

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
สถานที่ทำวิจัย	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
ปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก	4
ปรากฏการณ์ซีเบก	4
สภาพต้านทานไฟฟ้า	6
ประสิทธิภาพและสมรรถนะเทอร์โมอิเล็กทริก	7
เทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลและการประยุกต์	8
ระบบแมกนีตรอนสปีดเตอริงแบบพัลส์ดีซี	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
การสังเคราะห์วัสดุเป้าสปีดเตอริง	16
การสังเคราะห์ผงวัสดุ ZnO เจือด้วย TiO ₂	16
การสังเคราะห์ผงวัสดุ ZnO เจือด้วย TiO	16
การเตรียมเป้าสปีดเตอริง	17
การวัดสมบัติทางกายภาพของวัสดุเป้า	18
การวัดความหนาแน่น	18
การวัดความแข็ง	19
การตรวจสอบเฟสด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	20
การเตรียมฟิล์มบางโดยใช้ระบบแมกนีตรอนสปีดเตอริง	21
ขั้นตอนการเตรียมวัสดุฐานรอง	21
ขั้นตอนการเตรียมวัสดุเป้า	21
ขั้นตอนการเตรียมฟิล์มบาง	21
การศึกษาลักษณะบ่งชี้ของฟิล์มบาง	22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษาลักษณะสัญญาณวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	21
การศึกษาศึกษาคุณสมบัติทางแสง	22
สมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของฟิล์มบาง	25
การวัดสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกฟิล์มบาง	25
การประดิษฐ์และทดสอบการผลิตไฟฟ้าของมอดูลเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง	26
การประดิษฐ์เทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลแบบฟิล์มบาง	26
การวัดประสิทธิภาพไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลแบบฟิล์มบาง	27
4 ผลและการวิเคราะห์ผลการวิจัย	29
ผลการสังเคราะห์และศึกษาสมบัติทางกายภาพของเป้าสปีดเตอริง	29
ผลการสังเคราะห์เป้าสปีดเตอริง	30
ผลการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	30
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	30
เป้าสปีดเตอริงของ ZnO-TiO	30
เป้าสปีดเตอริงของ ZnO-TiO ₂	31
ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเป้าสปีดเตอริง	31
ผลการสังเคราะห์ฟิล์มบาง	32
ลักษณะเฉพาะของฟิล์มบาง	32
ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบาง	32
ผลการศึกษาการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	32
ผลการศึกษาลักษณะสัญญาณวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	32
ผลการวัดสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง	34
ผลการวัดสมบัติทางแสงของฟิล์มบาง	35
ผลการประดิษฐ์และทดสอบการผลิตไฟฟ้าของมอดูลเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง	37
ผลการประดิษฐ์มอดูลเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง	37
ผลการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าวงจรเปิดและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง	37
5 สรุปผลการทำวิจัยและข้อเสนอแนะ	39
สรุปผลการทำวิจัย	39
ข้อเสนอแนะ	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก นำเสนอและตีพิมพ์ผลงานวิจัยระดับนานาชาติ	45
ภาคผนวก ข นำเสนอผลงานวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ.....	56
ประวัติย่อของผู้วิจัย	58

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงค่าผลที่ได้จากการวัดโดยเครื่องมือและนำมาคำนวณ	31
2 แสดงค่าผลที่ได้จากการวัดฟิล์มบางโดยเครื่องมือและนำมาคำนวณ	32

