Ge における微細構造形成過程のイオンビームフラックス依存性

Formation Process of Nanostructures in Ge Depending on Ion Beam Flux

高知工大¹, [○](M1)大石 脩人¹, (B4)古賀 文啓¹, 新田 紀子¹

Kochi Univ. Tech.¹, [○]Naoto Oishi¹, Humihiro Koga¹, Noriko Nitta¹

E-mail: xiurend00@gmail.com

緒言

Ge⁽¹⁾、GaSb⁽²⁾、InSb⁽²⁾に対してイオンビーム照射を行い、基板表面に微細なポーラス構造を作製することができる。これらの形成メカニズムは点欠陥の自己組織化及びスパッタリングによるものである。先行研究から、イオンビーム照射によるポーラス構造形成が照射条件に応答し、そのサイズや形態を変化させることが報告されている。しかしながら、ポーラス構造形成はきわめて微小なスケール・時間における現象であるために、詳細な形成過程を直接的に観測するのは現時点でほとんど不可能であり、未だに定かならぬところも多い。本研究では非常に基本的なパラメーターである照射量・ビームフラックスに着目し、ポーラス構造形成過程の本質的な理解を試みた。結果として、SEM・TEMで観察される構造形成を3つの段階に分類し、それぞれについて形成過程を検討した。

実験方法

サンプルとして単結晶 Ge を用い、基板表面にイオンビーム照射を行うことによってポーラス構造を作製した。照射にはFIB(FEI社製 QUANTA 3D200i)を用いた。イオン種はGa⁺、加速電圧は30kVである。スキャンモードを使用し、10.8×12.5 μmの領域に照射した。フラックスはイオンビームのスポットデュエルタイムを調整することで変更し、変更範囲は1.7×10⁸ ~ 1.3×10¹¹ ions/m²・sであった。照射量は5×10¹⁹ ~ 1×10²¹ ions/m²の範囲で変更した。構造評価にはSEM(HITACHI社製 SU8020)及びTEM(JEOL社製 JEM-2100F)を用いて表面・断面観察を行った。さらに画像分析ソフト imageJ⁽⁴⁾を用いたポーラス構造の評価を行った。

結果と考察

いずれのサンプル表面にもナノ構造が形成され、それらは照射量の増大に従って成長した。また、ナノ構造のサイズや形態はビームフラックスに応答して変化し、構造成長の段階は3つのステージに分類されることが示された。第一のステージはアモルファス化及び核形成にあたる段階、第二のステージはボイドや側壁の伸長といった単純な構造成長にあたる段階、そして第三のステージは隣接する点欠陥集合体どうしの融合による幾何的な淘汰に相当する段階であると考えられる。

参考文献

- (1) H. Wilson, J. Appl. Phys. **53**, 1698-1705 (1982).
- (2) D. Kleitman and H. J. Yearian, Phys. Rev. **108**, 901 (1957).
- (3) C. A. Schneider, W. S. Rasband, K. W. Eliceiri, Nature methods **9**, 671-675 (2012).