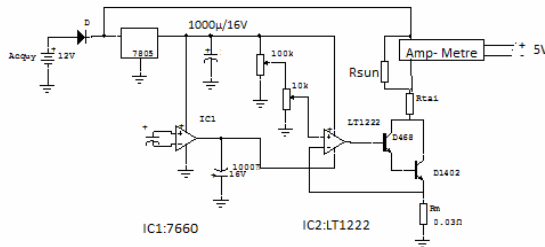
3.2 Thiết kế chế tạo nguồn cấp dòng một chiều cho laser bán dẫn công suất cao

Có rất nhiều loại nguồn dòng khác nhau trong thực tế như nguồn dòng điện trở, nguồn dòng tích cực (sử dụng các thiết bị tích cực như transistor), nguồn dòng RF (radio frequency), nguồn dòng DC (direct current). Mỗi loại sử dụng một cơ chế khác nhau để tạo ra và duy trì một dòng điện. Laser bán dẫn công suất cao đòi hỏi một nguồn dòng DC có khả năng cung cấp một dòng lớn và có độ ổn định và chính xác cao. Điều này khó thực hiện vì dòng lớn gây đốt nóng các linh kiện điện tử trong mạch dẫn đến mất ổn định của các thông

số linh kiện, đồng thời việc khắc phục các xung tức thời là hết sức khó khăn. Vì vậy, chúng tôi thiết kế, chế tạo nguồn dòng được nuôi bằng nguồn acquy để tránh các xung tức thời gây ra do biến thế hạ áp và dựa trên một khuếch đại thuật toán.

Mục đích công việc là chế tạo một bộ nguồn bơm dòng một chiều có thể cấp dòng tối đa 2 A, điều chỉnh liên tục từ 0 mA đến 2 A, với bước điều chỉnh dòng lỗi ra là 1 mA có hiển thị dòng bơm.

Yêu cầu kỹ thuật là bộ nguồn đảm bảo độ ổn định $\pm 0,5$ mA; không tạo ra các xung dòng tức thời như đã nói ở trên hoặc các xung do sự tự kích với biên độ lớn gây đánh thủng chuyển tiếp p-n của laser, thuận lợi cho việc vận hành thao tác trong quá trình đo đặc nghiên cứu.



Hình 3.4 Mạch nguyên lý nguồn cấp dòng cho laser bán dẫn công suất cao

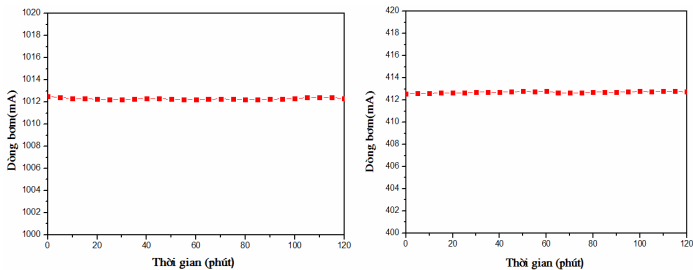
Trong khuếch đại thuật toán một hồi tiếp âm là lý tưởng để tạo một nguồn dòng không đổi có trở kháng cao. Do vậy dựa trên nguyên lý cơ bản của IC khuếch đại thuật toán (OP. Amp), chúng tôi sử dụng mạch lặp lại Repeater. Trong mạch này chúng tôi sử dụng Acquy là nguồn sạch để cấp cho mạch, vì đây là nguồn dòng để nuôi laser nên dòng cấp cho laser phải ổn định. Acquy là nguồn một chiều

hoạt động ổn định, không có nhiều thăng giáng trong quá trình hoạt động.



Hình 3.5: Nguồn dòng liên tục nuôi laser bán dẫn

Để khảo sát độ ổn định của thiết bị nguồn cấp dòng bơm cho laser bán dẫn chúng tôi sử dụng một đồng hồ đo dòng có cấp chính xác cao hơn mắc nối tiếp với tải laser bán dẫn công suất cao phát ở bước sóng 808nm để theo dõi dòng cấp theo thời gian. Laser được giữ cố định ở nhiệt độ 25°C bằng pin lạnh peltier. Chúng tôi đã tiến hành theo dõi dòng cấp của nguồn bơm trong 2 giờ tại 200 mA , 300 mA , 400mA, 700mA và 1000mA. Dưới đây là kết quả đo khi dòng cấp là 400mA và 1000mA.



