

3 次元積層型 CIS 向け分子イオン注入エピタキシャルウェーハの特性(IV) -Dark current spectroscopy 法によるエピタキシャル層注入ウェーハの 白キズ欠陥の抑制メカニズム解析-

Characteristics of Molecular Ion Implanted Epitaxial Silicon Wafers for 3D-Stacked CMOS Image Sensors (IV)

-Dark Current Reduction Mechanism of Molecular Ion Implanted Double Epitaxial Wafers Using Dark Current Spectroscopy-

株式会社 SUMCO

○梶田 亜由美, 門野 武, 奥山 亮輔, 廣瀬 諒, 小林 弘治,
鈴木 陽洋, 古賀 祥泰, 栗田 一成

SUMCO CORPORATION

○Ayumi Masada, Takeshi Kadono, Ryosuke Okuyama, Ryo Hirose, Koji Kobayashi
Akihiro Suzuki, Yoshihiro Koga, and Kazunari Kurita

E-mail: aonaka@sumcosi.com

1. はじめに

近年, 小型化, 高感度化, 高機能化が同時に実現できる, 3 次元積層型 CMOS イメージセンサ(CIS)が注目されている. 3 次元積層型 CIS の製造は, 複数のチップ同士を貫通電極(Through silicon via: TSV)技術により 3 次元的に集積化できる, 3 次元積層実装技術により実現される. しかしながら, TSV は導体材料に Cu を使用するため, TSV 製造プロセスにおける Si ウェーハ内部への Cu の拡散が, 白キズ特性などの撮像特性を低下させる要因となっている. したがって, 3 次元積層型 CIS 向け Si ウェーハは, 従来の表面照射型 CIS 以上に, デバイス領域の金属汚染を大幅に低減できるゲッタリング技術の付与が重要となる. 我々は, エピタキシャル層のような低酸素基板への分子イオン注入が, 酸素濃度の高い CZ-Si 基板への分子イオン注入と比較して, Fe のゲッタリング能力を高めることを明らかにした²⁾. 今回, エピタキシャル層へ分子イオン注入を行ったエピタキシャルウェーハの, デバイスプロセスにおいて混入する金属汚染に対するゲッタリング特性を, DCS(dark current spectroscopy)法によって得られる白キズ欠陥個数を指標として調査したので, 報告する.

2. 実験方法

n/n⁺ エピタキシャルウェーハ及び n⁺ CZ ウェーハ(酸素濃度: $1.4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, 炭素濃度: $3 \times 10^{16} / \text{cm}^{-3}$)に C_3H_6 の分子イオンを加速電圧 80 keV/cluster, 炭素ドーズ量 $1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の条件で注入し, 5 μm のエピタキシャル層を成長させた. これらのウェーハに対して 4トランジスタ型 CIS を作製し, 60°C で DCS 測定を実施した.

3. 実験結果

Fig. 1 に, DCS スペクトルより算出した, 注入なしのエピタキシャルウェーハ, および CZ-Si 基板とエピタキシャル層に C_3H_6 分子イオンを注入したエピタキシャルウェーハの, 暗電流レベルが 35 electron/s 以上の累計白キズ欠陥個数の結果を示す. エピタキシャル層へ注入したウェーハは, CZ-Si 基板に注入したウェーハと比較して, 白キズ欠陥を 40%低減できることを実証した. この大幅な白キズ欠陥の低減は, エピタキシャル層注入ウェーハが持つ, 金属汚染に対する高いゲッタリング能力によるものと推測する. したがって, 高いゲッタリング能力を持つエピタキシャル層注入ウェーハは, 高性能な 3 次元積層型 CIS の製造の実現に寄与できることが期待される.

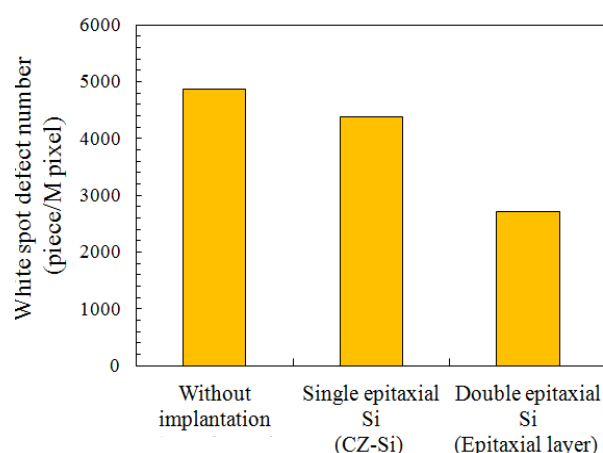


Fig. 1 Comparison of white spot defect number exceeding 35 electrons/s for CMOS image sensors of epitaxial Si wafer without implantation and C_3H_6 -ion implanted single and double epitaxial Si wafers²⁾.

【参考文献】

- 1) A Onaka-Masada et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 021304 (2018).
- 2) A Onaka-Masada et al., Sensors 20, 06620 (2020).