

## GaAs 基板上への $\text{MoSe}_2/\text{WSe}_2$ ヘテロ構造の MBE 成長

### MBE growth of $\text{MoSe}_2/\text{WSe}_2$ heterostructures on GaAs substrates

NTT 物性基礎研, <sup>○</sup>小野満恒二, 熊倉一英, 山本秀樹

NTT BRL, <sup>○</sup>K. Onomitsu, K. Kumakura and H. Yamamoto

E-mail: onomitsu.koji@lab.ntt.co.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド( $\text{TX}_2$ )には、T と X の組み合わせによって絶縁体、半導体、金属とさまざまな性質を示す物質が存在する[1]ため、分子層オーダーで異なる $\text{TX}_2$ を組み合わせることで発現する新規物性の研究に興味を持たれる。我々はこれまで、GaAs(111)B 基板上に、原子層ステップが確認できる平坦な GaAs バッファ層を成長し、その表面を Se 終端した後、ウエハスケールで層数制御した  $\text{MoSe}_2$  薄膜を成長したことを報告してきた[2, 3]。今回、同様の手法[4]により  $\text{WSe}_2$  および、 $\text{MoSe}_2/\text{WSe}_2$  ヘテロ接合を作製したので報告する。

2インチの Se 終端 GaAs ウエハ上に 1 層目の  $\text{WSe}_2$  の成長を開始すると、GaAs および  $\text{WSe}_2$  の双方からの RHEEDパターンが観測された(図 1)。基板を 30 度回転するごとに図1の2方向のパターンが交互に観察されることから、 $\text{WSe}_2$  は Se-GaAs 上にエピタキシャル成長し、面内で回転していないことがわかる。その後、全面が  $\text{WSe}_2$  で覆われた段階で、GaAs からのパターンが消滅した。今回成長した  $\text{WSe}_2$  薄膜は1~2層厚である。次に、 $\text{WSe}_2$  上に  $\text{MoSe}_2$  を成長した。この場合、 $\text{WSe}_2$  ( $a=3.286 \text{ \AA}$ ) と  $\text{MoSe}_2$  ( $a=3.288 \text{ \AA}$ ) の面内格子定数がきわめて近いので、RHEEDパターンの変化を利用して  $\text{MoSe}_2$  の層数を制御することはできない。本研究では、Se-GaAs 上に直接  $\text{MoSe}_2$  を成長した際に、ちょうど1層の  $\text{MoSe}_2$  が形成される原子数の Mo を供給した。

得られた  $\text{WSe}_2$ 、 $\text{MoSe}_2/\text{WSe}_2$ 、参照試料として 1 層の  $\text{MoSe}_2$  のラマンスペクトルを図 2 に示す。 $\text{WSe}_2$  の  $A_{1g}$  モードは、 $249 \text{ cm}^{-1}$  付近に観測された。次に、 $\text{WSe}_2$  上に  $\text{MoSe}_2$  を成長した試料では、 $\text{WSe}_2$  の  $A_{1g}$  モードに加え、 $240 \text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{MoSe}_2$  の  $A_{1g}$  モードも観測される。インチスケールの GaAs 基板上に様々な  $\text{TX}_2$  を分子層レベルで組み合わせた構造を MBE 法により作製できることが示された。

[1] J. Wilson, A. Yoffe, Adv. Phys. **18**, 193 (1969). [2] 小野満他、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 18p-B3-9. [3] 小野満他、第 62 回応用物理学会春季学術講演会 11a-P6-25. [4] A. Koma, J. Cryst. Growth 201/202, 236 (1999).

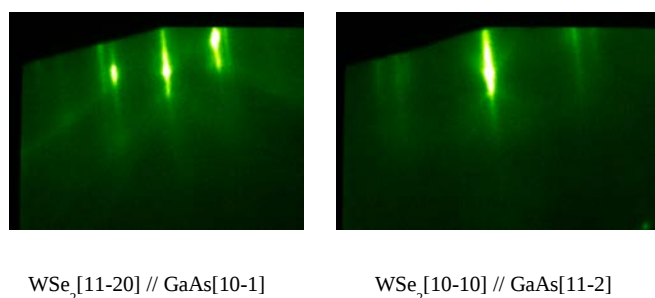


Figure 1 RHEED images during the preparation of  $\text{WSe}_2$  thin films. Incident electron beams are parallel to the [10-1] or [11-2] azimuth of the GaAs substrates.

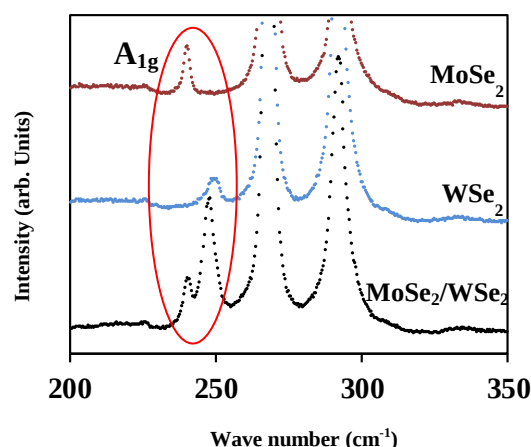


Figure 2 Raman spectra of  $\text{MoSe}_2$  (1L),  $\text{WSe}_2$  (1~2L), and  $\text{MoSe}_2$  (1L)/ $\text{WSe}_2$  (1~2L) grown on GaAs (111)B substrates by MBE.