

ヘテロエピタキシャル成長した CuI 単結晶薄膜における自由励起子発光

Free-exciton emission in heteroepitaxially-grown CuI single-crystalline films

東大院工¹, 理研 CEMS², 東京カレッジ³ ○(M2) 稲垣 宗太朗¹, 中村 優男², 岡村 嘉大¹,

荻野 慎子¹, 高橋 陽太郎^{1,2}, Licong Peng², Xiuzhen Yu², 十倉 好紀^{1,2,3}, 川崎 雅司^{1,2}

Univ. of Tokyo¹, RIKEN-CEMS², Tokyo College³ ○S. Inagaki¹, M. Nakamura², Y. Okamura¹, M. Ogino¹,

Y. Takahashi^{1,2}, L. C. Peng², X. Z. Yu², Y. Tokura^{1,2,3}, M. Kawasaki^{1,2}

E-mail: inagaki@kws.k.u-tokyo.ac.jp

ヨウ化銅(CuI)は直接遷移型のワイドギャップ半導体(バンドギャップ 3.1 eV)であり、大きな励起子束縛エネルギー(62 meV)と大きな励起子振動子強度を持つため、紫外発光材料として注目されている。しかし、これまで良質な単結晶薄膜が得られておらず、CuI の優れた励起子特性を生かしたデバイス応用研究はほとんど進んでいなかった。我々は、分子線エピタキシー(MBE)法を用いた CuI 薄膜の高品質化に取り組んでおり、これまで、低温バッファ層の上に高温で本成長することで、Al₂O₃(001)基板上に(111)配向した均質な CuI 薄膜を作製したことを報告した[1]。しかし、この薄膜には面内配向が 60°異なる2つの回転ドメインが存在し、そのドメイン境界が格子欠陥生成の主要因となっていた。

本発表では、基板として CuI と同じ結晶構造で高い格子整合性を持つ InAs の(111)面を用いた薄膜について報告する[2]。InAs 基板上に作製した薄膜は、期待通り単一ドメインで、面直方向ともに高い格子コヒーレンスを保ってエピタキシャル成長していることをX線回折で確認した。また、原子間力顕微鏡により明瞭な原子層ステップとテラスが観測され、高い表面平坦性が示された(Fig. 1)。薄膜の結晶性が向上し、欠陥密度が低減したことでフォトルミネッセンス(PL)スペクトルは、バンド端付近に非常に鋭い発光を示した(Fig. 2)。反射率スペクトルを励起子ポラリトンモデルで解析することにより、PL スペクトルの鋭い発光が自由励起子による発光であることを同定した。また、反射率スペクトルはバンド端付近で2つの共鳴構造を示し、エピタキシャルストレインによって価電子帯トップの縮退が解けていることを明らかにした。

[1] S. Inagaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **116**, 192105 (2020).

[2] S. Inagaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **118**, 012103 (2021).

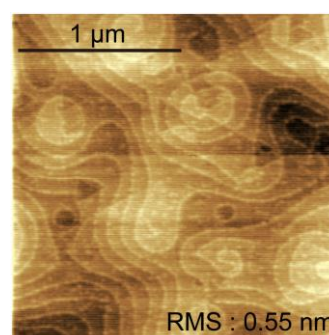


Fig. 1 AFM image of a CuI/InAs(111) film.

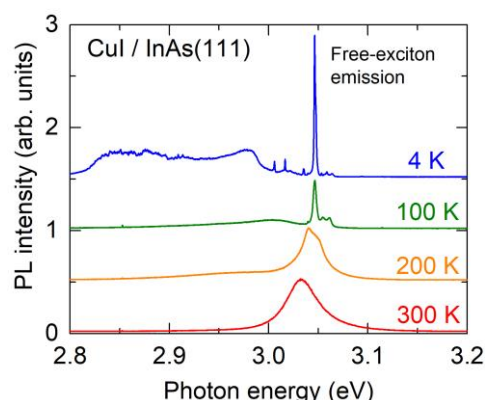


Fig. 2 PL spectra for a CuI/InAs(111) film measured at various temperatures. The sharp emission line near the band edge corresponds to the free-exciton emission.