

Si 基板上における黒燐構造 Bi 超薄膜の成長過程

○潮田 亮太¹, 白澤 徹郎², 荻野 嵩大¹, 中辻 寛³, 平山 博之^{1*}¹東京工業大学理学院, ²産業技術総合研究所, ³東京工業大学物質理工学院

Growth of black-phosphorus Bi(110) ultra thin film on Si substrate

○Ryota Ushioda¹, Tetsuro Shirasawa², Takahiro Ogino¹, Kan Nakatsuji³, and Hiroyuki Hirayama^{1*}¹Department of Physics, Tokyo Institute of Technology ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology³Department of Materials Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

黒燐構造を持った Bi (110) 島は、高さが 2 原子層、あるいは 4 原子層と極めて薄く、さらに表面原子のバックリングがほとんどない場合には、2 次元トポジカル絶縁体となることが理論的に予言され、注目を集めている [1]。実際、Bi 超薄膜のエピタキシャル成長では、成長初期に (110) 配向したナノ島が様々な基板上で核形成される。特に Si (111) 7×7 基板上では、Bi (110) 島は、偶数層の高さのみを取るために、形成された Bi (110) 島は 2 原子層ペアが (110) 方向に積層した黒燐構造を取るものと考えられてきた [2]。また、黒燐構造を持つ Bi (110) 島は、6ML を臨界膜厚として、それ以上の厚さではバルク Bi と同じロンボヘドラル構造を持った Bi (111) 島へと構造相転移することが報告されている [2]。しかし、成長初期における黒燐構造を持った Bi (110) 島の成長過程や、奇数層高さの Bi (110) 島の存在については詳しい研究が行われていない。

本研究では Si (111) 7×7 基板上に Bi 原子を室温蒸着させ、形成された Bi 島の膜厚や構造を STM (走査トンネル顕微鏡) を用いて測定し、成長初期における島の高さと構造の詳しい解析を行った。この結果、低蒸着量 (4-5 ML) においては先行研究同様、偶数層高さの黒燐構造の Bi 島が基板上に支配的に分布しているが、その後、蒸着量を増やしていくにつれて、奇数層高さの Bi 島の存在率が増えていき、偶数層と奇数層の比率が徐々に 1:1 に近づいていくことが確認された。この奇数層高さの Bi 島は黒燐構造では説明ができず、サンドウィッチ構造を取るものと考えられる [3]。この結果は XRD 測定からも支持された。

当日は以上の内容に加えて、Bi (111) バルク構造へ相転移する臨界膜厚についても議論する。

偶数層 (6 ML)

奇数層 (7 ML)

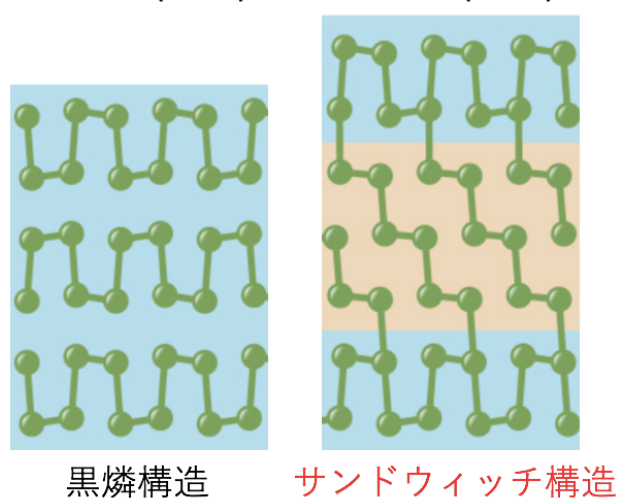


Fig. 1 (左) 黒燐構造 (右) サンドウィッチ構造

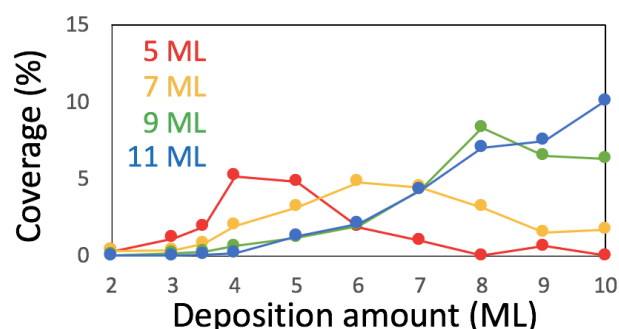


Fig. 2 奇数層高さの Bi 島の被覆率の蒸着量依存性

文 献

- 1) H. Lu *et al.*, Nano. Lett. 15,80 (2015).
- 2) T. Nagao *et al.*, Phys. Rev. Lett 93, 105501 (2004).
- 3) K. Nagase *et al.*, Phys. Rev. B 97, 195418 (2018).

*E-mail: hirayama.h.aa@m.titech.ac.jp