

背景と目的

半導体材料である Ge, GaSb, InSb にイオンビーム照射を行うと、カスケード損傷によって生成された点欠陥の集合により基板表面にポーラス構造が形成される^(1, 2)。この構造はトランジスタや磁気メモリへの応用が期待されるが、応用の幅を広げるためには構造制御や規則性が求められる。本研究では単原子イオンビームより高密度に点欠陥生成可能なクラスターイオンビームを照射することで、Si, Ge に形成される構造の評価及び比較を行う。またフォトリソグラフィ法と集束イオンビーム (FIB : Focused Ion Beam)を用いて、Ge 基板上に規則構造の作製を試みた。

実験方法

[クラスターイオンビーム照射]

Si, Ge の単結晶基板にイオン注入装置 (NH40SR 日新電機) (エネルギー: 540 keV、イオン種: C_{60}^{2+} 、照射量: $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{19}$ ions/m²)、タンデム加速器 (9SDH-2 米国 NEC) (エネルギー: 6 MeV、イオン種: C_{60}^{+} 、照射量: $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{19}$ ions/m²)を用いてクラスターイオンビームを照射した。照射角度は 0°, 30°, 60°の三方向から行った。構造の評価は、走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope, HITACHI SU8020)、透過型電子顕微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope)を用い、TEM サンプル作製には FIB によるマイクロサンプリング加工を行った。また、ラザフォード後方散乱法(RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry)を用いて基板中に導入された C 元素量を測定した。

[フォトリソグラフィ法及び用いた規則構造の作製]

Ge の単結晶基板にレジストを塗布し、電子ビーム描画装置を用いて電子ビームを照射することでレジスト上に規則的な初期構造を作製した。その後、エネルギー30 kV, 照射角度0°, イオン種 Ga^{+} の条件でレジスト上から FIB によるイオンビームの全面照射(照射量 $1 \times 10^{19} \sim 1.5 \times 10^{20}$ ions/m²)を行った。構造の評価は SEM を用いて行った。

結果と考察

Si と Ge にクラスターイオンビーム照射を行うと凹凸構造、管状構造、ひも状構造、リップル構造の4種類の構造形成が確認された。Si に照射角度 0°で照射を行うと凹凸構造が形成され照射角度 60°ではひも状構造、リップル構造が形成された (照射エネルギー: 540 keV)。照射角度 60°で形成されたひも状構造、リップル構造は照射角度を傾けたため、スパッタリングの影響が大きくなり得られた構造だと考えられる。またフォトリソグラフィ法と FIB を用いた規則構造の作製では正方配置、千鳥配置の2種類の初期構造を作製した。正方配置ではドット間隔 30 nm、千鳥配置ではドット間隔 25 nm まで規則性を持たせることができ、微細な構造を作製するには千鳥配置に構造形成を行うことが有効であると考えられる。

文献

- 1) I. H. Wilson, J. Appl. Phys. **53**, 1698-1705 (1982).
- 2) D. Kleitman and H. J. Yearian, Phys. Rev. **108**, 901 (1957).