

MBE を用いた硫黄ドーピング Bi_2Se_3 上の Bi_2Se_3 ホモエピタキシャル成長

Bi_2Se_3 homoepitaxial growth on elementally doped Bi_2Se_3 using MBE

北大・総合化学院¹, 工² ○(M1)乾 広斗¹, 竹蓋颯馬¹, 横倉聖也^{1,2}, 島田敏宏^{1,2}

Hokkaido Univ.^{1,2} Hiroto Inui¹, Souma Takefuta¹, Seiya Yokokura^{1,2}, Toshihiro Shimada^{1,2}

E-mail: inuithiroto@eis.hokudai.ac.jp

【緒言】 Bi_2Se_3 はトポロジカル絶縁体の一つであり 300 meV のバンドギャップを持つ。最近アモルファス Bi_2Se_3 もトポロジカルな性質を示すという報告[1]もあり、結晶性と物性の関係に興味を持たれる。実際には Bi_2Se_3 バルクのフェルミ準位は欠陥等のため伝導帯に位置しており金属的な性質を示すことから、フェルミ準位を制御するために硫黄をドーピングした Bi_2Se_3 上に MBE (molecular-beam-epitaxy) 法により Bi_2Se_3 を蒸着し、ホモエピタキシャル成長する条件を調べた。

【実験】 硫黄元素をドーピングした基板 $\text{Bi}_{1.97}\text{Se}_3\text{S}_{0.03}$ をブリッジマン法により作製した後、真空中で層方向に劈開し、劈開面に MBE 法により Bi_2Se_3 を蒸着した。蒸着中の Bi と Se の分子線セルの温度は蒸着レートが 1:10 になるようにそれぞれ 490 °C、200 °C に固定し、基板温度を変化させて蒸着を行った。

【結果・考察】 劈開面の AFM 観察を行うと原子レベルで平坦であった。基板と 250 °C で Bi_2Se_3 を蒸着した後の XRD のパターンをそれぞれ Fig1(a) に示す。250 °C で蒸着した時には基板のピークにはなかった 12 1 1 や 6 1 1 の回折線が観測され、 Bi_2Se_3 が多結晶成長したことが示唆される。また、基板温度を 150 °C としたときは膜はアモルファスとなった。基板の RHEED (Reflection High Energy Electron Diffraction) のパターンを Fig1(b) に、 Bi_2Se_3 を 250 °C で 40 nm 蒸着した時の RHEED パターンを Fig1(c) に示す。RHEED から Bi_2Se_3 は多結晶成長していることがわかる。今回の実験ではアニール処理等を行わなかったため多結晶化したと考えられ、成長条件の最適化を行っている。

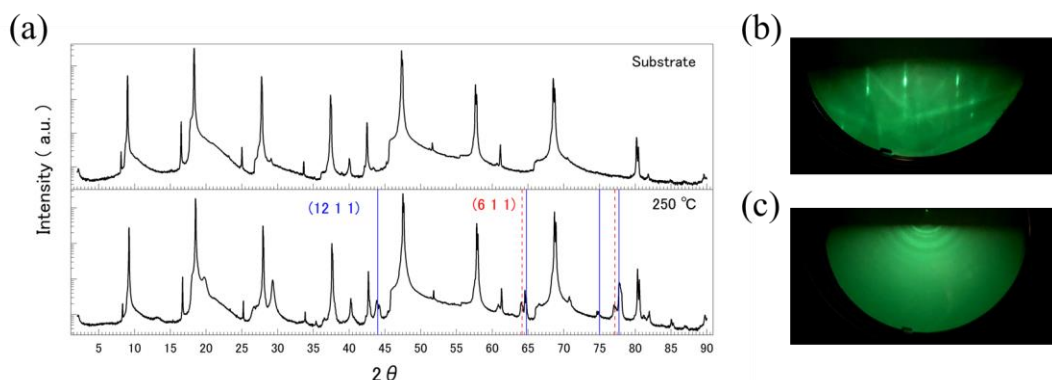


Fig.1 (a) X-ray diffraction 2θ scan for substrate and bismuth selenide deposited at 250°C. (b) RHEED pattern of substrate showing streak pattern. (c) RHEED pattern of 40 nm Bi_2Se_3 deposited at 250 °C.

[1] P. Corbée et al., Nature Mater. 22, 200 (2023).