สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 วัสดุของแข็งสารกึ่งตัวนำ	6
2.2 โครงสร้างของผลึก	7
2.2.1 โครงสร้างผลึกในอุดมคติ	7
2.2.2 โครงสร้างผลึกของสารประกอบดีบุกซัลไฟด์	10
2.2.3 แผนภาพเฟสของระบบ Sn-S	13
2.3 การศึกษาโครงสร้างผลึกเชิงจุลภาคด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์	14
2.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างผลึก	15
2.3.2 การหาขนาดของเกรน	16
2.4 การศึกษาโครงสร้างผลึกเชิงมหภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	17
2.5 การส่งผ่านแสง	18
2.5.1 การหาค่าช่องว่างแถบพลังงานจากสเปกตรัมการส่งผ่านแสง	20
2.5.2 ส่วนหางของแถบพลังงาน	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 สมบัติทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ	22
2.6.1 การวัดความต้านทานแผ่นและสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วยเทคนิคแวนเดอร์เพาว์	23
2.6.2 การวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยวิธีวัดโดยตรง	24
2.6.3 การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยวิธีสองขั้ว	25
2.6.4 ปรากฏการณ์ฮอลล์	27
2.6.5 การศึกษาปรากฏการณ์ฮอลล์ด้วยเทคนิคแวนเดอร์เพาว์	32
2.7 สภาพนำไฟฟ้าเชิงแสง	34
2.7.1 วิธีการหาค่าความหนาแน่นของกับดักพาหะในช่วงกระแสขาลง	41
2.7.2 วิธีการหาค่าความหนาแน่นของกับดักพาหะในช่วงกระแสขาขึ้น	42
2.8 หลักการสปัตเตอริง	43
2.8.1 โกล์วดิสชาร์จ	43
2.8.2 สปัตเตอริง	46
2.8.2.1 ยีลด์การสปัตเตอริง	46
2.8.2.2 ดีซีไดโอดสปัตเตอริง	47
2.8.2.3 ดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง	48
2.8.2.4 สนามแม่เหล็กที่มีผลต่อการดิสชาร์จ	52
2.8.3 องค์ประกอบที่สำคัญของหัวดีซีแมกนิตรอนสปัตเตอริง	52
2.8.3.1 วัสดุที่ใช้สร้างหัวดีซีแมกนิตรอน	53
2.8.3.2 การให้ความเย็นที่เป้า	53
2.8.3.3 การควบคุมให้เกิดการสปัตเตอริงเฉพาะผิวเป้า	53
2.8.3.4 ลักษณะของสนามแม่เหล็ก	55
2.8.4 คุณสมบัติทางพลาสมา	58
2.8.4.1 หัววัดลางมัวร์	58
2.8.4.2 ลักษณะเฉพาะของกระแสและความต่างศักย์	58
2.8.4.2.1 อุณหภูมิอิเล็กตรอน	59
2.8.4.2.2 ความหนาแน่นพลาสมา	60
2.8.4.2.3 ผลของสนามแม่เหล็ก	61
2.9 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	64
3.1 ขั้นตอนการเตรียมฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	64
3.1.1 การเตรียมแผ่นฐานรองรับที่เป็นกระจกสไลด์	64
3.1.2 การเตรียมฟิล์มบางของโลหะดีบุกโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง	64
3.1.3 การเตรียมฟิล์มบางของของสารกึ่งตัวนำ SnS โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	66
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	69
4.1 ลักษณะของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบบนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	69
4.2 ผลการศึกษาการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	70
4.3 ผลการศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ ฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	73
4.4 ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงและหาค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	74
4.5 ผลการศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	77
4.6 ผลการศึกษาสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	85
5.1 สรุปผลการวิจัย	85
5.2 ข้อเสนอแนะ	85

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	87
6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้	87
เอกสารอ้างอิง	96
ภาคผนวก	101
สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย	106
ประวัตินักวิจัย	109

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 พารามิเตอร์ของหน่วยเซลล์ในระบบสองมิติ 8

2.2 ระบบผลึกทั้งเจ็ดแบบในระบบสามมิติ 9

2.3 ค่าคงที่โครงผลึกของสารประกอบ SnS, SnS_2 และSn_2S_3 ที่อุณหภูมิห้อง 12

2.4 ค่าพลังงานขีดเริ่มและค่ายีลด์ของธาตุชนิดต่างๆ 47

4.1 ขนาดของเกรนที่ได้จากการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ โดยวิธีการซัลเฟอไรเซชัน จากสารตั้งต้นที่เป็นฟิล์มบางของโลหะดีบุกที่เตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริงแล้วนำมาผ่านกระบวนการซัลเฟอไรเซชัน 72

