層状化合物 BiI_3 薄膜のエピタキシャル成長と光学特性評価

Epitaxial thin-film growth and optical property characterization of a layered compound BiI_3

東大院工 [1]，理研 CEMS [2]，東京カレッジ [3]　○(M1)安波 貴広 [1]，中村 優男 [2]，稲垣 宗太朗 [1]，
豊田 新悟 [2]，小川 直毅 [1,2]，十倉 好紀 [1,2,3]，川崎 雅司 [1,2]

Univ. of Tokyo[1], RIKEN-CEMS[2], Tokyo College[3]　°T. Yasunami[1], M. Nakamura[2], S.Inagaki[1], S. Toyoda[2], N. Ogawa[1,2], Y. Tokura[1,2,3], and M. Kawasaki[1,2]

E-mail: yasunami@kwsk.t.u-tokyo.ac.jp

層状化合物半導体では、2 次元への閉じ込め効果と誘電遮蔽の低下により励起子が安定化し、光学特性に励起子効果が強く現れる。BiI_3 は巨大な励起子束縛エネルギーと振動子強度を持つ代表的な層状化合物であり、古くから励起子研究が盛んに行われてきた。また BiI_3 はバンドギャップが約 2 eV で大きな可視光吸収を持つため、近年は太陽電池材料としても期待されている。これまでに様々な方法で BiI_3 の薄膜の作製が試みられてきたが、高品質の単結晶薄膜は報告されていない。最近我々は、分子線エピタキシー(MBE)法を用いることで、同じヨウ化物である CuI 薄膜のエピタキシャル成長に成功している [1]。そこで本研究は、MBE 法による BiI_3 薄膜の作製及びその光学特性評価を行った。

薄膜は Al_2O_3(0001)基板上に作製した。成膜条件を最適化するために、成膜温度と低温成長バッファー層の影響を調べた結果、バッファー層を導入することでより高温での成膜が可能になることがわかった。原子間力顕微鏡観察により成膜温度の上昇とともに 3 次元から 2 次元成長に転換することがわかり、最適条件ではステップテラス構造の出た原子層レベルで平坦な薄膜が得られた。X 線回折よって、薄膜は完全に *c* 軸配向しており、明瞭なラウエフリンジが示すよう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確認した(Fig. 1)。作製した薄膜の吸収スペクトルでは、バンド端近傍で励起子吸収による非常に鋭いピークが観測された(Fig. 2)。薄膜の励起子吸収の吸収係数や半値幅はバルク単結晶と同等であり、本研究で作製した薄膜がバルク単結晶に匹敵する高い結晶性を有することを示唆している。講演ではさらに薄膜の発光特性に関しても議論する予定である。

[1] S.Inagaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **118**, 012103 (2021).　[2] T. Komatsu and Y. Kaifu, J. Phys. Soc. Jpn. **40**, 1062 (1976).

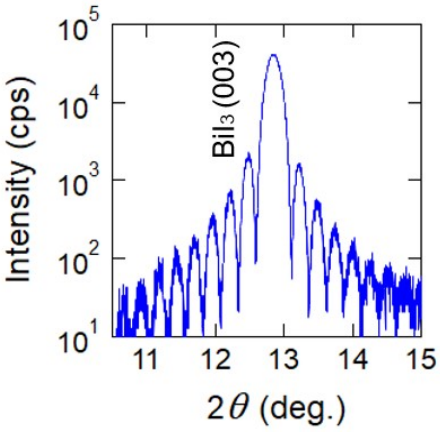

Fig. 1 X-ray diffraction pattern for a BiI_3 film around (003) peak.

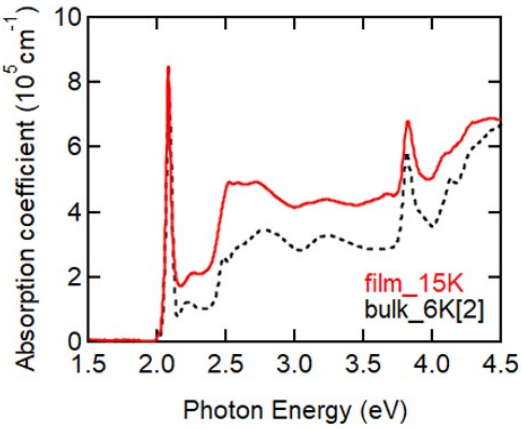

Fig. 2 Absorption spectra for a thin film at 15 K and for a bulk single crystal at 6 K [2].