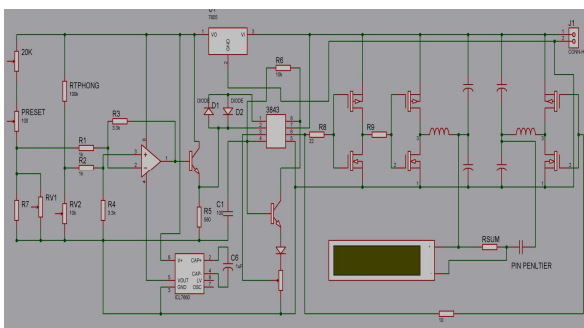
Hình 3.6: Kết quả khảo sát độ ổn định của nguồn dòng một chiều

Kết quả cho thấy trong khoảng thời gian khảo sát là 120 phút, thăng giáng của dòng bơm tại tất cả các dòng là $\sim \pm 0,1\%$.

Điều đó chứng tỏ độ ổn định của nguồn cấp dòng chế tạo được là tương đối cao. Phù hợp với yêu cầu đặt ra ban đầu.

3.3 Thiết kế, chế tạo bộ ổn định nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao.

Nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn tới hoạt động của laser bán dẫn. Để đảm bảo laser bán dẫn có thể hoạt động ổn định và hiệu quả, thì việc giữ cho laser tại một nhiệt độ không đổi trong thời gian làm việc của laser là một việc hết sức quan trọng và cần thiết. Chính vì thế, chúng tôi đã cố gắng nghiên cứu, thiết kế và chế tạo một bộ ổn định nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao với khả năng ổn định nhiệt độ tốt phù hợp với yêu cầu các thí nghiệm với laser bán dẫn công suất cao. Ý tưởng thiết kế là chế tạo một bộ nguồn cấp dòng cho pin Peltier có thể cấp dòng tối đa 4 A, phần tử theo dõi và phản hồi nhiệt độ của hệ ổn định nhiệt độ là cảm biến bán dẫn loại NTC 10 k Ω tại 25°C, bộ nguồn cấp dòng hiển thị dòng điện chạy qua pin Peltier, công suất tản nhiệt lớn nhất của pin Peltier từ 30 – 40W. Và bộ nguồn đảm bảo độ ổn định $\pm 1^\circ\text{C}$; có khả năng điều khiển nhiệt độ từ 15°C đến 40°C thuận lợi cho việc vận hành thao tác trong quá trình đặt nhiệt độ làm việc.



Hình 3.7 : Sơ đồ tổng thể của mạch điện điều khiển cấp dòng cho pin Peltier

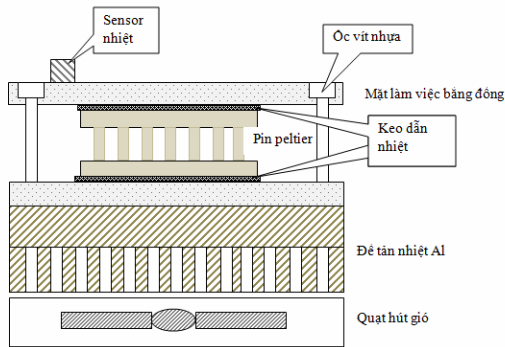
Mạch điều khiển cấp dòng cho pin Peltier do chúng tôi thiết kế gồm 3 khối cơ bản với các chức năng chính như sau:

- Khối đầu vào bao gồm cảm biến nhiệt độ bán dẫn và các biến trở cân chỉnh, đặt chế độ làm việc và mạch khuếch đại vi sai. Nhiệm vụ của khối này là tạo ra điện áp lỗi vào cấp cho khối tạo xung được mô tả tiếp theo dưới đây.