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 Thomas Johann Srrbeck.....	4
2 ความต่างศักย์ซีเบกและการไหลของกระแสไฟฟ้า.....	5
3 เทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลที่ใช้วัสดุแบบก้อน.....	8
4 เทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลที่ใช้วัสดุแบบฟิล์มบาง.....	9
5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างอุณหภูมิกับความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลแบบฟิล์มบางของวัสดุกลุ่มบิสมัทเทลลูไรด์มีววนเป็นวงกลม.....	9
6 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างอุณหภูมิกับกำลังไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลแบบฟิล์มบางของ $p\text{-Bi}_{0.4}\text{Te}_3\text{Sb}_{1.6}$ และ $n\text{-Bi}_{0.4}\text{Te}_3\text{Sb}_{1.6}$ ที่อุณหภูมิการแอลนีล ...	10
7 (ก) การจำลองระบบเคลือบฟิล์มบาง (ข) กระบวนการแมกนีตรอนสปัตเตอริง.....	11
8 ค่าดัชนีการหักเหของแสงสเปกตรัมจะมากหรือน้อย.....	12
9 แสดงค่าประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าที่ต่ำสุดจะเป็น ZnO.....	13
10 ลักษณะเฉพาะของ I-V ของการเจือ ZnO และ 2TZO ฟิล์มตามตรวจจับแสงยูวี.....	13
11 ดัชนีการหักเหแสงของสเปกตรัม.....	14
12 ไตอะแกรมการทำวิจัย.....	15
13 ขวดสารตั้งต้น (ก) ซิงออกไซด์ (ZnO) (ข) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2).....	16
14 ขวดสารตั้งต้น (ก) ซิงออกไซด์ (ZnO) (ข) ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO)... ..	17
15 การเตรียมเป้าสเปตเตอริง (ก) ส่วนประกอบโมลอัด (ข) การขึ้นรูปเป้าสเปตเตอริง.....	17
16 เครื่องวัดความหนาแน่น (Mettler Toledo).....	19
17 เครื่องวัดความแข็ง (HMV).....	20
18 เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer; XRD-6100 Shimadzu, Japan).....	20
19 ระบบแมกนีตรอนสปัตเตอริง.....	21
20 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope (SEM) ยี่ห้อ LEO รุ่น 1450VP).....	23
21 ความยาวคลื่นของแสงในช่วงต่าง ๆ.....	24
22 เครื่องวัดประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง (UV-visible spectrophotometer).....	24

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
23 ค่าสภาพนำไฟฟ้า/ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า วัดด้วยเครื่อง ZEM-3 series	25
24 (ก) การออกแบบขานชนิด P, (ข) การออกแบบขานชนิด N, (ค) ทำขั้วไฟฟ้า (ง), (จ), (ฉ) หน้ากากแคปตอนเทปสำหรับประดิษฐ์มอดูลเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง ..	26
25 การประดิษฐ์เทอร์โมอิเล็กทริกมอดูลแบบฟิล์มบาง	26
26 (ก) หลักการวัดประสิทธิภาพการวัดประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าโมดูลเทอร์โมอิเล็กทริกแบบฟิล์มบาง (ข) ชุดสำหรับการวัดประสิทธิภาพ	27
27 ผงวัสดุสารประกอบ (ก) ซิงค์ออกไซด์ (ข) ไทเทเนียมออกไซด์ (ค) ไทเทเนียมไดออกไซด์	29
28 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของวัสดุเป้า ZnO เจือ TiO	30
29 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของวัสดุเป้า ZnO เจือ TiO ₂	31
30 รูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบาง ZnO เจือ TiO และ ZnO เจือ TiO ₂	32
31 ภาพถ่าย SEM ของ ZnO เจือ TiO และ ZnO เจือ TiO ₂	33
32 ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบกของฟิล์มบาง ZnO เจือ TiO และ ZnO เจือ TiO ₂	34
33 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มบาง ZnO เจือ TiO และ ZnO เจือ TiO ₂	34
34 ค่ากำลังไฟฟ้าของฟิล์มบาง ZnO เจือ TiO และ ZnO เจือ TiO ₂	35
35 ค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านแสงของฟิล์มบาง ZnO เจือ TiO และ ZnO เจือ TiO ₂	36
36 (ก) ประสิทธิภาพการดูดกลืนแสง (ข) ค่าช่องว่างพลังงานของฟิล์มบาง	36
37 มอดูลเทอร์โมอิเล็กทริกฟิล์มบาง p-CCO/ n- ZnO- TiO และ ZnO- TiO ₂	37
38 ความต่างศักย์ไฟฟ้าวงจรเปิดและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเทอร์โมอิเล็กทริก แบบฟิล์มบาง	38