

บทที่ 1

บทนำ



ในการศึกษาสารกึ่งตัวนำจุดมุ่งหมายนอกจากเป็นการเสริมทางทฤษฎีแล้ว ยังมีจุดมุ่งหมายในการนำไปทำเป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำเช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อเตรียมสารกึ่งตัวนำขึ้นมาได้ชนิดหนึ่ง จึงจำเป็นต้องวัดคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำที่เตรียมขึ้นมาได้ว่าสารนั้นมีคุณสมบัติอย่างไร มีแนวโน้มที่จะนำไปทำเป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำได้หรือไม่ ซึ่งการวัดสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงก็เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้รูปร่างแถบพลังงานและรูปร่างพลังงานที่เกิดจากสิ่งเจือปนหรือความไม่สมบูรณ์ของผลึกในส่วนที่เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพนำไฟฟ้า

ปรากฏการณ์สภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงถูกค้นพบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2416 โดยสมิธ [1] (W. Smith) ได้สังเกตเห็นว่าเมื่อแสงตกกระทบซีลีเนียม (Se) ความต้านทานของซีลีเนียมจะเปลี่ยนแปลงไปทกลับหลังจากที่สมิธค้นพบปรากฏการณ์สภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงคือในปี 2476 กัดเดน (B. Gudden) ได้รวบรวมผลงานทางสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงที่มีอยู่ในขณะนั้นเขียนเป็นหนังสือ หลังจากนั้นมาก็มีการค้นคว้าทดลองสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงกันอย่างกว้างขวาง

สภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงเกิดขึ้นเมื่อฉายแสงลงบนสารกึ่งตัวนำ (หรือฉนวน) แล้วเกิดมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนพาหะอิสระหรือมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเคลื่อนได้ (mobility) การวัดสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงโดยทั่วไปก่อนหน้านั้นวัดด้วยวิธีแบบจัมป์ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงจำนวนพาหะอิสระที่เกิดขึ้นจากแสง แต่เมื่อเร็ว ๆ นี้ [2] โมเนมาร์และกริมไมส์ (B. Monemar and H.G. Grimmeiss) นักฟิสิกส์ชาวสวิสได้เสนอว่า การวัดสภาพนำไฟฟ้าเชิงแสงโดยวิธีแบบจัมป์นั้นจะได้ข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ นำมาตีความหมายได้ไม่ดี เขาได้เสนอวิธีวัดที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่ออกมา คือวิธีวัดแบบกระแสคงที่ซึ่งเป็นการวัดโดยจำกัดจำนวนพาหะอิสระที่เกิดจากแสงให้คงที่ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะได้ศึกษาทั้งการวัดตามแบบจัมป์และแบบกระแสคงที่

ปัจจุบันอุปกรณ์กึ่งตัวนำต่าง ๆ มักจะทำจากซิลิกอน (Si) หรือเยอรมันเนียม (Ge) แต่ก็มีการพัฒนาสารกึ่งตัวนำอื่น ๆ ขึ้นมาเช่นกัน สารกึ่งตัวนำกลุ่มหนึ่งซึ่งคาดว่าสามารถนำไปทำเป็นอุปกรณ์ได้ก็คือสารกึ่งตัวนำในกลุ่มซาลโคไพไรท์ (chalcopyrite) สารกลุ่มนี้แบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือพวกที่มีสูตรเคมี I-III-VI₂ และ II-IV-V₂ ตามลำดับ ซึ่งซาลโคไพไรท์ที่ประกอบด้วย Ag และ Ga นั้น ได้มีการศึกษาแล้วทั้ง AgGaS₂ และ AgGaSe₂ แต่สำหรับ AgGaTe₂ ยังไม่ได้มีการศึกษาเท่าที่ควร การวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกวิจัย AgGaTe₂

AgGaTe₂ ที่ใช้วิจัยในครั้งนี้ได้จากการปลูกผลึกโดยวิธีโคเรกชันนัล โซลิดิฟิเคชัน (directional solidification) จากการตรวจสอบกระแสที่เกิดจากการแพร่ด้วยวิธีซีวร้อน [3] พบว่าเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type) และจากการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity) ด้วยหัววัดแบบสี่ขั้วเชิงเส้น (linear 4-probes) พบว่ามีสภาพต้านทานไฟฟ้าประมาณ 10⁵ Ω-cm ซึ่งเป็นค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่สูงมากของพวกสารกึ่งตัวนำ สำหรับขั้นตอนในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1. ศึกษาวิธีต่อขั้วไฟฟ้าจาก AgGaTe₂ ให้ได้รอยต่อที่เป็นโอห์มิก (ohmic contact) โดยรอยต่อแบบโอห์มิกนี้เป็นเงื่อนไขแรกที่จะต้องทำให้ได้ในการศึกษาหน้าไฟฟ้าเชิงแสง หรือการวัดอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับสารกึ่งตัวนำ
2. ศึกษาสภาพหน้าไฟฟ้าเชิงแสงตามวิธีแบบฉบับและวิธีกระแสคงที่ โดยศึกษาทั้งที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำประมาณ -190°C
3. นำข้อมูลจากข้อสองมาสรุปเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการเตรียมสาร และในการวิจัยประยุกต์อื่น ๆ ต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้นอกจากจะทำใหรูช่องว่างแถบพลังงานและระดับพลังงานที่เกิดจากสิ่งเจือปนหรือความไม่สมบูรณ์ของผลึก AgGaTe₂ ในส่วนที่เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพหน้าไฟฟ้า การศึกษารอยต่อแบบโอห์มิกในการวิจัยครั้งนี้ ยังเป็นพื้นฐานของการวัดอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับสารกึ่งตัวนำอีกด้วย