

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**

Đoàn Thị Việt Ánh

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ ĐO CÁC ĐẶC TRƯNG
QUANG DẪN VÙNG HỒNG NGOẠI Ở NHIỆT ĐỘ PHÒNG**

Chuyên ngành: **Quang học**

Mã số: **8.44.01.10**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS Phạm Văn Thìn

Thái Nguyên - 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong các công trình nghiên cứu của các tác giả khác. Các thông tin, tài liệu trích dẫn trong luận văn đã được ghi rõ nguồn gốc.

TÁC GIẢ CỦA LUẬN VĂN

Đoàn Thị Việt Ánh

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên em xin gửi lời cảm ơn trân trọng nhất đến thầy giáo - TS. Phạm Văn Thìn, người đã nhận em làm đề tài này và có những chỉ bảo, hướng dẫn sâu sát trong suốt quá trình làm luận văn của em.

Trong quá trình học tập và nghiên cứu tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, em luôn nhận được sự quan tâm sâu sắc và giúp đỡ rất nhiệt tình của các thầy giáo, cô giáo, các cán bộ khoa học, các cán bộ phòng ban chức năng của trường. Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới tất cả những sự giúp đỡ quý báu đó.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô, tập thể cán bộ của Bộ môn Vật lý, Khoa Hóa - Lý Kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật Quân sự đã tạo điều kiện cho em trong suốt thời gian em làm thí nghiệm tại trường.

Cuối cùng, tôi xin dành lời cảm ơn đến Ban giám hiệu và bạn bè đồng nghiệp tại Trường THPT Vĩnh Bảo, Hải Phòng, đã luôn động viên, tiếp thêm động lực và tạo điều kiện về thời gian cho tôi trong quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện luận văn.

HỌC VIÊN

Đoàn Thị Việt Ánh

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ	v
DANH MỤC BẢNG	vii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	viii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN	3
1.1. Hiệu ứng quang dẫn.....	3
1.1.1. Các quá trình kích thích quang cơ bản trong bán dẫn	3
1.1.2. Phương trình cơ bản của hiệu ứng quang dẫn	4
1.2. Các thông số và đặc tuyến của cảm biến quang dẫn.....	9
1.2.1. Độ nhạy tích phân.....	10
1.2.2. Điện áp nhiễu (ôn).....	10
1.2.3. Ngưỡng nhạy	13
1.2.4. Thời gian đáp ứng	14
1.2.5. Điện trở.....	14
1.2.6. Đặc tuyến phổ.....	15
1.2.7. Đặc tuyến tần số	17
1.2.8. Đặc tuyến năng lượng.....	18
1.2.9. Đặc tuyến điện áp	19
1.2.10. Phổ nhiễu.....	19
CHƯƠNG 2. THIẾT LẬP HỆ ĐO CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG QUANG DẪN VÙNG HỒNG NGOẠI GẦN	20
2.1. Bài toán bức xạ và phép đo.....	20
2.2. Sơ đồ cấu trúc của hệ đo	22
2.2.1. Nguồn cấp Bias.....	22
2.2.2. Nguồn hồng ngoại	23
2.2.3. Bộ điều biến quang	23
2.2.4. Bộ khuếch đại và lọc tần.....	24

2.2.5. Thiết bị hiển thị.....	24
2.3. Phân tích chi tiết các thiết bị được sử dụng trong hệ đo	25
2.3.1. Khối nguồn cung cấp điện	25
2.3.2. Khối nguồn phát hồng ngoại.....	25
2.3.3. Bộ điều biến quang	28
2.3.4. Khối cảm biến.....	30
2.3.5. Khối khuếch đại tín hiệu và lọc tần số	31
2.3.6. Khối hiển thị	36
2.3.7. Thiết bị nguồn - máy đo Keithley 2612A	38
2.4. Một số sơ đồ đo cơ bản.....	40
2.4.1. Sơ đồ đo điện trở của mẫu quang trở.....	40
2.4.2. Sơ đồ đo độ nhạy điện áp và năng suất phát hiện	41
2.4.3. Sơ đồ phân tích nhiễu	42
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM	43
3.1. Khảo sát hoạt động của các khối thiết bị.....	43
3.1.1. Hoạt động của khối nguồn điện	43
3.1.2. Hoạt động của nguồn vật đen tuyệt đối.....	44
3.1.3. Hoạt động của bộ điều biến quang	46
3.1.4. Hoạt động của khối khuếch đại.....	48
3.1.5. Hoạt động của khối chỉ thị.....	49
3.2. Khảo sát một số đặc trưng của quang trở hồng ngoại PbS.....	50
3.2.1. Khảo sát điện trở của quang trở	50
3.2.2. Khảo sát đặc tuyến V-A của quang trở.....	52
3.2.3. Xác định độ nhạy điện áp của quang trở.....	53
3.2.4. Khảo sát phổ nhiễu của hệ đo và nhiễu của quang trở.....	54
3.2.5. Xác định năng suất phát hiện của quang trở.....	58
KẾT LUẬN.....	60
TÀI LIỆU THAM KHẢO	61

