

Ge(111)基板上に MBE 成長した GaSe 薄膜の平面 STM・STEM 観察

北陸先端科学技術大学院大学, 陳桐民, 米澤隆宏, 村上達也, 東嶺孝一, Antoine Fleurence,
大島義文, 高村(山田)由起子,

Japan Advanced Institute of Science and Technology, Ishikawa 923-1292 Japan,

Tongmin Chen, Takahiro Yonezawa, Tatsuya Murakami, Koichi Higashimine, Antoine
Fleurence, Yoshifumi Oshima, Yukiko Takamura-Yamada

E-mail: s1920425@jaist.ac.jp

層状材料(LM)は、ファンデルワールスエピタキシー(VDWE)を介してさまざまな基板にエピタキシー成長できることが知られている。しかしながら、成長した薄膜と基板の界面における原子配列(歪み分布や配向性など)は十分に理解されていない。その理由の一つとして、面内エピタキシャル関係があまり調べられていないことが挙げられる。本研究では、基板垂直方向から走査透過電子顕微鏡(STEM)と走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて試料を観察した。

本研究では、Ge(111)基板上に約2 eVのワイドバンドギャップを持つ半導体LMであるGaSe薄膜を成長させた。この面内エピタキシャル関係を調べるための観察試料は、収束イオンビーム(FIB)を用いて作製した。走査透過電子顕微鏡(STEM)と走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて観察を行った。モアレパターンの観察[1]から、Ge(111)基板に対するGaSe薄膜の歪み分布や配向性を調べた。一般に、平面TEM観察試料は、基板側から機械的に削ることによって薄くし、最終的に、ジェントルミルで電子線が透過するくらいに薄くする。この方法では、機械的に削るプロセスで、観察した試料が歪んだり、壊れたり、汚染したりする可能性がある。そこで、今回、FIBを用いた試料の切削を試みた。アルゴンイオンが試料の裏側しか当たらないようにすることで、GaSe薄膜を破損することなく電子線が透過できるような薄い観察試料を作製することができた。

平面STEMで観察されたモアレパターンは、GaSe(0001)//Ge(111)とGaSe(11-20)//Ge(1-10)がほぼ完全なエピタキシャル配向関係をもつことを示した。一方、平面STM観察から得たモアレパターンは、面内でGaSe薄膜の結晶方位が基板に対して局所的回転していることを示す。これらの結果は、VDWEの核生成段階で生じた局所的な配向のずれが、層数の増加とともに消失することを示すことがわかった。精度が高いモアレパターン解析と理論解析を組み合わせることにより、VDWインターフェースの局所的な面内配向、転位、および局所的な歪みに関する理解と制御が可能になる。この評価方法は、他のVDWヘテロ構造に適用できると考えられる。

参考文献

1 T. Chen, M. Akabori and Y. Oshima, *Appl. Phys. Express*, 2019, **12**, 105504.