

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาสมบัติเชิงแสงของวัสดุฟิล์มบาง GaAsN ด้วยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์(X-ray spectroscopy) สเปกตรัมการกระเจิงแบบรามาน (Raman scattering Spectroscopy) การเปล่งแสง(Photoluminescence) ผลการศึกษาด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แสดงในเบื้องต้นว่าแผ่นฟิล์มบาง ให้การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ในมุมที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในฟิล์มบางทำให้สามารถคำนวณปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่มีความเชื่อถือได้สูง ซึ่งเรานำค่าความเข้มข้นที่ได้จากการทดลองการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์มาใช้เป็นค่ามาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบเทคนิคการวัดปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์สเปกตรัมการกระเจิงแบบรามาน ซึ่งเราสามารถคำนวณปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนได้จากอัตราส่วนของความเข้มรวมของการกระเจิงของแสงที่อะตอมไนโตรเจน (Localized vibrational mode: LVM) ต่อความเข้มรวมของการกระเจิงของแสงกับโฟนอนทรานส์เวอร์ซัลตามยาว (Longitudinal Optical Phonon) โดยมีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับโอกาสการกระเจิงทั้งสองแบบเป็นค่าคงที่ f จากการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีการกระเจิงแบบรามานสามารถให้ผลความเข้มข้นของไนโตรเจนที่มีความสอดคล้องอย่างเป็นเส้นตรงกับผลจากการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ ตามสมการ $X_{\text{Raman}} = 1.046x_{\text{xrd}}$ เมื่อ X_{Raman} คือค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วัดได้ด้วยการกระเจิงแบบรามาน และ x_{xrd} คือค่าความเข้มข้นที่วัดจากการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์โดยที่ค่า f ที่เหมาะสมเท่ากับ 1.4 ผลการศึกษาด้วยการเปล่งแสงแสดงให้เห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนที่เจือปนส่งผลให้ช่องว่างของระดับพลังงานลดลง และทำให้ความแรงของเส้นสเปกตรัมเปล่งออกลดลงด้วย เมื่อนำเส้นสเปกตรัมเปล่งแสงของ GaAsN มาหาค่าช่องว่างแถบพลังงานพบว่าช่องว่างแถบพลังงานลดลงตามความสัมพันธ์ในขั้นต้นตามสมการ $E_g = 1.45 + 19.66x_{\text{xrd}} + 184.68x_{\text{xrd}}^2$ อิเล็กตรอน โวลต์ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงช่องว่างแถบพลังงานนี้จะได้ทำการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

In this research work, optical properties of thin $\text{GaAs}_{1-x}\text{N}_x$ films were investigated by x-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy and photoluminescence (PL). XRD results show that, compared with GaAs, the peak shift to the higher diffraction angles was clearly observed with linearly depending on the N incorporation. Thus, by means of XRD data, the N concentration (x_{XRD}) in the thin GaAsN layers was accurately determined. Then we compared the N concentrations in $\text{GaAs}_{1-x}\text{N}_x$ determined by Raman spectroscopy technique (x_{Raman}) with those determined by x-ray diffraction (XRD) (x_{XRD}). We have investigated the N-related LVM Raman intensity (I_{LVM}) and frequency (ω_{LVM}) as a function of N concentration. Both the I_{LVM} and the ω_{LVM} were found to rise for the $\text{GaAs}_{1-x}\text{N}_x$ films with higher N incorporation. It is also evident that the N concentration in the $\text{GaAs}_{1-x}\text{N}_x$ grown films determined by Raman spectroscopy technique (x_{Raman}) exhibits a linear dependence on the N concentrations determined by the high resolution X-ray diffraction (HRXRD) (x_{XRD}). The best fit using $f=1.4$ yields and $x_{\text{Raman}} = 1.046 x_{\text{XRD}}$. Our results demonstrate that the linear dependence of the x_{Raman} on the x_{XRD} provides a useful calibration method to determine the N concentration in dilute $\text{GaAs}_{1-x}\text{N}_x$ films ($x_{\text{XRD}} \leq 0.055$). PL results show that the GaAsN layers exhibit a systematic red shift of the band-edge luminescence with increasing N concentration. The assignment of the PL to band edge transitions (E_g) is verified. This indicates a narrowing of the bandgap (E_g) and pronounced nonlinear dependence of the bandgap on the N concentration in this alloy, as $E_g = 1.45 + 19.66 x_{\text{XRD}} + 184.68 x_{\text{XRD}}^2$ eV.