



บทนำ

ปัจจุบันกระบวนการผลิตอุปกรณ์กึ่งตัวนำจำพวกวงจรรวม (IC) ส่วนใหญ่ใช้กระบวนการพลาสมา (planar process) [1] ในกระบวนการนี้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสิ่งประดิษฐ์กึ่งตัวนำถูกสร้างขึ้นบริเวณผิวหน้าของเวเนผลึกกึ่งตัวนำเป็นชั้น ๆ ซ้อนกันจนถึงชั้นสุดท้ายซึ่งเป็นชั้นของซิลิโคนสำหรับเชื่อมสายเพื่อต่อกับวงจรรายนอกต่อไป ผิวหน้าของผลึกสารกึ่งตัวนำจึงเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพและประสิทธิภาพของวงจรรวมที่ประดิษฐ์ขึ้น ดังนั้นการศึกษาผิวหน้าของผลึกสารกึ่งตัวนำจึงเป็นสาขาวิชาวิจัยที่ได้รับความสนใจมากสาขาหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการนำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์กึ่งตัวนำต่อไป โครงสร้าง MIS (Metal-Insulator-Semiconductor) เป็นโครงสร้างหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้ศึกษาผิวหน้าของสารกึ่งตัวนำเป็นอันมาก เนื่องจากการเตรียมและการวิเคราะห์ผลกระทำได้ง่ายและรวดเร็ว รวมทั้งสามารถให้ข้อมูลทั้งสถานะผิวและสถานะของชั้นผลึก

โครงสร้าง MIS ได้รับการเสนอเป็นครั้งแรกโดยสร้างเป็นตัวเก็บประจุแปรค่าได้ตามแรงดันไฟฟ้า ในปี 1959 ผู้สร้างคือ Moll [2], Pfann และ Garrett [3] และผู้ที่ทำการวิเคราะห์ลักษณะคือ Frankl [4] และ Lindner [5] โครงสร้าง MIS ได้ถูกนำไปใช้ศึกษาผิวหน้าของซิลิคอนเมื่อผ่านขั้นตอนสร้างชั้นออกไซด์เป็นครั้งแรกโดย Terman [6], Lehocvec และ Slobodskoy [7]

เทคนิคที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้าง MIS มีหลายแบบขึ้นอยู่กับสมบัติที่ต้องการศึกษาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา ในงานวิจัยนี้ได้เลือกเทคนิคการวัด ความจุ-แรงดันไฟฟ้า (C-V measurements) เทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่มีผู้นิยมใช้ศึกษากันมากเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาไม่ยุ่งยากมาก สามารถดัดแปลงให้เป็นระบบอัตโนมัติได้ง่าย และที่สำคัญคือการศึกษาด้วยเทคนิค ซี-วี นี้ทำให้เราทราบข้อมูลมากมายตั้งแต่

บริเวณที่เป็นชั้นฉนวน, บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นฉนวนและสารกึ่งตัวนำ และบริเวณสารกึ่งตัวนำ ประจุที่อยู่ในบริเวณเหล่านี้จะเป็นตัวสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อเสถียรภาพและประสิทธิภาพของอุปกรณ์กึ่งตัวนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกวงจรรวม ในงานวิจัยนี้ได้สนใจเฉพาะบริเวณที่สามคือบริเวณสารกึ่งตัวนำ ในบริเวณนี้ข้อมูลที่สำคัญคือชนิดของพาหะข้างมาก, ปริมาณความเข้มข้นสารเจือปนและช่วงชีวิตของพาหะข้างน้อย เป็นต้น และจุดสนใจจะมุ่งไปที่สารกึ่งตัวนำที่เป็นสารประกอบในกลุ่มซัลโคไฟไรต์ (chalcopyrite) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง CuInSe_2 ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีแวนาเนียมที่จะนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง [8] ข้อมูลที่ทราบจากศึกษาการวัด ซี-วี ดังกล่าวจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะพัฒนากระบวนการเตรียมสารและควบคุมสมบัติทางไฟฟ้าเพื่อให้มีสมบัติที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำต่อไป

สำหรับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นดังนี้

1. ศึกษาเทคนิคการวัด ซี-วี และการวิเคราะห์ผลโครงสร้าง MIS ที่มี CuInSe_2 เป็นแผ่นรองรับและมีชั้นฉนวนเป็น Photoresist
2. สร้างระบบ ซี-วี เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยการดัดแปลงอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมคือ เครื่อง Boonton 72A (capacitance meter) และเครื่อง Kepco ABC 425M (programmable power supply) ใช้เชื่อมต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แอปเปิลทู โดยสร้างวงจรรีเฟสเพิ่มขึ้นมาเพื่อให้เป็น ระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้การศึกษากระทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว
3. พัฒนาโปรแกรมภาษาเบสิกและภาษาเครื่องเพื่อใช้ในการควบคุมการเก็บบันทึกข้อมูล และทำการคำนวณสมบัติบ่งชี้ทางไฟฟ้างดังต่อไปนี้
 - 3.1 ชนิดของพาหะข้างมาก
 - 3.2 ปริมาณความเข้มข้นสารเจือปน
 - 3.3 โพรไฟล์สารเจือปน
 - 3.4 ช่วงชีวิตของพาหะข้างน้อย

4. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาทางด้าน Capacitance Transient Spectroscopy [9]

สำหรับขั้นตอนของงานวิจัยเป็นดังนี้

1. ศึกษาเทคนิคการวัด ซี-วี และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างระบบ ซี-วี ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์และทดสอบการทำงาน
3. ทดสอบระบบ ซี-วี กับตัวอย่างมาตรฐานและโครงสร้าง MIS ที่มี

CuInSe_2 เป็นแผ่นรองรับ

4. สรุปผลการทดสอบและเขียนรายงาน