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Các quá trình kích thích quang cơ bản trong bán dẫn.	3
Hình 1.2. Vùng phổ làm việc của một số vật liệu quang dẫn.	9
Hình 2.1. Mô hình kích thích hiệu ứng quang dẫn hồng ngoại.	21
Hình 2.2. Phân bố bức xạ theo định luật Lambert.	21
Hình 2.3. Sơ đồ cấu trúc của hệ đo.	22
Hình 2.4. Phổ phát xạ của vật đen tuyệt đối.	23
Hình 2.5. Một số dạng đĩa điều biến.	23
Hình 2.6. Sơ đồ tổng quát của mạch khuếch đại.	24
Hình 2.7. Vật đen Newport 67031.	25
Hình 2.8. Cấu tạo của vật đen tuyệt đối.	26
Hình 2.9. Bộ điều biến quang SR540.	29
Hình 2.10. Khối cảm biến.	30
Hình 2.11. Nguyên lý của bộ tiền khuếch đại dải rộng.	31
Hình 2.12. Bộ tiền khuếch đại dải rộng SR560.	32
Hình 2.13. Bộ khuếch đại lock-in SR830.	33
Hình 2.14. Máy hiện sóng MDO3012.	36
Hình 2.15. Giao diện phần mềm Open Choice Desktop.	38
Hình 2.16. Thiết bị Keithley 2612A.	38
Hình 2.17. Giao diện lập trình điều khiển thiết bị Keithley 2612A.	39
Hình 2.18. Các thiết bị của hệ đo.	40
Hình 2.19. Sơ đồ đo điện trở sáng, điện trở tối.	40
Hình 2.20. Sơ đồ đo độ nhạy điện áp và năng suất phát hiện.	41
Hình 2.21. Sơ đồ phân tích nhiễu.	42
Hình 3.1. Khảo sát điện áp nguồn cung cấp cho khối cảm biến.	44
Hình 3.2. Thời gian thiết lập nhiệt độ của nguồn.	46
Hình 3.3. Sự ổn định của tần số điều biến theo thời gian.	47

Hình 3.4. Giao diện máy hiện sóng MDO3012.....	49
Hình 3.5. Điện trở của mẫu M_1	50
Hình 3.6. Điện trở của mẫu M_2	51
Hình 3.7. Khảo sát sự lão hóa của điện trở mẫu.....	51
Hình 3.8. Đặc trưng V-A của quang trở.....	52
Hình 3.9. Điện áp lối ra bộ khuếch đại.	53
Hình 3.10. Sự phụ thuộc của độ nhạy điện áp vào nhiệt độ của nguồn.	54
Hình 3.11. Phổ nhiễu của hệ đo.....	55
Hình 3.12. Phổ nhiễu của mẫu M_1	56
Hình 3.13. Phổ nhiễu của mẫu M_2	57
Hình 3.14. So sánh độ ồn (nhiều) của một số mẫu quang trở.	57
Hình 3.15. Sự phụ thuộc của năng suất phát hiện vào nhiệt độ nguồn.	58
Hình 3.16. Các mẫu quang trở do nhóm nghiên cứu chế tạo.....	59