4.2 ค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน จากสารตั้งต้นที่เป็นฟิล์มบางของโลหะดีบุกที่เตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง แล้วนำมาผ่านกระบวนการซัลเฟอไรเซชัน โดยใช้ซัลเฟอร์ปริมาณ 0.5 กรัม จากนั้นนำเอาฟิล์มบางที่เตรียมได้ไปแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 76

4.3 ค่าความต้านทานแผ่น ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าความหนาแน่นของพาหะและสภาพคล่องฮอลล์ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน จากสารตั้งต้นที่เป็นฟิล์มบางของโลหะดีบุกที่เตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริงแล้วนำมาผ่านกระบวนการซัลเฟอไรเซชัน โดยใช้ซัลเฟอร์ปริมาณ 0.5 กรัม จากนั้นนำเอาฟิล์มบางที่เตรียมได้ ไปแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 77

4.4 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงดื้อรั้นของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน จากสารตั้งต้นที่เป็นฟิล์มบางของโลหะดีบุก ที่เตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริงแล้วนำมาผ่านกระบวนการซัลเฟอไรเซชัน โดยใช้ซัลเฟอร์ปริมาณ 0.5 กรัม จากนั้นนำเอาฟิล์มบางที่เตรียมได้ไปแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300 และ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.5 ค่าความหนาแน่นของกับดักประจุชนิดต่างๆ ที่ได้จากการวัดสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงดื้อรั้นของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์ โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน จากสารตั้งต้นที่เป็นฟิล์มบางของโลหะดีบุกที่เตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริงแล้วนำมาผ่านกระบวนการซัลเฟอไรเซชัน โดยใช้ซัลเฟอร์ปริมาณ 0.5 กรัม จากนั้นนำเอาฟิล์มบางที่เตรียมได้ไปแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 84

