

## ファンデルワールス材料/Ag(111)界面へのゲルマネン直接合成

## Growth of germanene at interfaces

## between van der Waals materials and Ag(111)

物材機構<sup>1</sup>, 物材機構 WPI-MANA<sup>2</sup>, 豊田工大<sup>3</sup>, 筑波大<sup>4</sup>°(PC)鈴木 誠也<sup>1</sup>, 岩崎 拓哉<sup>1,2</sup>, K. Kanishka H. De Silva<sup>3</sup>, 末原 茂<sup>1,2</sup>,渡邊 賢司<sup>1</sup>, 谷口 尚<sup>1,2</sup>, 森山 悟士<sup>1,2</sup>, 吉村 雅満<sup>3</sup>, 相澤 俊<sup>1,2</sup>, 中山 知信<sup>1,2,4</sup>NIMS<sup>1</sup>, WPI-MANA NIMS<sup>2</sup>, Toyota Tech. Inst.<sup>3</sup>, Univ. of Tsukuba<sup>4</sup>°Seiya Suzuki<sup>1</sup>, Takuya Iwasaki<sup>1,2</sup>, K. Kanishka H. De Silva<sup>3</sup>, Shigeru Suehara<sup>1,2</sup>, Kenji Watanabe<sup>1</sup>,Takashi Taniguchi<sup>1,2</sup>, Satoshi Moriyama<sup>1,2</sup>, Masamichi Yoshimura<sup>3</sup>, Takashi Aizawa<sup>1,2</sup>, TomonobuNakayama<sup>1,2,4</sup>

E-mail: SUZUKI.Seiya@nims.go.jp and seiya09417@gmail.com

ゲルマネンはゲルマニウム(Ge)の単原子ハニカムシートで、トポロジカルな性質を利用した電子デバイス応用が期待される。ゲルマネンは超高真空下で Au、Al、Ag などの単結晶表面に合成できるが、大気中で酸化してしまうため応用が困難である。本研究はこの課題解決のため、ガスバリア性の高いキャップ層と Ag(111)の界面にゲルマネンの合成を行った。

電子ビーム蒸着法で Ge(111)上に成膜した厚さ約 70 nm の Ag(111)エピタキシャル薄膜を基板とし、以下の(1)~(4)のキャップ層を成膜した。

- (1) 劈開多層六方晶窒化ホウ素(h-BN) (exfo. h-BN)
- (2) 劈開多層 h-BN/単層グラフェン (exfo. h-BN/G)
- (3) 化学気相成長単層グラフェン(CVD-G)
- (4) スパッタ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(~ 20 nm)

(1)および(2)はドライ転写、(3)は湿式転写、(4)は直接表面に成膜した。(1)~(3)がファンデルワールス(vdW)材料で、(4)は比較に用いた。これらの試料を窒素雰囲気下、550 °C で 10 分間アニールを行い、ゲルマネンの界面析出合成を試みた。

図 1 に各試料のラマンスペクトルを示す。vdW 材料をキャップに用いた場合は、ゲルマネンの面外(155 cm<sup>-1</sup>)・面内振動(255 cm<sup>-1</sup>)に対応するピーク[1]が表れたが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をキャップに用いた場合はこれらのピークが観察されなかった。vdW 材料表面の化学反応性が低く、真空中と同様に vdW 材料/Ag 界面でゲルマネン結晶成長が進行したと考えられる。一方で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>キャップでは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の O と界面に析出した Ge が結合するため、ゲルマネンの結晶成長が阻害されたと考えられる。また、このゲルマネンは大気中に長期間(55 日以上)放置してもラマンピーク形状が保たれ、vdW 材料の優れたガスバリア性が示された。

参考文献:[1] 鈴木誠也他、第 67 回応用物理学会春季学術講演会 13p-A401-4 (2020), “グラフェン/Ag(111)界面へのゲルマネン合成”。

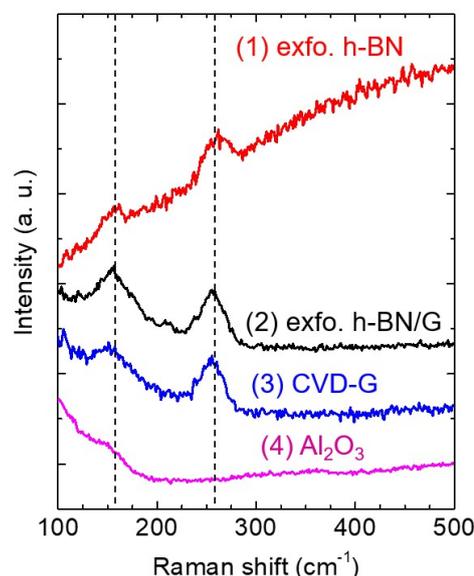


図 1: キャップ層/Ag(111)/Ge(111)のアニール後のラマンスペクトル