

Republic of Sudan
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Red Sea University
Faculty of Graduate Studies and Scientific Research

Utilization of Semiconductors as Electromagnetic Radiation Detectors

(A thesis Submitted in Fulfillments of the Requirement for PhD Degree
in Applied Physics)

Presented by:

Hassan Shareef Hamza Shareef

Supervised by Prof:

Mubarak Dirar Abd - Alla

November 2017

Abstract

The objectives of the study is to re fabricate local light and temperature sensors, which are either unavailable or highly expensive. Light and temperature sensors are very important in modern technology. But unfortunately they are not available always due to their cost and problems of importation. To perform this task, 4 samples of photodiode, phototransistor, light dependent resistor and infra red sensor were examined.

In the first set of experiments the light and x-ray intensity were changed by changing the wavelength. But unfortunately these samples shows no response. This may be attributed to the fact that the change of light intensity in this case is very small, such that the random contribution of the back ground radiation dominate.

In the second set of experiments the photodiode, phototransistor and light dependent resistor are exposed to light with intensity varying with distance. The current and voltage shows change which obeys inverse square law. Thus they can act as light sensor. However the infra red sensor shoes no response, which may be related to its action in infra red region.

In the third set of experiments the response of photodiode, phototransistor and light dependent resistor to temperature was examined by applying operating voltage 2,3 and 5 volts. The samples are exposed to temperature in the range 30 – 60 C^o in steps of 5C^o.The corresponding current and voltages shows linear

increase with temperature. The sensitivity and detection limits was shown to increase with increase of operating voltage.

The recommendations of the study is to locally improve the manufacturing processes of conductors

المستخلص

يهدف البحث لتصنيع الحساسات الضوئية والحرارية ذات الأهمية الكبيرة في عالم التكنولوجيا الحديثة، لكنها لسوء الحظ غير متوفرة دائما بسبب التكلفة العالية ومشاكل الاستيراد، مما يجعل تصنيعها محليا ذو أهمية خاصة.

في التجربة الاولى: تم إختبار 4 عينات من الحساسات هي (الثنائي الضوئي والترانزيستور الضوئي والمقاومة الضوئية، والكاشف تحت الأحمر) بتغيير شدة الضوء المرئي والاشعة السينية بتغيير الأطوال الموجية لها، ولسوء الحظ ان نتائج هذه التجربة كانت سالبة للاشعة السينية و لم تعطي كل العينات استجابة، قد يرجع ذلك الي محدودية التغير في شدة الضوء لهذه الحالة وبالإضافة لتأثير الخلفية الإشعاعية المسيطرة للعينات، بينما كانت النتائج موجبة بالنسبة للضوء المرئي.

في التجربة الثانية: عرضت ثلاث عينات (الثنائي الضوئي، والترانزيستور الضوئي، المقاومة الضوئية) للضوء المرئي بمسافات مختلفة بين المصدر والعينة، أظهرت النتائج تغير في قيمتي الجهد والتيار مما يحقق قانون التربيع العكسي، بحيث يمكن إعتبار العينات حساسات ضوئية. بالنسبة للعينة للكاشف تحت الأحمر لم تعطي إستجابة وقد يرجع ذلك الي أن تفاعلها يتم في منطقة الأشعة تحت الحمراء فقط.

في التجربة الثالثة: تم اختبار حساسية الثنائي الضوئي و والترانزيستور الضوئي، المقاومة الضوئية للحرارة، بتطبيق جهود (2،3و5) فولت وتعرض العينات لدرجات حرارة في المدى (30^0 – 60^0) مئوية بفارق 5^0 م، أظهرت التجربة تزايد طرديا للجهد والتيار بزيادة درجة الحرارة وزادت حساسية وإمكانية الكشف بزيادة جهد التشغيل.

التوصيات لهذه الدراسة لتحسين الصناعة المحلية باستخدام كواشف اشباه الموصلات.

LIST OF CONTENTS

No	Subject	Page
1	الآية	I
2	Dedication	II
3	Acknowledgement	III
4	Abstract	IV
5	المستخلص	6I
6	List Of Contents	VII
Chapter 1		
Introduction		
7	(1.1) Preface	1
8	(1.2) research problem	2
9	(1.3) Aim of the work	2
10	(1.4) thesis layout	2
11	(1.5) previous studies	2
Chapter 2		

Electromagnetic waves		
12	(2.1) Introduction	3
13	(2.2) Electromagnetic wave generation	3
14	(2.3) Plane electromagnetic waves	4
15	(2.4) The Divergence of E	5
16	(2.5) Maxwell's equations and light	8
17	(2.6) Quantum Photon Theory of Light	10
18	(2.7) Boher Model and Atomic Spectra	13
19	(2.8) visible light (radiation)	18
20	(2.9) Nuclear Radiations (α , β and γ rays)	19
21	(2.10) Types of radiation	20
22	(2.11) Electromagnetic detectors	21
Chapter 3		
Literature Review		
23	(3.1) Introduction	29
24	(3.2) An Isotropic Light Sensor for Measurements of Visible Actinic Flux in Clouds	29

25	(3.3) Very Low Noise Photo detector	37
26	(3.4) Resistance and current-voltage characteristics of individual superconducting NbSe ₂ nanowires	44
27	(3.5) Development OF Gamma-Based Non Destructive Testing System For Thickness Measurement	52
28	(3.6) Development of Gamma-Based Non Destructive Testing System For Material Discrimination	59
Chapter 4		
Materials And Methods		
29	(4.1) Introduction	64
30	(4.2) Photodiode Structure and Operating Mode	64
31	(4.3) Phototransistor Structure and Operating Mode	65
32	(4.4) Light Dependent Resistor (LDR) Structure and Operating Mode	65
33	(4.5) Infra red (IR) Structure and Operating Mode	65
34	(4.6) Materials and Equipments	65
35	(4.7) Experimental procedures	66

Chapter 5		
Results, Discussion and Conclusion		
36	(5.1) Introduction	68
37	(5.2) results of sensing light and x – ray	68
38	(5.3) Results of sensing infra red radiation and Temperature	86
39	(5.4) Results of Energy Gaps	104
40	(5.5) Discussion	106
41	(5.6) Conclusion	109
42	References	110

(5.6) Conclusion:

The work done shows that photodiode and light dependent resistor (LDR) can act as visible light and infra red radiation sensors. However the infra red (IR) sample does not respond to visible light. since one needs a device which act as a sensor to both light and infra red, thus no attempt was made to examine IR sample for infra red.

