

3次元積層型 CIS 向け多元素分子イオン注入エピウェーハの特性(II)

- CH₂P イオン注入による白キズ欠陥抑制のメカニズム解析 -

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

- Dark Current Reduction Mechanism of CH₂P Molecular Ion Implanted Epitaxial Wafers -

株式会社 SUMCO¹⁾, 宮崎大²⁾

○門野 武^{1), 2)}, 廣瀬 諒¹⁾, 榎田 亜由美¹⁾, 鈴木 陽洋¹⁾, 小林 弘治¹⁾, 奥山 亮輔¹⁾, 古賀 祥泰¹⁾, 福山 敦彦²⁾, 栗田 一成¹⁾
SUMCO CORPORATION¹⁾, Univ. of Miyazaki²⁾

○Takeshi Kadono^{1), 2)}, Ryo Hirose¹⁾, Ayumi Masada¹⁾, Akihiro Suzuki¹⁾, Koji Kobayashi¹⁾,
Ryosuke Okuyama, Yoshihiro Koga¹⁾, Atshiko Fukuyama²⁾, and Kazunari Kurita¹⁾

E-mail: tkadono@sumcosi.com

1. はじめに

近年、高精細、高感度化に加えて、高速動画処理などの多機能化を特徴とした 3次元積層型イメージセンサ(3D-CIS)の製品展開が活況である。3D-CIS は、画素部、メモリー部および信号処理回路を Cu-TSV(Through Silicon Via) や Cu-Cu Hybrid bonding 接合などの 3次元集積・実装化技術により積層しているため、電極材料に起因した重金属汚染の低減が重要な技術課題である。デバイス製造工程においてフォトダイオードの空乏層領域に拡散した重金属は、深い不純物準位を形成し、再結合中心として働くため、デバイス特性の指標である白キズ欠陥や暗電流を増加させることが知られている。これまでに、炭化水素(C₃H₅)イオン注入技術によりゲッターリング領域を形成したエピウェーハが重金属に対する高いゲッターリング能力や水素による Si/SiO₂ 界面準位のパッシベーション効果を示し、白キズ欠陥や暗電流を低減させることを実証してきた。¹⁾ 本報告では、さらなるゲッターリング能力の向上を目的に開発した燐を含む多元素(CH₂P)イオン注入技術²⁾によるゲッターリング特性を Dark current spectroscopy(DCS)法によって得られる白キズ欠陥数を指標として評価した結果を報告する。

2. 実験方法

n 型シリコンウェーハ(酸素濃度: $14.5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$, 炭素濃度: $4.7 \times 10^{16} / \text{cm}^3$)表面に CH₂P イオン, および C₃H₅ イオンを加速電圧 80 keV, 炭素ドーズ量 $2.0 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ となるようにイオンのドーズ量を調整して注入した。各イオンを注入したウェーハ表面に厚み 5 μm の n 型エピタキシャル層を成長し、その後、4トランジスタ型画素構造 CIS を作製し、DCS 測定, および SIMS などの物理分析手法を用いて評価した。

3. 実験結果

Figure 1 に CH₂P イオン注入, および C₃H₅ イオン注入サンプルの DCS 測定より得られた白キズ欠陥数を規格化した値を示す。CH₂P イオン注入は C₃H₅ イオン注入と比較して白キズ欠陥数が 67% 低減した。Fig. 2 に SIMS 分析により DCS 測定に用いたサンプルの注入領域にゲッターリングされた Ni 濃度の割合を示す。CH₂P イオン注入領域にゲッターリングされた Ni 濃度は C₃H₅ イオン注入領域よりも 2.1 倍高いことを示している。したがって、CH₂P イオン注入領域は燐に起因した複合体の形成が重金属に対するゲッターリング特性の向上に寄与していると考えられる。

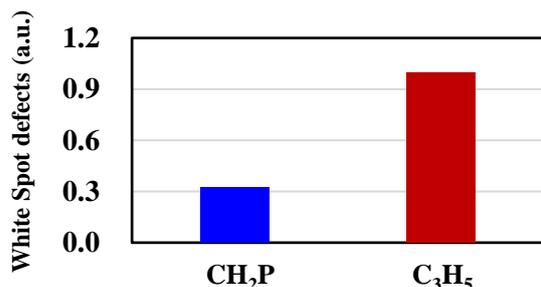


Fig. 1 Normalized white spot defects for CIS using CH₂P and C₃H₅ molecular-ion-implanted epitaxial silicon wafers

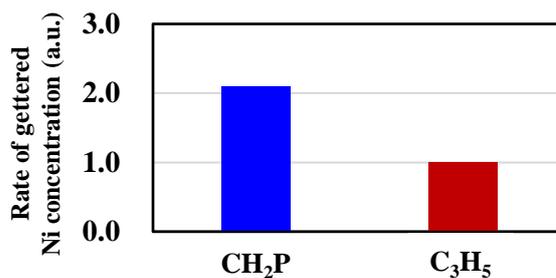


Fig. 2 Rate of gettered Ni concentration in CH₂P and C₃H₅ molecular-ion-implanted region of CIS

1) K. Kurita *et al.*, *Sensors* **19**, 2073 (2019). 2) 廣瀬諒 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 18p-D103-1.