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 สภาพนำไฟฟ้าและสภาพต้านทานไฟฟ้าของสารฉนวน สารกึ่งตัวนำ และสารตัวนำ	6
2.2 หน่วยเซลล์ในระบบสองมิติ	7
2.3 การบอกชื่อระนาบต่างๆ ของผลึก	8
2.4 แสดงโครงสร้างผลึกของสารประกอบ SnS, SnS_2 และ Sn_2S_3 โดยที่อะตอมดีบุกและอะตอมซัลเฟอร์จะแสดงด้วยอะตอมใหญ่และอะตอมเล็กตามลำดับ	11
2.5 แสดงชั้นบางๆ ของ SnS (จำนวน 2 ชั้น) ดึงดูดกันด้วยแรงแวนเดอร์วาล	11
2.6 แสดงชั้นบางๆ ของ SnS_2 จำนวน 2 ชั้น ดึงดูดกันด้วยแรงแวนเดอร์วาล	12
2.7 แสดงโครงสร้างผลึกแบบ CdI_2	12
2.8 แสดงแผนภูมิเฟสของระบบ Sn-S	13
2.9 การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนระนาบของผลึกที่เป็นไปตามกฎของแบรกก์	15
2.10 ตัวอย่างของสเปกตรัมที่ได้จากการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	16
2.11 ค่า $\beta_{2\theta}$ เพื่อนำไปหาขนาดของเกรนจากสเปกตรัมของการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	17
2.12 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	18
2.13 ภาพจำลองเมื่อแสงตกกระทบลงบนแผ่นฟิล์มบาง	19
2.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การส่งผ่านแสงกับความยาวคลื่นโดยเส้นทึบจะแสดงขอบการดูดกลืนพื้นฐาน	20
2.15 ส่วนหางของแถบพลังงานซึ่งมีส่วนหางของแถบวาเลนซ์และส่วนหางของแถบนำ	22
2.16 ตำแหน่งของจุดสัมผัสบนชิ้นสารตัวอย่างเพื่อวัดความต้านทานแผ่นและสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วยเทคนิคแวนเดอร์เพาว์	23
2.17 การต่อขั้วเพื่อวัดความต้านทานแผ่นและวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วยเทคนิคแวนเดอร์เพาว์	23
2.18 การวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยวิธีวัดโดยตรง	25
2.19 การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยวิธีสองขั้ว	26
2.20 การวัดค่าความต้านทานแผ่นโดยวิธีสองขั้วเชิงเส้น ก. การวัดแบบสองขั้วโดยมีการเลื่อนระยะที่ขั้วหนึ่ง ข. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับระยะทางที่ได้จากการวัดชนิดเลื่อนขั้วไฟฟ้า	27
2.21 แผนภาพแสดงปรากฏการณ์ฮอลล์บนแผ่นสารกึ่งตัวนำชนิดพี	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.22	การวัดปรากฏการณ์ฮอลล์ด้วยเทคนิคแวนเดอร์เพาว์บนสารตัวอย่างที่เป็นแผ่นบางที่มีรูปทรงใดๆ	32
2.23	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าฮอลล์กับค่ากระแสไฟฟ้า	33
2.24	ระดับพลังงานของกับดักพาหะชนิดจับอิเล็กตรอน (E_{te}) และกับดักพาหะชนิดจับโฮล (E_{th}) ที่ปรากฏในช่องว่างแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำจุดทึบและจุดโปร่งจะแสดงแทนอิเล็กตรอนและโฮลตามลำดับ	35
2.25	แสดงกระแสขาขึ้นและกระแสขาลงการสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสง	38
2.26	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln I_p$ กับ t ของสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงทั้งช่วงกระแสขาขึ้นและช่วงกระแสขาลง	39
2.27	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln I_p$ กับ t เพื่อใช้คำนวณหาความหนาแน่นของกับดักพาหะในช่วงกระแสขาลง	41
2.28	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln I_p$ กับ t เพื่อใช้คำนวณหาความหนาแน่นของกับดักพาหะในช่วงกระแสขาขึ้น	43
2.29	โครงสร้างของการโกล์วดิสชาร์จ	45
2.30	การเกิดสปัตเตอริงที่ผิวเป้า	46
2.31	การสปัตเตอริงโดยดีซีไดโอดสปัตเตอริง	48
2.32	การเคลื่อนที่เป็นเกลียววงกลมของอิเล็กตรอนที่ถูกกักเก็บไว้ที่ผิวเป้าในเส้นทางเลื่อนลอยของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตามขวางที่มีทิศทางตั้งฉากกัน	50
2.33	ความต่างศักย์ของการดิสชาร์จกับสนามแม่เหล็กที่วัดในขั้วอิเล็กโทรดโคแอคเชียลทรงกระบอก	52
2.34	ลักษณะของแมกนีตรอนแบบสมมาตร	56
2.35	ลักษณะของแมกนีตรอนแบบไม่สมมาตรประเภทที่ 2	57
2.36	ลักษณะของแมกนีตรอนแบบไม่สมมาตรประเภทที่ 1	57
2.37	หัววัดเดี่ยวลางมัวร์ที่สอดเข้าไปในพลาสมา	58
2.38	แผนภาพลักษณะเฉพาะของกระแสกับความต่างศักย์	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.39 แสดงสเปคตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ p-SnS เมื่อให้อุณหภูมิแก่สารตั้งต้นเท่ากับ ก. 580 องศาเซลเซียส ข. 650 องศาเซลเซียส	63
2.40 แสดงภาพถ่ายผิวหน้าของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS_2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ก. 580 องศาเซลเซียส ข. 650 องศาเซลเซียส	63
3.1 ภาพถ่ายเครื่องดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง	66
3.2 ภาพถ่ายเตาแอนนีล	68
4.1 ภาพถ่ายฟิล์มบางของโลหะดีบุกซึ่งเตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง	69
4.2 ภาพถ่ายฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน เมื่อมีการแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	70
4.3 สเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางของโลหะดีบุกซึ่งเตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง	71
4.4 สเปกตรัมการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน เมื่อมีการแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	71
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ของผลึก a และ c เมื่อเทียบกับอุณหภูมิซัลเฟอไรเซชันของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS_2 ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฐานรองรับที่เป็นแผ่นกระจกสไลด์โดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน	72
4.6 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของฟิล์มบางของโลหะดีบุกซึ่งเตรียมโดยวิธีดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง	73
4.7 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ซึ่งเตรียมโดยวิธีซัลเฟอไรเซชัน เมื่อมีการแอนนีลในบรรยากาศก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงและความยาวคลื่นของฟิล์มบาง ของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 75

4.9 วิธีการหาค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 75

4.10 การหาค่าความต้านทานแผ่นที่ได้จากการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วยวิธีสองขั้ว ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ ที่อุณหภูมิ 300, 350, 400, 450 และ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 78

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า ของปรากฏการณ์ฮอลล์ ภายใต้สนามแม่เหล็ก และไม่มีสนามแม่เหล็กของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 79

4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า ของปรากฏการณ์ฮอลล์ ภายใต้สนามแม่เหล็ก และไม่มีสนามแม่เหล็กของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 79

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าฮอลล์กับกระแสไฟฟ้า ของปรากฏการณ์ฮอลล์ ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 80

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าฮอลล์กับกระแสไฟฟ้า ของปรากฏการณ์ฮอลล์ ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที 80

4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสโฟโต กับเวลาของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ ที่อุณหภูมิ 300 และ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60นาที 81

4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสนอร์มัลไลซ์ขาขึ้นกับเวลา ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ ที่อุณหภูมิ 300 และ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสนอร์มัลไลซ์ขาลงกับเวลา ของฟิล์มบางของสารกึ่งตัวนำ SnS และ SnS_2 ที่แอนนีลในบรรยากาศก๊าซซัลเฟอร์ ที่อุณหภูมิ 300 และ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 82