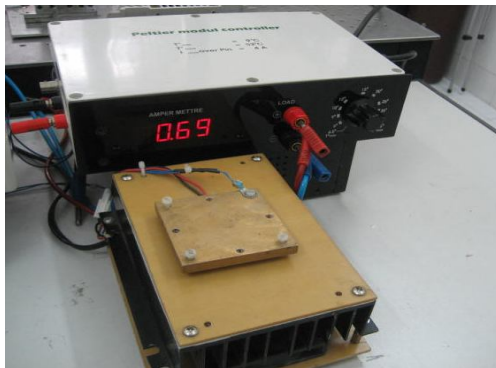
- Khối tạo xung tạo ra các xung có độ rộng thay đổi (Pulse Width Modulation – PWM) theo điện áp điều khiển từ khối đầu vào cấp sang. Sau khi dãy xung vuông PWM được tạo ra, chúng được cấp sang khối công suất được mô tả sau đây bằng 2 đường: 1 đường dẫn xung đi thẳng và 1 đường thực hiện đảo pha dãy xung nêu trên.

- Khối công suất bao gồm 04 tranzitor trường loại MOSFET công suất được đấu thành mạch cầu để cấp dòng cho pin peltier. Tại mỗi thời điểm làm việc sẽ có 2 tranzitor thông (01 MOSFET kênh p và 01 MOSFET kênh n) quyết định dòng chạy theo 1 chiều qua pin Peltier. Khi 2 tranzitor còn lại làm việc (01 MOSFET kênh n và 01 MOSFET kênh p còn lại) dòng điện sẽ đảo chiều và chạy theo chiều ngược lại qua pin Peltier. Các tụ hóa và cuộn cảm L sẽ được đưa thêm vào khối này nhằm lọc để có dòng điện bằng phẳng cấp cho pin Peltier. Như vậy sẽ có được các chế độ làm việc đốt nóng và làm lạnh phiên tần nhiệt trên pin peltier.

Chúng tôi đã thiết kế và gia công cơ khí các phiên tỏa nhiệt bằng đồng với kích thước 6x6x1cm để đảm bảo dẫn nhiệt tốt nhất từ nguồn laser xuống pin Peltier và gắn nguồn phát laser một cách thuận tiện trên mặt làm việc của pin Peltier. Đồng thời chúng tôi cũng thiết kế để tản nhiệt ở bên dưới của pin peltier có gắn quạt làm mát để đảm bảo độ ổn định của hệ trong quá trình làm việc ở công suất cao



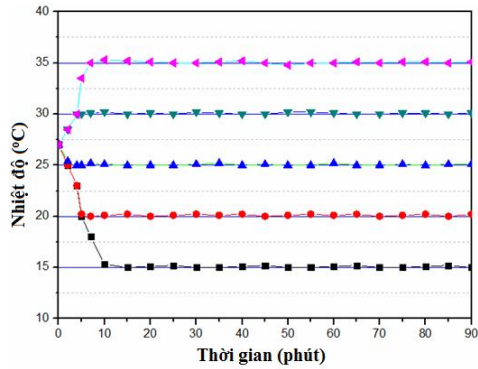
Hình 3.8 : Cấu tạo của bộ để ổn định nhiệt độ



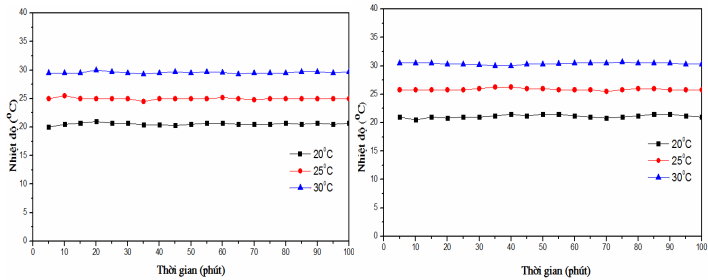
Hình 3.9: Hệ ổn định nhiệt độ làm việc cho laser bán dẫn

Để kiểm tra độ ổn định hoạt động của thiết bị chế tạo được, chúng tôi đã theo dõi độ ổn định của hệ điều khiển nhiệt độ cho laser bán dẫn theo thời gian với 2 trường hợp là khi hệ không có tải và khi có tải. Ở đây chúng tôi sử dụng một sensor nhiệt Pt1000 ($R=1K\Omega$) có bản chuẩn nhiệt độ theo điện trở chính xác đến $0,1^{\circ}\text{C}$.

