

## ゲルマネンの超高真空ラマン分光

Ultra-high vacuum Raman spectroscopy of germanene

関西学院大理工<sup>1</sup>, 名大院工<sup>2</sup>, ユニソク<sup>3</sup>

○(M2) 水野 将吾<sup>1</sup>, 大田 晃生<sup>2</sup>, 鈴木 利明<sup>3</sup>, 柚原 淳司<sup>2</sup>, 日比野 浩樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kwansei Gakuin Univ., <sup>2</sup>Nagoya Univ., <sup>3</sup>Unisoku

○ Shogo Mizuno<sup>1</sup>, Akio Ohta<sup>2</sup>, Toshiaki Suzuki<sup>3</sup>, Junji Yuhara<sup>2</sup>, Hiroki Hibino<sup>1</sup>

E-mail: dnf07247@kwansei.ac.jp

【はじめに】ゲルマネンはIV族(14族)元素の2次元ハニカム状格子の結晶構造を持つXeneの一つとして知られている。ゲルマネンは、バンドギャップと高いキャリア移動度に加え、量子スピホール効果などの特異な物性が期待されることから、エレクトロニクス分野などへの応用が期待されている[1]。ゲルマネンは実験的にも偏析法により作製可能であるが[2]、大気中で容易に酸化されるため、2次元物質において最も標準的な評価法の一つであるラマン分光法による測定報告は少ない[3]。そこで本研究では、走査プローブ顕微鏡(SPM)とラマン分光装置の複合システムを用いて、超高真空(UHV)環境下でラマン分光測定を行ったので、その結果を報告する。

【実験方法】ゲルマネンの作製と評価には、UHV低温SPM/ラマン顕微鏡システム(Unisoku USM1400-LTTERS)を用いた。Ge(111)基板上的Ag(111)薄膜試料を、Ar<sup>+</sup>スパッタ(2 keV)後に490°C程度で加熱することでゲルマネンを作製し、走査トンネル顕微鏡(STM)による表面構造観察とラマン分光法(励起レーザー波長532 nm)による振動スペクトル測定を行った。

【結果】Fig. 1(a)にスパッタ・アニール後のAg(111)/Ge(111)表面のSTM像を示す。STM像には、ゲルマネンに特徴的な超周期構造が観察される[2]。Fig. 1(b)はこの試料のラマンスペクトルである。ラマンスペクトルには、172 cm<sup>-1</sup>と268 cm<sup>-1</sup>にゲルマニウムのバルクとは異なる2つのピークが観測された。同様のピークは、グラフェンや六方晶窒化ホウ素(hBN)とAg薄膜の界面に作製されたゲルマネンのラマンスペクトルにも観察されており[3]、ゲルマネン由来のピークであると推測される。ただし、既報のグラフェン/Ag界面およびhBN/Ag界面のゲルマネンと比較して、高波数へのピークシフトが見られ、歪み状態に差があることが示唆される。また、二つの主ピーク以外にも微細な構造が確認でき、UHVラマン分光がゲルマネンの評価に有用であることが分かる。

[1] A. Molle *et al.*, Nat. Mater. **16**, 163 (2017).

[2] J. Yuhara *et al.*, ACS Nano **12**, 11632 (2018).

[3] S. Suzuki *et al.*, Adv. Funct. Mater. 2020, 2007038.

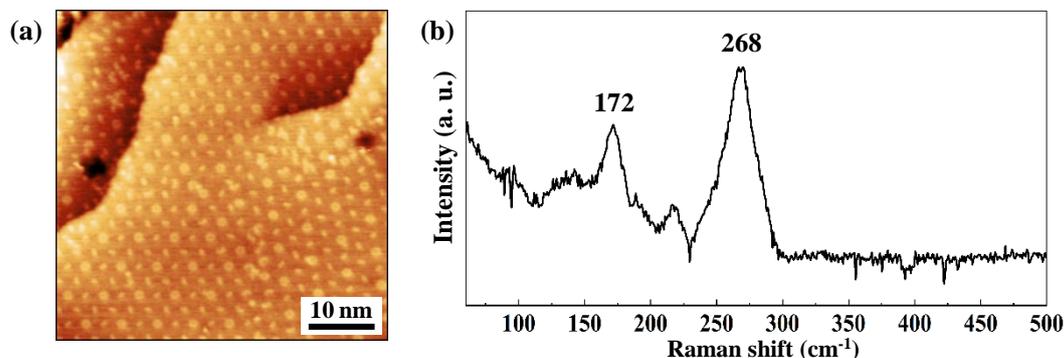


Fig. 1: (a) Constant-current STM image (tunneling current 100 pA and sample bias +1 V) and (b) Raman spectrum of germanene grown on a Ag(111) thin film by the segregation method.