

金属薄膜を用いた結晶ゲルマニウムの析出

Segregation of Crystalline Germanium Using Metal Thin Films

豊田工大, ^{○(PC)}鈴木 誠也, 稲葉 達郎, 吉村 雅満



Toyota Tech. Inst., ^{○(PC)}Seiya Suzuki, Tatsurou Inaba, Masamichi Yoshimura

E-mail: seiya09417@gmail.com

ゲルマネンとはゲルマニウム(Ge)の単原子シートで、トポロジカル絶縁体に分類される。グラフェンと同様の高いキャリア易動度を維持したまま、シート垂直方向の電場によりバンドギャップ幅を直接制御できることが理論計算により示されており[1]、電子デバイスへの応用が期待されている。ゲルマネンは超高真空中で金(Au)、アルミニウム、白金などの金属単結晶表面上にエピタキシャル成長できるが[2]、装置を含む合成コストの高さから実用化は困難である。そのため、超高真空や金属単結晶を用いないゲルマネン合成法がデバイスの実用化には望まれる。

本研究では、Ge を金や銀などの金属薄膜から析出させるゲルマネン合成を検討した。真空蒸着法により Si 基板上に Ge と Au (又は Au/Ag) を蒸着し、Au/Ge/Si (又は Au/Ag/Ge/Si) 構造を作製する。その後、真空アニール (~2 Pa) により析出した Ge の構造をラマン散乱分光、X線光電子分光 (XPS)、原子間力顕微鏡 (AFM)、チップ増強ラマン散乱分光 (TERS) により評価した。

図 1 に 350 °C での加熱前後のラマンスペクトルを示す。加熱後に 299 cm⁻¹ に Ge 結晶由来の鋭いピークが観察された。続いて AFM を用いて試料表面を観察したところ、図 2(a)のような約 5~10 nm の高さをもつ凝集した粒子状構造が観察された。図 2(b,c)に同一箇所で行った TERS マッピング(~300 cm⁻¹ のピーク強度)の結果と、代表的な点でのラマンスペクトルを示す。この結果、凝集した粒子構造の周りに強い Ge 結晶ピークが分布しており、Ge 結晶化が表面で均一に起こるのではなく、選択的に生じていることが分かった。また XPS の結果から、Au を用いた場合は室温でも表面に Ge 析出し酸化物(GeO_x)を形成するが、Au/Ag を用いることで室温での Ge 析出が抑制されることが分かった。

[1] M. Ezawa, New J. Phys. **14**, 033003 (2012).

[2] J. Zhuang et al., ACS Nano **11**, 3553 (2017).

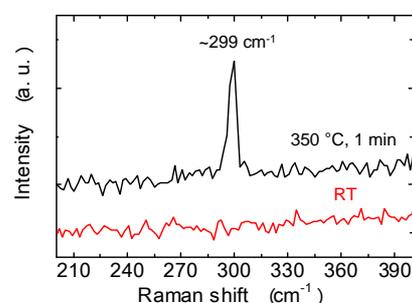


図 1: Au/Ge/Si の加熱前後のラマンスペクトル

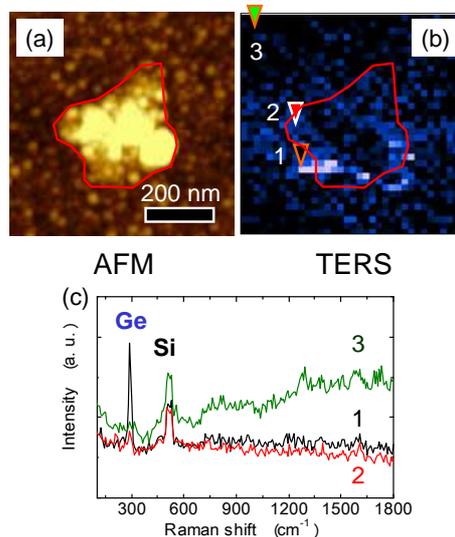


図 2: Au/Ge/Si 加熱後の試料表面の (a)AFM 像および(b)TERS 像(~300 cm⁻¹ のピーク強度)。 (c) (b)内の 3 点でのラマンスペクトル