ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249752

เครื่องวัดรังสีความร้อนร่วมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดดิจิตอลแบบพกพา

มานพ แสนกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์
พฤษภาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

b00251656

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249752

เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์รวมด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิกอนแบบพกพา

มรกต แสนกุล

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์
พฤษภาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์เรื่อง “เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์รวมด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิกอนแบบพกพา” ของ มรกต แสนกุล เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....ประธาน
(ดร.อนุชา แก้วพูลสุข)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมชาย กฤตพลวิวัฒน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิรินุช จินดารักษ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา)

อนุมัติ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนึงนิจ ภู่พัฒน์วิบูลย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
10 พฤษภาคม 2555

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์สมชาย กฤตพลวิวัฒน์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินุช จินดารักษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ดร.อนุชา แก้วพูลสุข ประธานคณะกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

ขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การช่วยเหลือในด้านเครื่องมือและสถานที่ในการเก็บข้อมูลตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาด้านพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศและผู้ที่สนใจบ้างไม่มากก็น้อย

มรกต แสนกุล

ชื่อเรื่อง	เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์รวมด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิกอนแบบพกพา
ผู้วิจัย	มรกต แสนกุล
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สมชาย กฤตพลวิวัฒน์
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิรินุช จินดารักษ์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554
คำสำคัญ	เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ โซลาร์เซลล์ ไมโครคอนโทรลเลอร์

บทคัดย่อ

249752

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์รวมด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิกอนแบบพกพา โดยใช้โมดูลโซลาร์เซลล์เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ ลักษณะการทำงานจะใช้ตัวกระจายแสงพลาสติกลดความผิดพลาดโคซายน์ของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหัววัด และทำการวัดรังสีดวงอาทิตย์โดยวัดจากค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรและอุณหภูมิของโซลาร์เซลล์ โดยทำการสอบเทียบกับไพรานอมิเตอร์ของบริษัท Kipp & Zonen Model CM11 จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์และบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ การควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega128 ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี

ผลการทดสอบหัววัดรังสีดวงอาทิตย์ในภาคสนามโดยเทียบกับค่าหัววัดไพรานอมิเตอร์ของบริษัท Kipp & Zonen Model CM11 ในช่วงเวลา 08.00-16.30 น. เป็นเวลา 5 วัน โดยวัดและบันทึกค่าทุกๆ 15 นาที จะได้ว่าค่ารังสีรวมเฉลี่ยที่วัดได้จากหัววัดทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าความผิดพลาด ±1.12 % ข้อมูลแต่ละชุดจะใช้หน่วยความจำขนาด 4 กิโลไบต์

Title	PORTABLE SILICON SOLAR CELL PYRANOMETER
Author	Morakot Sankul
Advisor	Associate Professor Somchai Kritpolwiwattana
Co - Advisor	Assistant Professor Sirinuch Chindaruksa, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.S. in Apply Physics, Naresuan University, 2011
Keywords	Pyranometer, Solar Cell, Microcontroller

ABSTRACT

249752

The objectives of this research are to design and construct a portable silicon solar cell pyranometer. The construction uses a module solar cell as a sensor to measure radiation from the sun. The characteristics are to employ Plastic diffuser in order to reduce cosine errors from the solar radiation which strikes on receiving detector, and to measure the solar radiation by the results from short-circuit current together with the solar cell's temperature. Then calibrate the values with the CM11 pyranometer from Kipp & Zonen Company, compute the results for the intensity of solar radiation, and automatically record the outputs. The instrument controlling has AVR microcontroller No.ATmega128 written by C programming. The test's results on receiving detector from solar radiation measurements in the field calibrated with the receiving detector from pyranometer (Kipp & Zonen Company) from 08.00 am - 16.30 pm for 5 days which is recorded 15 minutes reveal that the average radiation from both receiving detectors are significantly the same. The error is ±1.1 % of 4 kilobytes.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
	ขอบเขตของงานวิจัย	3
	สมมติฐานของการวิจัย	3
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	รังสีดวงอาทิตย์	4
	อุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง	15
	โซลาร์เซลล์	17
	ไมโครคอนโทรลเลอร์	21
	ค่าความผิดพลาดของเครื่องวัด	27
	ความเป็นเชิงเส้น (Linearity)	29
	การสอบเทียบ	29
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	33
	ไดอะแกรมโครงสร้างหลัก	33
	เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	34
	การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์	50
4	**ผลการวิจัย**	55
	ผลทดสอบผลของอุณหภูมิที่มีต่อสัญญาณเอาต์พุต	55
	ผลทดสอบผลของมุมโคซายน์ที่มีต่อสัญญาณเอาต์พุต	58
	ผลทดสอบเพื่อหาค่าปรับเทียบค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์	62
	ผลทดสอบการใช้งานภาคสนามของเครื่องวัดรังสีแสงอาทิตย์แบบพกพา	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	**บทสรุป**	72
	สรุปผลการวิจัย	72
	ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		75
ภาคผนวก		79
ประวัติผู้วิจัย		110

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงรายละเอียดของไพรานอมิเตอร์ตามการแบ่งขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก... 14

2 แสดงรายละเอียดขาพอร์ตต่างๆ ของ ATmega128..... 24

3 แสดงคุณสมบัติของไพรานอมิเตอร์บริษัท Kipp & Zonen รุ่น CM11..... 48

4 ผลการทดสอบผลของอุณหภูมิที่มีต่อเอาต์พุต..... 55

5 ข้อมูลการทดสอบผลของโคซายน์ที่มีต่อเอาต์พุตของโมดูลโซลาร์เซลล์
ค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับมุมตกกระทบ 0 องศา..... 58