Trong trường hợp không tải, kết quả cho thấy thời gian đáp ứng tại tất cả các trường hợp là nhỏ hơn 10 phút và độ thăng giáng của nhiệt độ là nhỏ hơn $0,4^{\circ}\text{C}$



Hình 3.10 : Độ ổn định nhiệt độ của hệ ổn định nhiệt độ khi không tải



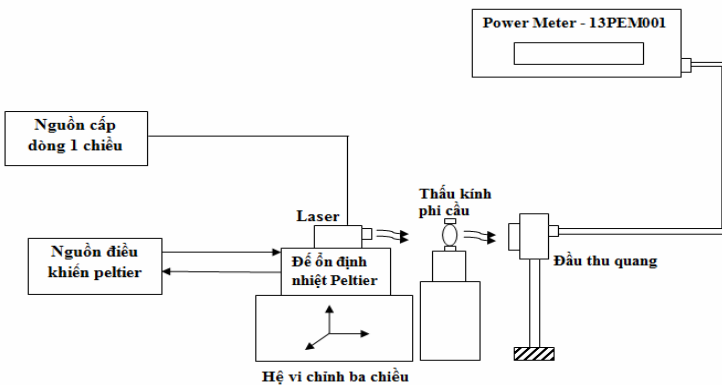
Hình 3.11 Độ ổn định nhiệt độ khi ở các tải dòng khác nhau

Trong trường hợp có tải chúng tôi khảo sát độ ổn định nhiệt độ của hệ tại các tải dòng khác nhau 400, 500, 700, 1000mA. Kết quả cho thấy độ thăng giáng tại tất cả các nhiệt độ và các dòng khác nhau là $< \pm 1^{\circ}\text{C}$.

CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU MỘT SỐ THÔNG SỐ CỦA LASER BÁN DẪN CÔNG SUẤT CAO

4.1 Nghiên cứu đặc trưng công suất quang – dòng bơm (P- I)

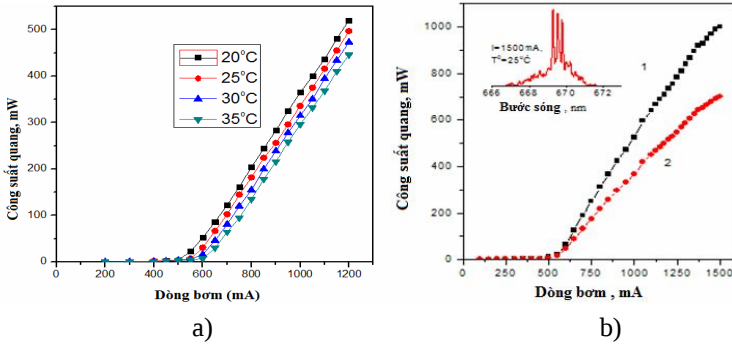
Những ưu điểm quan trọng nhất để ứng dụng laser diode công suất cao đó là hiệu suất biến đổi điện quang cao ($\sim 50\%$) và khả năng điều chỉnh trực tiếp công suất ra bằng cách thay đổi dòng cung cấp. Ở trong thí nghiệm này, chúng tôi thực hiện khảo sát đặc trưng công suất quang – dòng bơm của laser có bước sóng 808nm và 670nm



Hình 4.1: Sơ đồ đo đặc trưng công suất quang – dòng bơm của laser diode công suất cao

Nhìn vào kết quả đặc trưng công suất quang – dòng bơm của laser bước sóng 808nm ta thấy. Khi cấp dòng dưới ngưỡng phát laser $I_{th} = 500\text{mA}$ ($T=25^{\circ}\text{C}$) ta thấy chỉ có các photon phát xạ tự phát với công suất quang lỏ ra rất thấp. Ở trên dòng ngưỡng, công suất quang ra tăng tuyến tính với dòng cung cấp. Khi tăng nhiệt độ hoạt động của laser diode ta thấy rằng, dòng ngưỡng của laser cũng tăng theo. Và dựa vào đặc trưng P- I của laser và module laser ta có thể thấy hệ

số ghép nối giữa chip laser với sợi quang đường kính lõi sợi 200 μm đạt được là $\eta = 70\%$.



