

การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดฟิล์มบางเพชรด้วยวิธี MPCVD (ระยะที่ 1)*

Development of Diamond Thin Film Semiconductor Devices by MPCVD

รศ. สมศักดิ์ เขียวศิริกุล

ศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ABSTRACT - The MPCVD prototype system development for synthesizing diamond thin film includes system structural designs and constructions. Parts are vacuum reaction chamber, high power microwave and vacuum connection, silicon support, in addition with gas supply controlling system. This MPCVD is applicable for high power 2 kW microwave at 2.45 GHz with WG9A rectangular waveguide. This microwave propagates from the rectangular through a cylinder waveguide in axis-symmetric mode then through a quartz channel to MPCVD system vacuum reaction chamber that was developed. MPCVD was used to synthesize the intrinsic diamond film with different conditions, for example film growth time, microwave power, gas compound pressure, and the percentage of CH₄ in H₂. By using the results above, diamond film for semiconductor applications was growth at 200 sccm H₂, 2 sccm CH₄ or 1% by volume, 900 W microwave power, 40 Torr vacuum pressure and 820 °C supporting base temperature, results in diamond thin film growth rate at 0.25µm/hr with the surface uniformity at 1.6%. P-type diamond film was also synthesized with the same conditions as for intrinsic diamond film using H₂/C₂H₅OH gas compound with different Boron doping concentrations. SEM, XRD, Raman spectroscopy, four-point probe in additional and Hall Effect technique were used to analyze surface structures and thickness measurement, to analyze lattice structures, to analyze qualities, to measure the resistivities, and to measure carriers concentrations of the film respectively. The diamond thin film will be used for semiconductor devices implementation applications for the next project phase.

KEY WORDS -- MPCVD system, Synthesize the diamond thin film, Diamond thin film characterisation.

บทคัดย่อ - การพัฒนาเครื่องต้นแบบระบบ MPCVD สำหรับสังเคราะห์ฟิล์มบางเพชรได้ออกแบบโครงสร้างและสร้างส่วนต่างๆ ของระบบ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการสุญญากาศ ส่วนเชื่อมต่อไมโครเวฟกับสุญญากาศ ฐานรองสำหรับวางแผ่นซิลิคอน และระบบควบคุมการจ่ายก๊าซ ระบบ MPCVD ใช้ไมโครเวฟกำลังสูง 2 kW ความถี่ 2.45 GHz ใช้กับท่อนำคลื่นสี่เหลี่ยมขนาด WG9A คลื่นไมโครเวฟผ่านท่อนำคลื่นสี่เหลี่ยมไปยังท่อนำคลื่นทรงกระบอกแบบ Axis-Symmetric โหมด และเคลื่อนผ่านช่องควอตซ์ไปยังห้องปฏิบัติการสุญญากาศ เมื่อทำการทดสอบการสังเคราะห์ฟิล์มชนิดอินทรีนซิกในเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น เวลาในการสังเคราะห์ กำลังไมโครเวฟ ความดันก๊าซผสม และปริมาณก๊าซ CH₄ ในก๊าซ H₂ จากข้อมูลการทดสอบข้างต้นได้กำหนดการสังเคราะห์ฟิล์มสำหรับใช้งานด้านสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ ที่ก๊าซ H₂ 200 sccm ก๊าซ CH₄ 2 sccm หรือ 1% โดยปริมาตร กำลังไมโครเวฟ 900 W ความดันสุญญากาศ 40 Torr และอุณหภูมิฐานรอง 820°C ได้อัตราการสังเคราะห์ฟิล์มบางเพชร 0.25 µm/hr และมีความสม่ำเสมอของพื้นผิว 1.6 % และทำการสังเคราะห์ฟิล์มบางเพชรชนิดพีเช่นเดียวกับเงื่อนไขชนิดอินทรีนซิก โดยใช้ก๊าซผสม H₂/C₂H₅OH ที่ทำการเติมอะตอมสารเจือโบรอนค่าต่างๆ ทำการวิเคราะห์ผิวหน้าฟิล์มบางเพชรและความหนาด้วยเครื่อง SEM คุณลักษณะโครงสร้างผลึกด้วยเครื่อง XRD วิเคราะห์คุณภาพฟิล์มบางเพชรด้วยเครื่อง Raman Spectroscopy ศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยใช้ Four-point probe วัดสภาพต้านทานไฟฟ้า

*The abstract shown above is a reprint of the abstract presented at the NSTDA Annual Conference 2005, March 2005, pp.125.

และใช้เทคนิค Hall Effect หาค่าความหนาแน่นของพาหะ สำหรับข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ใช้ในประยุกต์สร้างสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำโครงการ
ระยะต่อไป

คำสำคัญ -- ระบบ MPCVD การสังเคราะห์ฟิล์มบางเพชร คุณลักษณะฟิล์มบางเพชร
