

半導体材料である Ge⁽¹⁾、GaSb、InSb⁽²⁾にイオンビームを照射するとナノからサブミクロンサイズの構造が基板表面に形成される。これらの構造はイオンビーム照射によって導入された点欠陥の集合とスパッタリングによるものである。これまでの研究では、この現象を利用し、垂直方向⁽³⁾、斜め方向⁽⁴⁾への規則ナノ構造の作製に成功している。本研究では、照射角度と照射量を変更し、新たな規則ナノ構造の作製を試みる。

サンプルには、単結晶 InSb、Ge 基板を用いた。ナノ構造作製は FIB (Focused Ion Beam) によるトップダウン法 (規則構造の作製)、ボトムアップ法 (全面照射による点欠陥の導入及び移動による成長) の 2 つを用いた。どちらもイオン種 Ga⁺、加速電圧 30 kV、ビーム電流値 10~12 pA である。規則構造の作製はスポット間隔 70~200 nm、照射量 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ ions/spot、照射角度 $0^\circ \sim 45^\circ$ で行った。全面照射は照射量 $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{20}$ ions/m²、照射角度 $0^\circ \sim 45^\circ$ で行った。構造の観察には、SEM (Scanning Electron Microscope) を用いた。また、Google Cloud Auto ML Vision BETA による機械学習によって構造の規則性の判定を行った。

図に Ge 基板へ規則構造 (0° 、 1×10^6 ions/spot、スポット間隔 70 nm)、全面照射 (0° 、 1×10^{19} 、 5×10^{19} ions/m²)、規則構造 (0° 、 5×10^5 ions/spot、スポット間隔 35 nm) の順で構造作製を行った結果を示す。全面照射 5×10^{19} ions/m² において表面に V 字構造が形成された。V 字構造が形成されたメカニズムとして全面照射によって形成された構造が、規則構造作製時のスパッタリングによる分裂もしくは点欠陥の移動の 2 つが考えられる。

- (1) B. R. Appleton, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **41**, (1982).
- (2) D. Kleitman and H. J. Yearian, Phys. Rev. **108**, (1957).
- (3) 森田憲治, 高知工科大学修士論文, (2014)
- (4) S. Yamashita *et al.*, Philo. Mag. Lett., (2018) accepted.

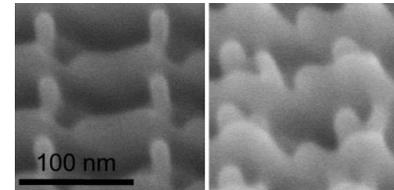
 1×10^{19} 5×10^{19} (ions/m²)

図. イオンビーム照射による Ge 基板上への V 字構造の作製