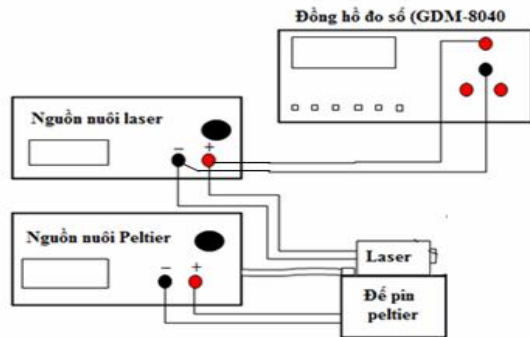
Hình 4.2 Đặc trưng P-I của laser (a) 808nm và (b) laser và module laser 670nm

4.2 Nghiên cứu đặc trưng dòng – thế (I-V)

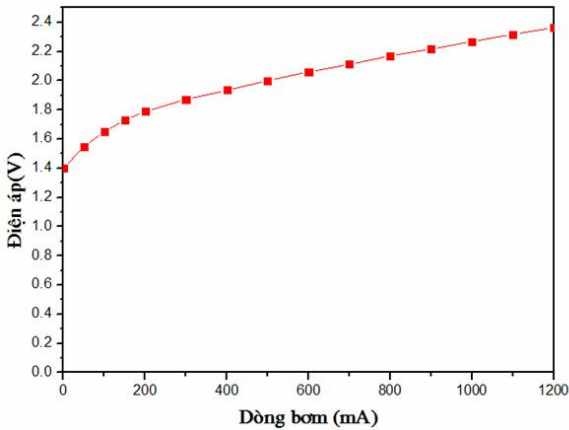
Đặc trưng dòng thế I -V là đường biểu diễn mối quan hệ giữa dòng điện chạy qua laser diode và điện thế đặt trên chuyển tiếp p-n của laser. Do điện trở biến đổi của laser

bán dẫn rất nhỏ ($\sim \text{m}\Omega$) nên khi tăng

dòng qua laser, thế sụt trên chuyển tiếp nhanh chóng tăng đến một giá trị ngưỡng V_f (thế mở) nên đặc trưng I-V có tính phi tuyến.



