

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ นำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์ผลผลิตด้านความบกพร่องของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นซิลิคอน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความบกพร่องที่เกิดขึ้นในโครงสร้างผลึกซิลิคอน โดยการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของกระแสรั่วไหลกับความบกพร่องของซิลิคอนในบริเวณปลอดพาหะของรอยต่อพี-เอ็น โดยเทคนิคการวิเคราะห์ผลผลิตด้านความบกพร่องของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นซิลิคอน ซึ่งวิจัยและพัฒนาในประเทศ สามารถใช้ทดแทนเครื่องมือวิเคราะห์ราคาแพงจากต่างประเทศ

ผลการทดลองแสดงถึงคุณสมบัติพื้นฐานของไดโอดชนิดรอยต่อพี-เอ็น ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติพื้นฐานภายในรอยต่อพีเอ็น การวิเคราะห์องค์ประกอบของกระแส การวิเคราะห์องค์ประกอบของค่าเก็บความจุไฟฟ้าในไดโอด การวิเคราะห์ความกว้างชั้นปลอดพาหะ และในหัวข้อสุดท้ายเป็นการศึกษาการกระจายตัวของความบกพร่องโดยวิธีอนุพันธ์ในรอยต่อพี-เอ็น

ในขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ไดโอดที่มีรูปทรงเรขาคณิตแบบต่างกัน 2 แบบคือ Large Area Diode และ Meander Diode โดยออกแบบให้มีขนาดพื้นที่เท่ากันทั้ง 2 แบบ เพื่อให้สอดคล้องและง่ายต่อการคำนวณหาพารามิเตอร์อื่นๆ สำหรับกระบวนการสร้างอุปกรณ์ไดโอดใช้เทคโนโลยีการผลิตชิปแบบมาตรฐานขนาด 0.8 ไมโครเมตร ที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยขั้นตอนการยิงฝังประจุฟอสฟอรัสเพื่อสร้างบ่อแยกชนิดเอ็นอาจทำให้เกิดความบกพร่องในซิลิคอนขึ้นได้ ถึงแม้ว่าในขั้นตอนของกระบวนการสร้างอุปกรณ์ โดยเฉพาะกระบวนการแอนนัลลิ่ง (Annealing) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญเพื่อซ่อมแซมและจัดเรียงตัวโครงสร้างของผลึกที่เสียหายจากกระบวนการยิงฝังประจุให้กลับอยู่ในสภาพที่ปกติเหมือนเดิม อาจทำได้ไม่สมบูรณ์หรือมีเงื่อนไขของกระบวนการแอนนัลลิ่งที่ไม่เหมาะสม จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดความบกพร่องในโครงสร้างผลึกเกิดขึ้น ดังนั้นการยิงฝังประจุฟอสฟอรัสที่ทำให้เกิดความบกพร่องจะถูกใช้เป็นเงื่อนไขในการศึกษาและจากคุณลักษณะของกระแสรั่วไหลในรอยต่อพี-เอ็น จะนำไปสู่การวิเคราะห์หาค่าช่วงชีวิตการก่อเกิด ค่าช่วงชีวิตการรวมตัวใหม่ และค่าพลังงานกระตุ้นเพื่อแสดงถึงความบกพร่องที่เกิดขึ้นในโครงสร้างผลึกซิลิคอน

ภายหลังจากกระบวนการสร้างทำการวัดคุณลักษณะกระแส-แรงดัน และค่าเก็บประจุไฟฟ้าของรอยต่อพี-เอ็น โดยให้ทั้งแรงดันไบอัสตรงและแรงดันย้อนกลับ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตั้งแต่ 27°C – 100°C ในตู้มิดพร้อมแท่นวัดคุณสมบัติอุปกรณ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวัดมาทำการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบของกระแสรั่วไหล ค่าช่วงชีวิตการก่อเกิด ค่าช่วงชีวิตการรวมตัวใหม่

จากค่าช่วงชีวิตการก่อเกิดและการรวมตัวใหม่ ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอนุพันธ์ และนำมาแสดงผลเป็นแผนภาพแบบ 3 มิติ ทำให้สามารถศึกษาวิเคราะห์ความไม่สม่ำเสมอของการกระจายตัวจากความบกพร่องที่เกิดขึ้นในตำแหน่งต่างๆบนแผ่นซิลิคอนได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ส่วนตำแหน่งที่มีค่าของช่วงชีวิตที่ระดับสูงกว่าปกติ นั้น แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์นั้นมีกระแสรั่วไหลสูงกว่าอุปกรณ์ตัวอื่นๆ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอุปกรณ์ตัวนั้นไม่สามารถใช้งานได้ จึงต้องพิจารณาจากปัจจัยอื่นๆประกอบด้วย

วิธีในการศึกษาความบกพร่องด้วยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ง่ายและใช้เพียงเครื่องมือวัดพื้นฐานที่มีอยู่ รวมถึงใช้ค่าเพียงอุณหภูมิค่าเดียว ซึ่งสามารถทดแทนการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากกว่าและราคาสูงกว่าเช่นวิธี DLTS (Deep Level Transient Spectroscopy) ซึ่งใช้ระบุลักษณะและวิเคราะห์ความบกพร่องที่ปรากฏในบริเวณชั้นปลอดพาหะได้