

InAs/GaAs(001)系ミスフィット転位形成に関する理論的検討 : 表面再構成の影響

Effect of surface reconstructions on misfit dislocation formation in InAs/GaAs(001)
三重大院工, ^{OMI}米本和弘, 秋山亨, アブドゥルムイツプラディプト, 中村浩次, 伊藤智徳
Mie University, ^{o(M1)}K. Yonemoto, T. Akiyama, A.-M. Pradipto, K. Nakamura, T. Ito
E-mail: 418m618@m.mie-u.ac.jp

はじめに 近年, 分子線エピタキシャル成長を利用した InAs/GaAs(001)系が量子ドットを自己組織化する系として注目を集めている. しかしながら, その形成メカニズムは原子レベルでは解明されていないのが現状である. これまでに報告されている InAs/GaAs(001)系における走査型トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscope : STM)その場観測では, InAs 被覆率が約 0.76 Monolayer(ML)において InAs(001)-(4×3)表面が主に観測されており, InAs 被覆率が約 1.33 ML では InAs(001)-(2×4)表面へと変化することが観測されている[1]. 一方, InAs ぬれ層表面構造に関する理論的検討では, InAs 膜厚が 1.0 ML 程度に達すると格子不整合に伴うひずみ緩和が起こらない限り InAs の成長が進行しないことが指摘されている[2]. さらに InAs 膜厚が約 1.3 ML 以降においてミスフィット転位が形成され得ることも理論的に指摘している[3,4]. しかしながら, これらの転位形成の計算では InAs ぬれ層表面を理想表面として扱っており, 転位形成を定量的に議論するには表面再構成を考慮した検討が不可欠である. 本研究では, 各膜厚での表面再構成(具体的には 1.33 ML までは(4×3)表面および 1.33 ML 以降は(2×4)表面)を考慮したミスフィット転位の形成を経験的原子間ポテンシャル法[5]によって検討する.

結果及び考察 図は各膜厚における表面再構成を考慮した場合および理想表面での 5/7 員環転位芯構造を含む系とコヒーレント系の凝集エネルギー差を膜厚 h の関数として表したものである. この図から表面再構成を考慮した InAs/GaAs(001)系における臨界膜厚 h_c^{re} は 2.9 ML と見積もることができる. この結果は理想表面での臨界膜厚 h_c^{ideal} (2.2 ML)よりも 0.7 ML 大きなものとなっている. これは再構成表面構造が転位形成に起因する InAs ぬれ層表面のひずみによって不安定になるためである. 以上の結果は, ミスフィット転位の形成については量子ドットの形成において表面再構成が重要な役割を果たしていることを示唆している.

参考文献

- [1] J. Grabowski *et al.*, Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 233118.
- [2] R. Kaida *et al.*, J. Cryst. Growth **468** (2017) 919.
- [3] T. Ito *et al.*, J. Cryst. Growth **477** (2017) 12.
- [4] T. Ito *et al.*, Crystals **7** (2017) 46.
- [5] K. E. Kohr *et al.*, Phys. Rev. B **38** (1988) 3318.

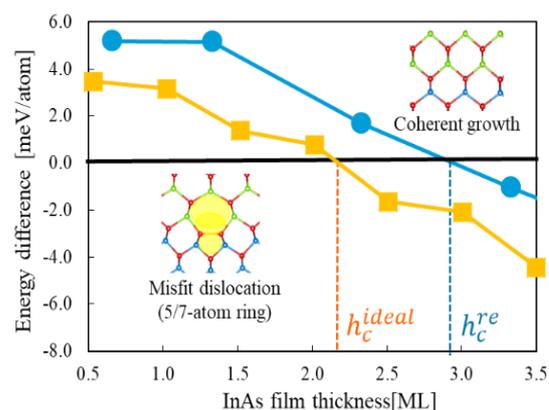


図 原子間ポテンシャル法によって得られた膜厚 h の関数として表した各膜厚における 5/7 員環転位芯構造を含む転位系とコヒーレント系の凝集エネルギー差. ●および■はそれぞれ表面再構成を考慮した場合および理想表面での凝集エネルギー差を示している.