

รายงานการวิจัย
เรื่อง

การจำลองแบบวัสดุและสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์
โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

Electronic Materials and Device Modeling using Computer Software

โดย
ดร.สุวิมล คูโบสถ์

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.8

การวิจัย จากเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประเภททุนริเริ่มโครงการวิจัย
ปีงบประมาณ 2548 - 2549

บทคัดย่อ

Abstract

ในปัจจุบันวัสดุและสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาเครื่องมือในการจำลองแบบควบคู่กันไปด้วยเพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มความรวดเร็วในการทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ก่อนกระบวนการผลิตจริง งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจโปรแกรมการจำลองแบบดังกล่าว โดยศึกษาคุณสมบัติและศักยภาพของโปรแกรมที่พบในปัจจุบันสำหรับการจำลองแบบวัสดุระดับไมโครและนาโน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสิ่งประดิษฐ์มีขนาดเล็กลงถึงระดับนาโนหรือที่เรียกว่า Sub-micron ($< 0.1 \mu\text{m}$ หรือ 100 nm) โปรแกรมที่ใช้จะต้องมีความละเอียดและสมบูรณ์ เพื่อให้สามารถทำนายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการเลือกทดสอบโปรแกรมตัวอย่าง ซึ่งคือ MINIMOS 6.0 และ NANOMOS 3.0 สำหรับสิ่งประดิษฐ์ประเภท MOSFET โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณและแก้สมการทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อน จากการทดลองพบว่าโปรแกรมเหล่านี้สามารถแสดงคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแบบจำลองหรือ Model ที่ใช้ว่ามีความละเอียดมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วย นอกเหนือจากประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์เอง

คำสำคัญ : โปรแกรมการจำลองแบบ, ไมโครอิเล็กทรอนิกส์, นาโนอิเล็กทรอนิกส์, ซิทรานซิสเตอร์มอสเฟต

Nowadays, the development of electronic materials and devices has made a progress in reducing size and improving performances. Hence, there is a need in developing TCAD for device simulations in order to facilitate the quality control of the device and save time before the fabrication process. The objective of this research is to explore TCAD programs for micro- and nano-electronics by studying the program's characteristic and efficiency. Especially when the device scales down to sub-micron ($< 0.1 \mu\text{m}$ or 100 nm), a full and high precision TCAD program is required so that the physical phenomenon that occurs in the device is correctly predicted.

Moreover, two examples of TCAD programs, which are MINIMOS 6.0 and NANOMOS 3.0, were tested for MOSFET in this research. The programs would calculate and solve a series of complex equations. The simulation results have correctly demonstrated the basic properties of material and device. It should be noted that the precision of these results depended on the model used for simulation. The complexity of the model also determined time resources in calculation, besides the computer's performance.

Keywords : TCAD, Microelectronics, Nanoelectronics, Device simulation, MOSFET