SUDAN UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
COLLEGE OF GRADUATE STUDIES

Design, Fabrication, Testing of (NTC) Thermistor Detector And Determination of Its Physical Parameters

[illegible]

A THESIS SUBMITTED AS A PARTIAL FULFILLMENTS OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF M.Sc. IN PHYSICS

BY

Hythem Fathi M.Mustafa

Supervisor

Dr. Kasim M. Al-Hity

March 2009

□□□□□

قال تعالى :

بسم □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□

((يَرْفَعِ ٱللَّهُ ٱلَّـذِينَ ءَامَنُـواْ مِنكُمْ وَٱلَّـذِينَ أُوتُواْ
ٱلْعِلْمَ دَرَجَـٰتٍ ۚ وَٱللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ))

المجادله ..□□□□□ 11

DEDICATION

THIS THESIS IS DEDICATED TO :-

MY PARENTS, THE SOURCE OF INSPIRATION IN MY LIFE

MY BROTHERS AND MY SISTERS

MY FAMILY

FRIENDs

Acknowledgments

First of all, All praises and glory be to Allah (S.W.A) lord of the worlds, the most beneficent, and the Most merciful. May His blessing be upon His prophet Mohammad (SWA) and all those prophets before Him.

Second, this work have not been to be in this form without help. Therefore, I would like to express my appreciation and gratitude to :-

- my supervisor Dr. Kasim M.Al-Hity who gave me useful advice and helped me in many ways.
- My bosses Mohammed A.Abosogra and Hassen Muatasim whom gave me psychological bush to go forward.
- MY Colleagues and friends.

My thank extended to laser institute staff:

- Dr.mubarak Al.mahal, Dr.Wafaa Salah, Miss.Fatima Salah, Nazik Mohammed and Tilal Abd-rahman.

My thank also extended to college of science department of physics staff, especially to:

- Dr.Ibrahim Al-faki and my dear friend Mr.badr Awad Elseid who paved the way for me to undertake the master's degree programme.
- I am grateful to Mr.Abbas Babiker, engineering Khartoum airport, for his personal assistant.
- I am grateful also to Atomic Energy Commission (SAEC) staff, especially to Mr.Seif Mohammed who gave me his time and helped me more .
- Especial thank to Miss.Valantina babiker, central laboratory in Khartoum university, who assisted me a lot in my experimental work.
- My appreciation goes to all the lecturers in the M.Sc degree programme. I also acknowledge the assistance, of my colleagues in the programme,

particularly Mr.Abd-allateef Abbas and Nadir Shams-Aldin.

- I would like to say many thanks to those who gave me their time, advice and support to overcome the difficulties and eventually, led to completion of thesis successfully.

Abstract

The basic idea in this thesis is to fabricate a thermal detector(Negative Temperature Coefficient (NTC)thermistor detector) that able to sense the low laser power at IR region. Fabrication was done by mixing precise ratios of metal oxides, blended each other, the mixture was dried, formed in disk shape and then sintered in a furnace at 1200°C for two hours. The electrode material was fired onto the ceramic body of sintered disk at 550°C so as to form an electrical union and mechanical bond between the ceramic body and the electrode. The fabricated thermistor disks had a good response to low laser power started from (0.1W) when it tested by diode laser at 810 & 940nm promising that it can be used in field of IR radiation detection with low cost in fabrication and ability to operate at room temperature without cooling.

In order to get a good response, an electronic circuit was designed which had ability to convert a physical input to output voltage and also had a high sensitivity to any change in physical input.

