

เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี ในสภาวะความดันต่ำ

Low Pressure Chemical Vapor Deposition (LPCVD)

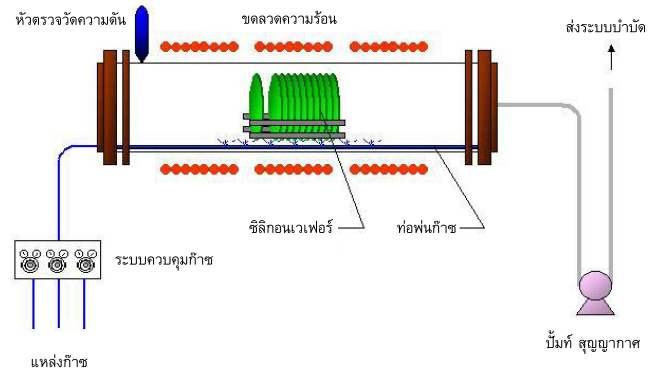
ฟิล์มบางของซิลิคอน และอนุพันธ์ ถูกสร้างเพื่อเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการผลิตวงจรรวมขนาดใหญ่ (Very Large Scale Integrated Circuit : VLSI) เช่น ฟิล์มบางโพลีคริสตัลซิลิคอน ทำหน้าที่เป็น เกต (Gate) ในทรานซิสเตอร์แบบมอส หรือเป็นตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ในขณะที่ฟิล์มซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) ทำหน้าที่เป็นฉนวน หรือ ไดอิเล็กทริก ส่วนฟิล์มบางซิลิคอนไนไตรด์ (Si_3N_4) ทำหน้าที่เป็นชั้นฉนวนป้องกันอุปกรณ์ (Passivation Layer)



เครื่อง LPCVD SVG THERMOCO รุ่น TMX 2604 ติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) จ.ฉะเชิงเทรา สำหรับการปลูกฟิล์มบางบนแผ่นซิลิคอนเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 6 นิ้ว

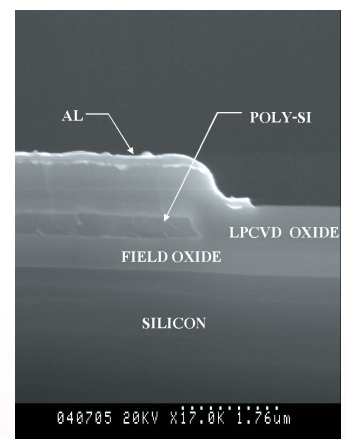


เครื่อง LPCVD SVG THERMOCO รุ่น TMX 2403 ติดตั้งที่ศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการดูแลของศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) สำหรับการปลูกฟิล์มบางบนแผ่นซิลิคอนเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 4 นิ้ว

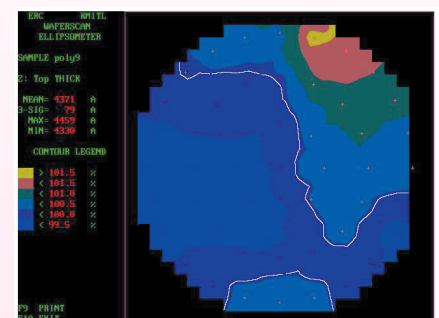
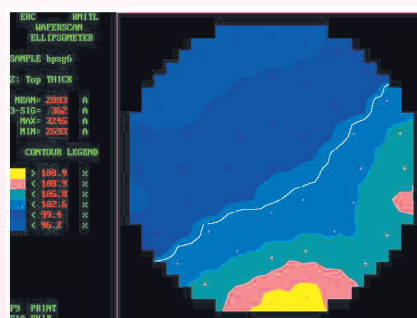
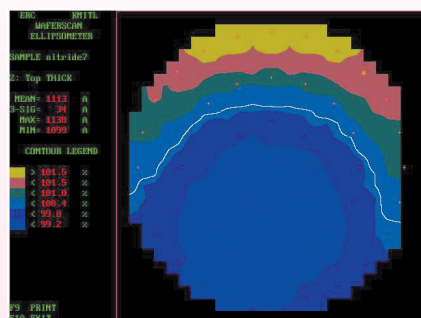


เครื่อง LPCVD จะมีท่อทำปฏิกิริยาทำจากวัสดุควอตซ์ทนความร้อน โดยมีขดลวดให้ความร้อนอยู่ด้านนอก ควบคุมอุณหภูมิให้ผลิตผลได้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ปลายท่อทั้งสองข้างถูกปิดด้วยฝาโลหะสเตนเลสที่มีการต่อหน้าก๊าซเข้าสู่ระบบทางด้านหน้า และท่อด้านหลังจะเชื่อมต่อกับระบบสุญญากาศ ซึ่งสามารถทำให้ความดันในห้องลดลงเหลือ 10 มิลลิทอร์ (สภาพความดันปกติที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ 760 ทอร์)

ก๊าซที่จะใช้ในการทำปฏิกิริยาจะถูกควบคุมการไหลในอัตราที่กำหนด เพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาภายในระบบเพื่อให้เกิดฟิล์มบางตามที่ต้องการ เช่น ใช้ก๊าซไดคลอโรไซเลน (SiH_2Cl_2) กับ แอมโมเนีย (NH_3) ในการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 775 °C ให้เกิดฟิล์ม Si_3N_4 และการใช้ก๊าซ ไฮโดรเจน (SiH_4) สำหรับปลูกฟิล์มโพลีซิลิคอน ที่อุณหภูมิ 620 °C หรือ หากผสมกับออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 440 °C ก็จะได้ฟิล์มบางของซิลิคอนไดออกไซด์



ภาพตัดขวาง ขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน 17,000 เท่า แสดงให้เห็นชั้นฟิล์มบางซิลิคอนชนิดต่างๆ ที่เคลือบลงบนผลึกฐานซิลิคอน



การปลูกฟิล์มบางในสภาวะความดันต่ำ จะทำให้ได้ชั้นฟิล์มที่มีความบริสุทธิ์สูง มีความเครียดของฟิล์มน้อย และเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการปลูกฟิล์มบางบนพื้นผิวที่มีลักษณะสูงต่ำ เช่นการผลิตวงจรรวม เป็นต้น อีกประการหนึ่งคือสามารถปลูกฟิล์มบางในพื้นที่กว้างให้มีความหนาของชั้นฟิล์มสม่ำเสมอได้ดี เนื่องจากเป็นวิธีที่มีอัตราการปลูกฟิล์มต่ำมาก (ประมาณ 1 ถึง 10 นาโนเมตรต่อนาที) ดังภาพแสดงการแปรเปลี่ยนความหนาของฟิล์ม 3 ชนิดที่ปลูกบนแผ่นผลึกซิลิคอนขนาด 4 นิ้ว จะเห็นว่ามีการแปรปรวนของความหนาในช่วงไม่เกิน 40 นาโนเมตร