

## 塩素中性粒子ビームによる Ge エッチングメカニズムの検討

### Investigation of Etching Mechanism of Germanium by Chlorine Neutral Beam

○野田 周一<sup>1</sup>、李 恩慈<sup>1</sup>、水林 亘<sup>2</sup>、遠藤 和彦<sup>2</sup>、寒川 誠二<sup>1,2</sup> (1. 東北大、2. 産総研ナノエレ)

○Shuichi Noda<sup>1</sup>, En-Tzu Lee<sup>1</sup>, Wataru Muzubayashi<sup>2</sup>, Kazuhiko Endo<sup>2</sup>, Seiji Samukawa<sup>1,2</sup>

(1.Tohoku Univ., 2.AIST)

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

Ge Fin-FET CMOS デバイスの実現を目指して中性粒子ビームエッチング (NBE) [1]を用いた Ge 立体チャネル構造の加工プロセスを検討している。前回の報告では、塩素プラズマ存在下のプロセスに比べ、被エッチング基板表面への真空紫外光およびイオン・電子の照射量を抑制した NBE では、塩素中性粒子ビームにより原子レベルで滑らかな側壁を持つ Ge Fin 構造を低損傷・高精度に形成できることを示した[2]。このとき Ge の NBE では、塩素ガスを用いた通常のプラズマエッチング、あるいは塩素 NBE による Si のエッチング[3]と比較するとやや特異なエッチング特性を示した。このため、より最適なエッチング条件を得る目的で塩素 NBE による Ge のエッチングメカニズムを詳細に調査したので報告する。

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 装置を用いて、アパーチャープレートに印加する RF バイアスパワー (ビームエネルギー) や基板温度、等の条件を変えたときの Ge と Si のエッチング特性を比較しエッチングメカニズムを検討した。エッチング試料として、Ge-Oxide-Insulator (GeOI) 基板および Si 単結晶基板を用いた。

図 1 は Ge と Si のエッチレートの RF バイアスパワー依存性を示す。バイアスパワー 0W でも一定のビームエネルギーを持つことからそれぞれ一定の速度でエッチングが進行するが、Ge は Si に比べ約 5 倍のエッチレートであった。また、Si のエッチレートがバイアスパワーに依存して倍以上増加するのに対し、Ge ではパワーに依存せずほぼ一定の値となることから、Ge は Si に比べて塩素との反応確率が高く、塩素吸着層律速可能性が示唆される。図 2 は、Ge エッチング形状の温度依存性を示す。エッチレートはこの温度範囲でほとんど同じであり塩素吸着層律速であることに矛盾はなかった。高温ほど反応生成物 ( $\text{GeCl}_4$ ) の脱離が助長されるため、Ge 微細パターンの裾引き形状が改善される傾向であった。

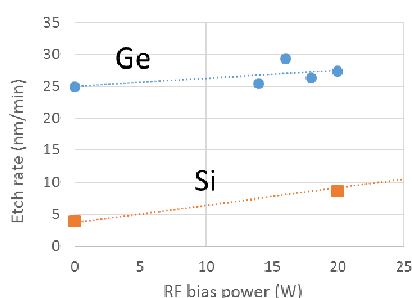


図 1. エッチレートのバイアスパワー依存性

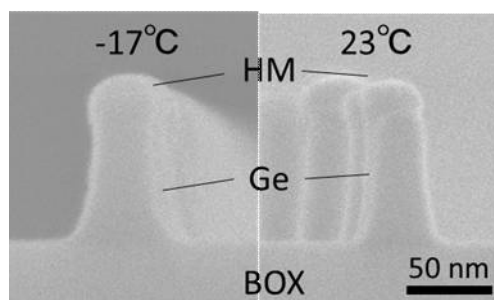


図 2. Ge エッチング形状のステージ温度依存性

[1] S. Samukawa et al., J. Vac. Sci. Technol., A **20**, 1566 (2002). [2] 李他、2016 春季応物 19p-S423-15.