Hình 4.3: Hệ đo đặc trưng dòng thế I-V

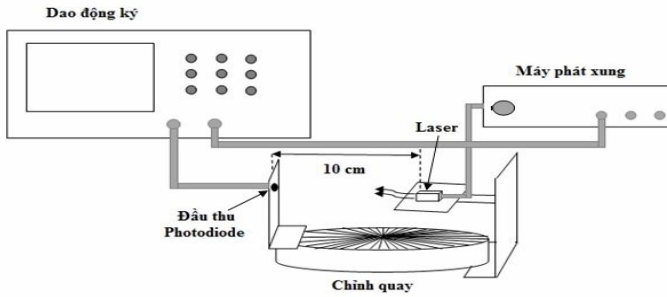


Hình 4.4: Đặc trưng I-V của laser có bước sóng 808nm

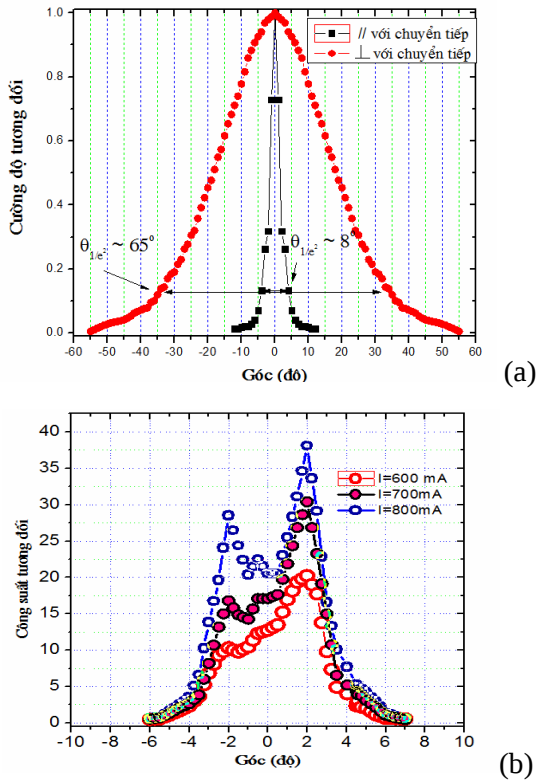
Nhìn vào đồ thị ta thấy rằng thế ngưỡng của laser là $V_f = 1.4V$. Với dòng bơm rất nhỏ, điện thế tăng rất nhanh và khi tăng dòng qua laser, thế sụt trên chuyển tiếp nhanh chóng tăng đến một giá trị ngưỡng V_f (giá trị khi đạt đến mức điện thế phân cực thuận đặt trên chuyển tiếp laser) thì tốc độ tăng của thế so với dòng giảm đi. Điều này chứng tỏ điện trở laser là phi tuyến và nó phụ thuộc vào dòng bơm.

4.3 Nghiên cứu đặc trưng phân bố trường xa

Đặc trưng phân bố trường xa là sự phân bố không gian của chùm tia laser ở khoảng cách nhất định từ chip laser. Việc đo đặc trưng phân bố trường xa cho phép đánh giá chất lượng chùm tia laser cũng như giúp cho việc ghép nối ánh sáng laser vào sợi quang với hiệu suất cao nhất. Vì vậy, chúng tôi cũng đã sử dụng nguồn nuôi xung chế tạo được để thực hiện nghiên cứu đặc trưng phân bố trường xa của hai loại laser bán dẫn công suất cao diện rộng (BA) phát ở 808 nm và laser dẫn sóng gò (ridge waveguide) phát ở 670nm



Hình 4.5: Sơ đồ đo đặc trưng phân bố không gian trường xa



Hình 4.6: Đặc trưng phân bố không gian trường xa (a) laser 808nm
(b) laser 670nm

Kết quả đo đặc trưng phân bố trường xa của laser có bước sóng 808nm được chỉ ra trên hình 4.6a. Đây là phân bố trường xa hay phân bố cường độ ánh sáng theo hai hướng song song và vuông góc với chuyển tiếp p-n tại dòng bơm $I = 600\text{mA}$ ở nhiệt độ phòng ($T = 25^\circ\text{C}$). Nhìn vào kết quả phân bố trường xa của laser ta có thể thấy rằng, góc mở theo hướng vuông góc với chuyển tiếp p-n của laser là lớn còn góc mở theo hướng song song lại rất nhỏ. Điều đó là phù hợp với phân bố không gian của vùng phát xạ laser với độ rộng $W = 100\text{ }\mu\text{m}$, độ dày $d = 1\text{ }\mu\text{m}$. Với góc mở theo hướng vuông góc với chuyển tiếp p-n $\theta_{1/2}^\circ \sim 65^\circ$, còn góc mở theo hướng song song với chuyển tiếp p-n là $\theta_{1/2}^\circ \sim 8^\circ$. Phổ phân bố trường xa theo cả 2 hướng là đơn mode, đối xứng và có dạng phân bố gần với phân bố Gauss. Chúng tôi cũng đã sử dụng hệ đo đặc trưng phân bố trường xa để đo đặc trưng phân bố trường xa theo hướng song song với chuyển tiếp p-n ở các dòng bơm khác nhau 600, 700 và 800mA cho laser bán dẫn công suất cao dẫn sóng gò dạng Tapered (vuốt thon) phát ở bước sóng 670nm. Kết quả thu được trên hình 4.8b. Do cấu trúc dẫn sóng gò Tapered đặc biệt nên phổ phân bố không gian trường xa có cấu trúc đơn mode không hoàn toàn ở dạng phân bố Gauss ở dòng bơm nhỏ, ở dòng bơm lớn thì phân bố có cấu trúc đa mode. Điều này liên quan đến chất lượng và cấu trúc của phần Tapered. Từ kết quả đo đặc trưng phân bố trường xa theo dòng bơm, ta có thể biết được laser hoạt động ở dòng bơm nào để có phân bố chùm tia là tốt nhất.