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1. Thông số kỹ thuật của vật đen.	27
Bảng 2.2. Tính năng của nguồn vật đen.	28
Bảng 2.3. Tính năng kỹ thuật của bộ điều biến.	29
Bảng 2.4. Tính năng bộ tiền khuếch đại dải rộng SR560.	32
Bảng 2.5. Tính năng của bộ khuếch đại Lock-in SR830.	34
Bảng 2.6. Thông số kỹ thuật của máy hiện sóng MDO3012.	37
Bảng 3.1. Kết quả kiểm tra độ chính xác của nhiệt độ nguồn.	44
Bảng 3.2. Độ ổn định của nhiệt độ nguồn theo thời gian.	45
Bảng 3.3. Kết quả kiểm tra độ chính xác tần số điều biến.	47
Bảng 3.4. Kết quả kiểm chuẩn độ chính xác của Lock-in SR830.	48

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
BB	BlackBody	Vật đen
IR	Infrared Radiation	Bức xạ hồng ngoại
VIS	VISible	Ánh sáng nhìn thấy
UV	UltraViolet	Cực tím (tử ngoại)
SWIR	Short Wavelength Infrared	Hồng ngoại bước sóng ngắn
MWIR	Medium Wavelength Infrared	Hồng ngoại bước sóng trung
LWIR	Long Wavelength Infrared	Hồng ngoại bước sóng dài
RT	Room Temperature	Nhiệt độ phòng
PMT	PhotoMultiplier Tube	Nhân quang điện
PID	Proportional Integral Derivative	Điều khiển vi tích phân tỷ lệ
PLL	Phase-Locked Loop	Vòng lặp khóa pha

MỞ ĐẦU

Hàng ngày, chúng ta (bằng mắt) nhận biết thế giới xung quanh thông qua một cửa sổ rất hẹp trên phổ sóng điện từ. Vùng phổ này được gọi là vùng khả kiến (VIS) và có bước sóng trải từ 400 nm (ánh sáng tím) đến 750 nm (ánh sáng đỏ). Bức xạ ở những vùng khác của phổ sóng điện từ con người không trực tiếp cảm nhận được bằng mắt, tuy nhiên thông qua những hiệu ứng của quá trình tương tác của sóng điện từ lên vật chất ta có thể nhận biết, thực hiện đo đạc, đánh giá cường độ của bức xạ ở vùng phổ đó bằng các cảm biến chuyển đổi cường độ bức xạ thành các đại lượng vật lý đo đạc được như là hiệu điện thế, cường độ dòng điện, điện trở... Các cảm biến quang điện hoạt động trong vùng phổ rất rộng, có bước sóng từ 25 nm đến 3000 μm , các bước sóng dưới vùng cực tím là vùng tử ngoại (UV), các bước sóng dài hơn màu đỏ là vùng hồng ngoại (IR). Trong các vùng lại được chia thành nhiều vùng con, ví dụ như đối với vùng hồng ngoại: từ 750 nm đến 3 μm là vùng hồng ngoại gần (SWIR), từ 3 μm đến 6 μm là vùng hồng ngoại trung (MWIR), từ 6 μm đến 15 μm là vùng hồng ngoại xa (LWIR)...

Thiết bị hồng ngoại có lịch sử phát triển gắn liền với quá trình phát triển các thiết bị quang điện tử quân sự, phục vụ cho trinh sát đêm, dẫn đường, giám sát, xác định và bắt bám mục tiêu. Gần đây, các thiết bị hồng ngoại phục vụ mục đích dân sự cũng được nghiên cứu phát triển. Trong những năm cuối của thế kỷ 20, những thiết bị hồng ngoại bắt đầu được áp dụng thành công trong các lĩnh vực như là y tế, công nghiệp, khai khoáng, tiết kiệm năng lượng... Một ví dụ điển hình là những thiết bị ảnh nhiệt đặt ở sân bay giúp phát hiện những hành khách bị nhiễm bệnh từ vùng ổ dịch SARS, cúm, Ebola... và qua đó hạn chế sự phát tán, lây lan của bệnh dịch. Hiện nay, thị phần của các thiết bị phi quân sự chỉ chiếm khoảng 10%, dự đoán trong vài thập niên tới thị phần này sẽ tăng lên 70% về số lượng sản phẩm và chiếm 40% giá trị lợi nhuận [1]. Tuy