

塩素中性粒子ビームを用いた Ge Fin トランジスタ・チャネル加工

Germanium Fin Transistor Channel Formation using Chlorine Neutral Beam

李 恩慈¹、野田 周一¹、水林 亘²、遠藤 和彦²、寒川 誠二^{1,2} (1. 東北大、2. 産総研ナノエレ)

En-Tzu Lee¹, Shuichi Noda¹, Wataru Muzubayashi², Kazuhiko Endo², Seiji Samukawa^{1,2}

(1.Tohoku Univ., 2.AIST)

E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

微細化による Si MOSFET デバイスの高性能化限界が近づく中、キャリア移動度のより高い Ge チャネルへの置き換えは次世代高性能デバイスの実現への有望な方向性のひとつであり、Fin 型チャネル構造 (Fin-FET) を利用することにより更にゲート制御性が増し高いデバイス性能が期待される。我々は以前、中性粒子ビームエッチング (NBE) [1]により Si の無損傷加工を実現して大幅にデバイス特性を向上させた Si Fin-FET の製作に成功している[2]。しかし、Ge は熱耐性が低くアニールによる欠陥回復が難しいため、完全無損傷チャネル加工が必須となる。今回 Cl₂ ガスを用いた塩素中性粒子ビームによる Ge Fin のエッチング加工について検討を行った。

誘導結合プラズマ (ICP) とプラズマ中のイオンを中性化するカーボンアパーチャープレート (AP) からなる NBE 装置[3]を用いて Cl₂ 中性粒子ビームによる Ge FIN 加工特性の評価を行った。エッチング試料として、SiO₂ 上に形成した Poly-Ge あるいは GeOI 基板による単結晶 Ge を用い、TEOS-CVD により SiO₂ ハードマスク (HM) 層を形成、EB リソグラフィーによるパターンニング、RIE による HM エッチングを順次行った構造を用いた。NBE 装置では AP に印加する低周波 (600 kHz) バイアスパワー (P_{bias}) によりビームエネルギーを制御することが可能で、これを精密に制御したときの Ge Fin の形状、SiO₂ HM に対する選択性を調べた。また、開口面積比率 (50%) を保ちながらアスペクト比を下げることににより故意に中性化率を下げて塩素プラズマや紫外線が試料基板に照射されるようにした AP を用いて、プラズマエッチング状態との比較も行った。

NBE による Ge Fin のチャネル面のテーパ角 (θ) は、 P_{bias} により任意に制御可能で、 P_{bias} の大きさに依存して 65° ~ 87° の値となった。また、80%程度のオーバーエッチングに対しても SiO₂ HM 下にはアンダーカットがほとんど進行しないことから、Ge 側壁でのエッチング反応は、プラズマからの紫外光照射の影響を受けずに、無損傷で運動エネルギーを持った塩素中性粒子ビームのみで加工されていることを示している。図 1 は、オーバーエッチ 30%のときのプラズマエッチング条件と NBE 条件で形成した Ge Fin の断面 SEM 像を示す。Cl NBE で形成した Ge Fin チャネル側壁は非常に滑らかで無損傷加工が実現できていることを示している。

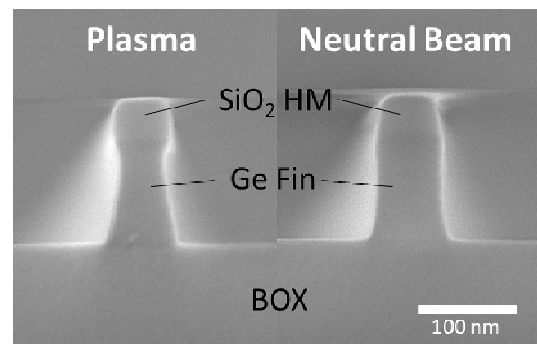


図 1. Ge Fin のエッチング形状の比較

[1] S. Samukawa et al., J. Vac. Sci. Technol., A **20**, 1566 (2002). [2] K. Endo et al., IEDM Tech. Dig., (2005) pp.156-166. [3] S. Noda et al., J. Vac. Sci. Technol., A **24**, 1414 (2006).