Because the physical characteristics of the fabricated thermistor have a great role in limiting the responsivity of thermistor, so, this thesis aimed to specify the parameters that describe the behavior of fabricated thermistor . The values of coefficients of fabricated thermistor disks that were obtained from experimental part are in the acceptable range, for example B constant of one of our fabricated disk (diskC1) is equal to 7704.33K while the typical value is between5000 to 8000K. The values of Steinhart and Hart coefficients b_0, b_1, b_2 may be same or differ from fabricated disk to another according to the conditions of fabrication. For example b_0 of diskC1 is 5.13×10^{-3} while typical value of this constant for a thermistor with a resistance of 3000Ω at room temperature $(25°C = 298.15K)$ is $b_0 = 1.40 \times 10^{-3}$, the two values is close to each other, but $b_1(-2.62 \times 10^{-4})$ of our fabricated thermistor(diskC1) mainly differ from $b_1(2.37 \times 10^{-4})$ of ideal above thermistor in minus sign which may resulted due to the nature and ratios of materials that disk is fabricated from or the method of fabrication it self.

□□□□□□□

إن الفكرة الأساسية من هذه الأطروحة هي تصنيع متحسس حراري سلبي له القدرة على تحسس قدرة الليزر الضعيفة في المنطقة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي . تم التصنيع بخلط نسب معينة من اكاسيد المعادن الفلزية التي خلطت مع بعضها البعض ثم جفف الخليط وشكل على هيئة قرص تم حرقه في فرن كهربي عند رجة حرارة 1200 درجة مئوية لمدة ساعتين . بعد ذلك سخنت المادة الموصلة على جسم القرص عند درجة حرارة 550 درجة مئوية وذلك لكي يتشكل اتحاد كهربي وتنشأ رابطة ميكانيكية بين جسم القرص والمادة الموصلة . كان للقرص المصنوع استجابة جيدة لقدرة الليزر الضعيفة بدأت من (0.1 w) عندما أختبر القرص بواسطة ليزر الثنائي ذو الطول الموجي nm940 & nm810 مبشراً بذلك بإمكانية استخدامه في مجال الكشف عن الأشعة تحت الحمراء بتكلفة تصنيع منخفضة ومقدرة على إستخدامه في درجة حرارة الغرفة بدون تبريد .

كي يتم الحصول على استجابة جيدة صممت دائرة إلكترونية لها المقدرة على تحويل الكمية الفيزيائية المقاسة إلى خرج كهربي (فولت) بالإضافة إلى حساسيتها العالية لأي تغيير في قيمة الدخل المقاس . ولأن المعاملات الفيزيائية المتحسس السلبي المصنوع لها دور كبير في تحديد استجابية المتحسس ، لذا هدف هذا البحث على تحديد المعاملات التي تصف سلوك المتحسسات المصنوعة . إن قيم معاملات المتحسسات الحرارية المصنوعة التي حصل عليها بواسطة التجربة العملية هي في المدى المقبول وكمثال لذلك ثابت المتحسس الحراري B لأحد المتحسسات الحرارية المصنوعة (المرموز له بالرمز (diskC1) في طيات هذا البحث) يساوي K7704.33 بينما القيمة النموذجية هي بين 5000K – 8000K إن قيم المعاملات التي تسمى (Steinhart and Hart coefficients) والتي يرمز لها b_0, b_1, b_2 وجد أنها تتطابق أو تختلف من متحسس لآخر طبقاً لظروف التصنيع . كمثال قيمة b_0 لمتحسسنا المصنوع (diskC1) هي 5.13×10^{-3} بينما القيمة النموذجية لهذا الثابت لمتحسس مثالي مقاومته 3000 □ عند درجة حرارة الغرفة (25 C°) هي $b_0 = 1.4 \times 10^{-3}$ ، نجد أن هاتين القيمتين قريبتان من بعضهما البعض ولكن قيمة b_1 (-2.62×10^{-4}) لمتحسسنا الحراري تختلف بشكل جوهري عن قيمة b_1 (2.37×10^{-4}) للمتحسس المثالي السابق في علامة السالب التي قد تكون نتجت بسبب طبيعة ونسب المواد الداخلة في التصنيع أو بسبب طريقة التصنيع نفسها .

Contents

List of Figures

List of Tables