KẾT LUẬN

Laser bán dẫn công suất cao ngày càng có nhiều ứng dụng trong nhiều lĩnh vực của xã hội như trong nghiên cứu khoa học, công nghiệp, y tế, kiểm soát môi trường và an ninh quốc phòng. Điều khiển laser an toàn, hoạt động ổn định, lâu dài là những vấn đề quan

trọng cần được giải quyết. Trong luận văn này, chúng tôi đã thiết kế, chế tạo nguồn cấp dòng và bộ ổn định nhiệt độ để điều khiển hoạt động của laser bán dẫn công suất cao đảm bảo sự hoạt động ổn định của linh kiện trong từng ứng dụng cụ thể. Dưới đây là một số kết quả chính mà luận văn đã đạt được:

- Đã tìm hiểu một cách tổng quan về laser bán dẫn và các vấn đề liên quan như nguồn cấp dòng và việc ổn định nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao.

- Đã thiết kế, chế tạo được nguồn phát xung nuôi laser bán dẫn công suất cao có tần số thay đổi được từ 1KHz tới 10KHz, độ rộng xung thay đổi từ **120ns** tới 2 μ s và biên độ dòng xung có thể thay đổi từ 0 mA tới 1 A. Dạng xung lối ra vuông, thời gian xung lên và xung xuống là nhỏ hơn 15ns, không có nền một chiều và biên độ xung dòng có độ ổn định cao với độ thẳng giáng $\sim \pm 0,1\%$.

- Đã thiết kế, chế tạo được nguồn dòng một chiều nuôi laser bán dẫn công suất cao có thể cấp dòng từ 0 ÷ 2A, bước điều chỉnh dòng là 1mA, độ thẳng giáng của dòng lối ra $\sim \pm 0,1\%$.

- Đã thiết kế, chế tạo được bộ ổn định nhiệt độ cho laser bán dẫn công suất cao có thể đặt nhiệt độ từ 15 ÷ 30°C, mạch điều khiển pin nhiệt điện peltier có thể cấp dòng từ -4 ÷ 4A, độ thẳng giáng nhiệt độ trong trường hợp không tải là nhỏ hơn $\pm 0,5^\circ\text{C}$ và trong trường hợp có tải thì độ thẳng giáng là nhỏ hơn $\pm 1^\circ\text{C}$.

- Đã sử dụng các thiết bị chế tạo được để nghiên cứu một vài đặc trưng cơ bản của laser bán dẫn công suất cao như đặc trưng công suất quang – dòng bơm (P-I) của chip laser bán dẫn phát ở bước sóng 808 nm, chip laser bán dẫn và module laser bán dẫn phát ở bước sóng 670 nm; đặc trưng dòng – thế (I-V) của laser bán dẫn phát bước sóng 808 nm; đặc trưng phân bố trường xa của laser phát bước sóng 808

nm và laser dẫn sóng gò dạng Tapered phát ở bước sóng 670nm. Các đặc trưng đo được đã được lý giải về mặt vật lý và phù hợp với các tính chất của laser bán dẫn công suất cao.

Trong khuôn khổ đề tài luận văn một số vấn đề còn phải tiếp tục giải quyết như cần khử hoàn toàn xung tức thời trong nguồn cấp dòng, bộ ổn định nhiệt độ thời gian đáp ứng vẫn còn chậm và độ thăng giáng nhiệt độ trong trường hợp có tải vẫn còn khá cao. Trong tương lai, cần có các nghiên cứu tiếp tục để khắc phục các vấn đề trên nhằm chế tạo các thiết bị nguồn cấp dòng và bộ ổn định nhiệt độ có độ ổn định và chính xác cao phục vụ cho nhiều ứng dụng thực tiễn của laser bán dẫn công suất cao.