

炭素クラスターイオン注入Siエピウェーハの特徴(1) -TCADによる注入層の軽元素捕獲・拡散挙動の理論解析-

Characteristic of Carbon Cluster Ion Implanted Epitaxial Silicon Wafers (1)

-TCAD Analysis of Light Element Trapping and Diffusion Behavior in Projection Range-

株式会社 SUMCO

○奥山 亮輔, 重松 理史, 廣瀬 諒, 枉田 亜由美, 門野 武, 古賀 祥泰, 奥田 秀彦, 栗田 一成
SUMCO CORPORATION

○Ryosuke Okuyama, Satoshi Shigematsu, Ryo Hirose, Ayumi Masada,
Takeshi Kadono, Yoshihiro Koga, Hidehiko Okuda and Kazunari Kurita

E-mail: rokuyama@sumcosi.com

1. はじめに

我々は CMOS イメージセンサーの高性能化のために、炭素クラスターイオン注入 Si エピタキシャルウェーハによる近接ゲッタリング技術の開発をおこなってきた¹⁾。これまでの研究成果から、炭素クラスターイオン注入 Si エピタキシャルウェーハは三つの特徴を持つことがわかってきた。第一に、メタル不純物に対する高いゲッタリング能力。第二に、Si 基板から拡散する酸素不純物に対する拡散抑制効果。第三は、注入レンジに捕獲された水素によるプロセス誘起欠陥のパッシベーション効果が期待できることである¹⁾。また注入レンジ中の炭素、酸素、水素は空孔や格子間 Si と複合体を形成することにより、ゲッタリングサイトとして機能することを示唆する報告がなされている²⁾。そのため、注入レンジ中の軽元素捕獲・拡散挙動の解析は炭素クラスターイオン注入ウェーハの特性の理解に重要である。本報告では、注入レンジ中の炭素(C)と格子間 Si(I)により形成される CI クラスターが酸素および水素と結合する反応モデルを仮定し TCAD を用いた解析から、注入レンジにおける軽元素の捕獲・拡散挙動の考察をおこなった。

2. 実験方法

反応モデルとして CI クラスター種である C_3I_3 と酸素(O)および水素(H)が結合するモデルを仮定した。酸素および水素の吸着脱離反応として、 $[O-C_3I_3] \rightleftharpoons [O]+[C_3I_3]$, $[H-C_3I_3] \rightleftharpoons [H]+[C_3I_3]$ を定義した。反応速度定数は文献値および今までの研究結果から導出した活性化エネルギーの値を用いた³⁻⁵⁾。サンプル条件として n 型 Si(100) 基板を用いて、 C_3H_5 炭素クラスターイオンを加速電圧 80 keV/cluster, クラスタードーズ量 $3.3E14$ Cluster/cm² にて注入をおこなった後にエピタキシャル層を成長させた。TCAD シミュレーションを実行した結果と同条件にて作製したサンプルの SIMS (Secondary Ion Mass Spectroscopy) 結果から、酸素と水素の捕獲・拡散挙動の比較をおこなった。

3. 実験結果

Fig. 1 に (a) 酸素、(b) 水素のエピタキシャル成長直後の TCAD シミュレーションおよび SIMS により得られた深さプロファイルを示す。仮定した反応モデルにより、酸素および水素の注入レンジ近傍の捕獲・拡散挙動が再現できることを明らかにした。これらの結果から、CI クラスターが軽元素の捕獲サイトとして機能することが推察される。エピタキシャル成長は 1100°C 程度の高温熱処理であるが注入レンジ中に形成される CI クラスターは高温熱処理後も安定して存在していると考えられる。そのため、炭素クラスター注入エピタキシャルウェーハの軽元素の捕獲能力には CI クラスターにより形成された安定的なゲッタリングサイトが寄与していると解釈した。

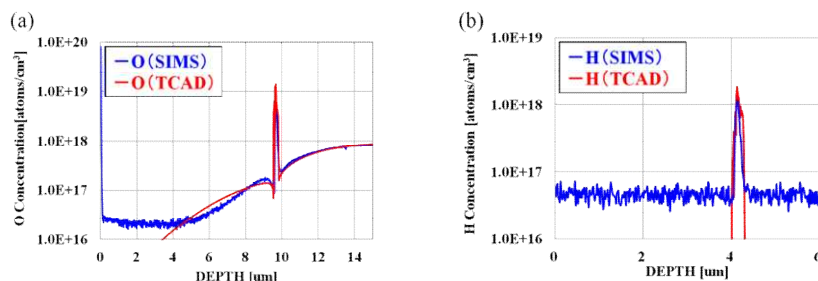


Fig.1 Depth profile of (a) Oxygen and (b) Hydrogen after epitaxial growth.

[参考文献]

- 1) K. Kurita, *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, (2016) 121301.
- 2) S. Shirasawa, *et al*, Mater. Sci. Semicond. Process. **44**, (2016) 13.
- 3) G. Brenet, *et al*, J. Appl. Phys. **118**, (2015) 125706.
- 4) 奥山亮輔 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 20p-H113-2 (2016).
- 5) R. Okuyama, *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, (2017) 025601.