



บทที่ 1

บทนำ

การปฏิวัติอุตสาหกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์โดยการผลิตทรานซิสเตอร์ขึ้น ทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์มีความยืดหยุ่น สะดวกสบาย และให้ความเชื่อถือสูงกว่าการใช้หลอดสุญญากาศ วงจรรวม (Integrated circuit) เป็นอีกก้าวหนึ่งในการพัฒนาอุตสาหกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เกิดประโยชน์ใหม่ ๆ หลายประการซึ่งอุปกรณ์เดี่ยว ๆ (discrete devices) ไม่สามารถทำได้ ภายในวงจรรวมจะประกอบด้วยทรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมาก ไดโอด ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุอยู่บนวัสดุฐานรอง (Substrate) ที่เป็นสารกึ่งตัวนำ ในระยะเริ่มแรกนั้นวงจรรวมที่ผลิตขึ้นใช้เทคโนโลยีทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ ต่อมาเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์แบบมอสถูกนำมาเข้ามาใช้เสริมเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ (1) ด้วยเหตุผลที่ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ง่ายต่อการผลิต อุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมีขนาดเล็กกว่า กินไฟฟ้าน้อยกว่า

แนวความคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีทรานซิสเตอร์แบบมอสหรือเทคโนโลยีมอส (MOS Technology) ได้เริ่มมีตั้งแต่ปีค.ศ. 1930 (2) MOS เป็นอักษรย่อมาจากคำว่า Metal-oxide-semiconductor โดยในระยะเริ่มแรกเป็นการศึกษาอุปกรณ์เดี่ยว ๆ ก่อน หลังจากนั้นวงจรรวมซึ่งผลิตโดยเทคโนโลยีมอสจึงได้เริ่มออกสู่ตลาดในปีค.ศ. 1975 จนกระทั่งในปัจจุบันนี้การผลิตวงจรรวมด้วยเทคโนโลยีมอส ทำให้สามารถผลิตไมโครโปรเซสเซอร์ 32 บิตที่สมบูรณ์แบบ (3) มีหน่วยความจำ 1 เมกะบิต หรือแม้แต่ 4 เมกะบิตได้บนวงจรรวมเพียงชิปเดียว ดังนั้นการเรียนรู้เทคโนโลยีมอสจึงเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างมาก

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเทคโนโลยีมอสในการผลิตตัวเก็บประจุมอส และทรานซิสเตอร์แบบมอส โดยอาศัยเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีในห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาไปสู่การผลิตวงจรรวมขึ้นในห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำต่อไป การวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การศึกษากระบวนการผลิตตัวเก็บประจุมอสและทรานซิสเตอร์

แบบมอส เพื่อให้ได้ตัวเก็บประจุมอสและทรานซิสเตอร์แบบมอสที่มีคุณภาพดี เนื่องจากการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเป็นพื้นฐานในการผลิตวงจรรวมต่อไป ดังนั้นจึงออกแบบให้ตัวเก็บประจุมอสและทรานซิสเตอร์แบบมอสที่ผลิตขึ้นอยู่บนวัสดุฐานรองเดียวกัน

แนวทางในการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกมุ่งเน้นที่การหาเงื่อนไขในการผลิตตัวเก็บประจุมอส เพื่อให้ได้ตัวเก็บประจุมอสที่มีเกตออกไซด์คุณภาพดี ขั้นตอนที่สองมุ่งเน้นที่การศึกษาเงื่อนไขในการแพรว์ซิม เพื่อให้ได้ชั้นแพรว์ซิมที่มีคุณภาพดีที่จะทำเป็นเดรนและซอร์สของทรานซิสเตอร์แบบมอส ขั้นตอนที่สามเป็นการศึกษาผลของโครงสร้างของทรานซิสเตอร์แบบมอสที่มีต่อลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์แบบมอส ซึ่งผลิตขึ้นโดยใช้เงื่อนไขในการผลิตที่ได้ศึกษามาแล้วจากขั้นตอนที่หนึ่งและที่สอง การวิเคราะห์คุณภาพของสิ่งประดิษฐ์มอสที่ผลิตขึ้น เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไปมีดังนี้

1. การวัดลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเก็บประจุมอส เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของเกตออกไซด์ โดยใช้ชุดเครื่องมือวัดซึ่งประกอบด้วย Multi-frequency LCR meter, Probes station และ ไมโครคอมพิวเตอร์ Hewlett-Packard
2. การวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแพรว์ซิม เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของชั้นแพรว์ซิมที่จะใช้ทำเป็นเดรนและซอร์ส โดยใช้ชุดเครื่องมือวัดซึ่งประกอบด้วย DC pA meter, Probes station และ ไมโครคอมพิวเตอร์ Hewlett-Packard
3. การวัดลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าและพารามิเตอร์ที่สำคัญของทรานซิสเตอร์แบบมอส เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของทรานซิสเตอร์แบบมอสที่ผลิตขึ้น ในการวิเคราะห์คุณภาพนี้บางส่วนจะใช้เครื่องมือชุดเดียวกับที่ใช้ในข้อ 2 และบางส่วนจะใช้ Probes station และ Curve tracer ในการวัด

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ จะทำให้สามารถหาเงื่อนไขในการผลิตตัวเก็บประจุมอสและทรานซิสเตอร์แบบมอสที่มีคุณภาพดี โดยใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ เพื่อเป็นพื้นฐานในการผลิตวงจรรวมขึ้นภายในห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำต่อไป