6 ข้อมูลการทดสอบผลของโคซายน์ที่มีต่อเอาต์พุตที่มีตัวกระจายแสง..... 60

7 ผลการทดสอบวัดรังสีดวงอาทิตย์วันที่ 26 มีนาคม 2555 64

8 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 26 มีนาคม 2555..... 66

9 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 27 มีนาคม 2555..... 67

10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 28 มีนาคม 2555..... 68

11 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 29 มีนาคม 2555..... 69

12 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 30 มีนาคม 2555..... 70

13 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์..... 71

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 พลังงาน ความถี่ ความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงต่างๆ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์จะอยู่ในช่วงคลื่นแสงที่มองเห็นได้..... 5

2 สเปคตรัมการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศและที่ผิวโลก 6

3 แสดงค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยเหนือบรรยากาศโลกในเดือนต่างๆ 8

4 ผลกระทบต่างๆ ต่อรังสีดวงอาทิตย์ในบรรยากาศโลก..... 9

5 ลักษณะของเทอร์โมไพล์..... 11

6 การตอบสนองสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์ของไพรานอมิเตอร์แบบเทอร์โมไฟล์..... 11

7 ไพรานอมิเตอร์แบบเทอร์โมไพล์..... 12

8 การตอบสนองสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์ของโซลาร์เซลล์..... 13

9 ไพรานอมิเตอร์แบบตัวรับแสงเป็นโซลาร์เซลล์..... 13

10 (ก)สัญลักษณ์ของโฟโต้ไดโอด (ข)ลักษณะของโฟโต้ไดโอด..... 15

11 (ก)สัญลักษณ์ของแอลดีอาร์ (ข) ลักษณะของแอลดีอาร์..... 16

12 การตอบสนองต่อสเปกตรัมแสงอาทิตย์ของเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ..... 17

13 ผลของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ต่อคุณสมบัติของโซลาร์เซลล์..... 18

14 แสดงความหมายของมุมตกกระทบ..... 18

15 ผลของมุมตกกระทบต่อเอาท์พุทของเซลล์แสงอาทิตย์..... 19

16 ผลของอุณหภูมิต่อแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดและกระแสลัดวงจร..... 19

17 โครงสร้างอย่างง่ายของไมโครคอนโทรลเลอร์..... 21

18 รายละเอียดขา ATmega128..... 22

19 โครงสร้างของระบบหลักที่ทำการจัดสร้างขึ้น..... 33

20 ตัวกระจายแสงทรงโดมต่ำ..... 34

21 ตัวกระจายแสงทรงโดมสูง..... 34

22 โซลาร์เซลล์ชนิดซิลิคอน ขนาด 40.5 x 50.5 มิลลิเมตร..... 35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
23	การวัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร	35
24	แสดงวงจรขยายสัญาณ	36
25	ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA128	37
26	หน่วยความจำชนิด SD Card ขนาด 128 MB	38
27	วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำชนิด SD Card	38
28	ภาคจ่ายไฟทำหน้าที่ลดทอนแรงดันจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	39
29	หัววัดอุณหภูมิ DS1820	40
30	การต่อแบบจ่ายไฟเลี้ยงให้กับขา VDD หัววัดอุณหภูมิ DS1820	40
31	จอแสดงผล LCD 16x4 บรรทัด	41
32	การเชื่อมต่อวงจรจอแสดงผล LCD 16x4 บรรทัด	41
33	วงจรเชื่อมต่อเพื่อติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม	42
34	วงจรเชื่อมต่อไอซี Real Time Clock	43
35	วงจรเชื่อมต่อลำโพงขนาดเล็ก	43
36	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATmega128	44
37	โปรแกรม AVR Studio 4 ที่ใช้ในการเขียนภาษาซี	46
38	เครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR รุ่น ET-AVR ISP mkII	46
39	ขั้นตอนการทำงานเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์รวมด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิกอนแบบพกพา	47
40	Pyranometer Kipp & Zonen model CM11	48
41	Data Logger บริษัท Wisco รุ่น DL2200	49
42	การทดสอบผลของอุณหภูมิ	50
43	การทดสอบผลของมุมโคซายน์	51
44	สถานที่ทำการทดสอบเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพา	52
45	การติดตั้งเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

46 ผลการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต (%) เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปเทียบกับที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 57

47 ผลการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตเมื่อมุมตกกระทบเพิ่มขึ้น..... 59

48 เปรียบเทียบผลของมุมโคซายน์ของตัวกระจายแสง..... 61

49 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน..... 62

50 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับกระแสไฟฟ้าลัดวงจร..... 63

51 กราฟค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น วันที่ 26 มีนาคม 2555..... 66

52 กราฟค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น วันที่ 27 มีนาคม 2555..... 67

53 กราฟค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น วันที่ 28 มีนาคม 2555..... 68

54 กราฟค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น วันที่ 29 มีนาคม 2555..... 69

55 กราฟค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น วันที่ 30 มีนาคม 2555..... 70

56 เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพา..... 69

อักษรย่อ

μm	=	ไมโครเมตร
nm	=	นาโนเมตร
K	=	เคลวิน
O_2	=	ออกซิเจน
N_2	=	ไนโตรเจน
CO_2	=	คาร์บอนไดออกไซด์
O_3	=	โอโซน
H_2O	=	น้ำ
W/m^2	=	วัตต์ต่อตารางเมตร
I_{SC}	=	กระแสไฟฟ้าลัดวงจร
V_{OC}	=	แรงดันวงจรเปิด
P_m	=	กำลังไฟฟ้าสูงสุด
WMO	=	องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก
R	=	ตัวต้านทาน
℃	=	องศาเซลเซียส