CMOS イメージセンサ向け分子イオン注入 エピタキシャルウェーハの製品特性(II) -CH₄N イオン注入エピタキシャルウェーハの基礎特性-

Characteristics of Molecular Ion Implanted Epitaxial Wafers

for CMOS Image Sensor (II)

– Basic Characteristics of CH₄N Ion Implanted Epitaxial Silicon Wafer –

株式会社 SUMCO [°]鈴木 陽洋, 門野 武, 廣瀬 諒, 奥山 亮輔, 柾田 亜由美, 重松 理史, 小林 弘治, 古賀 祥泰, 栗田 一成

SUMCO CORPORATION [°]Akihiro Suzuki, Takeshi Kadono, Ryo Hirose, Ryosuke Okuyama, Ayumi Masada, Satoshi Shigematsu, Koji Kobayashi, Yoshihiro Koga, and Kazunari Kurita E-mail: asuzuki1@sumcosi.com

1. はじめに

CMOS イメージセンサの性能向上のためには、デバイス活性層における重金属汚染の抑制及び、酸素濃度の低減、酸化膜/シリコン(Si)界面のパッシベーションにより、様々なノイズを低減する必要がある。我々はこれまでに、炭化水素分子(例:C₃H₅)イオンを注入したエピタキシャル Siウェーハを開発し、それによる重金属の強力なゲッタリングが可能であることを実証してきた¹⁾.また、炭化水素分子イオン注入エピタキシャル Siウェーハは、基板中の酸素のデバイス活性層への拡散を抑制する効果、注入領域から拡散する水素によるプロセス誘起欠陥の不活性化効果も併せて有する¹⁾.

我々は,ゲッタリング能力の更なる向上に加えて,酸化膜/Si 界面に対するパッシベーション能力の更なる 向上をめざして,H 及び C,窒素(N)から成る多元素分子イオンの注入技術を新たに開発している.シアン基 (CN⁻)は,SiO₂/Si 界面に対して,Hよりも強力なパッシベーション能力を有することが知られている²⁾.そのため, 注入領域からの H 及び C,N 原子の拡散による,SiO₂/Si 界面欠陥に起因する固定パターンノイズやランダム テレグラフノイズの更なる低減が期待される.今回は,CH₄N イオン注入エピタキシャルウェーハの基礎特性を 明らかにする目的で,重金属のゲッタリング能力及び注入欠陥の形態について調査した.

2. 試料作製及び評価方法

Si(001)基板に CH₄N イオンを注入した.なお,ドーズ量は 1.0×10^{15} ions/cm²,ビーム電流は 1700 µA,加速エネルギーは 80 keV/ion であった.その後,膜厚が 5 µm のエピタキシャル層を成長させた.さらに,ニッケル(Ni) または銅(Cu)それぞれによる強制汚染をスピンコート法によって行った.汚染濃度は,Ni 及び Cu ともに 1×10^{13} cm⁻²であった。強制的に汚染させたエピタキシャルウェーハにおける重金属の濃度分布を 2 次イオン質量分析(SIMS)によって,注入領域における欠陥の形態を透過型電子顕微鏡(TEM)によって調査した.

3. 実験結果

Fig. 1は、Ni または Cu それぞれで強制汚染させた CH₄N イオン注入エピタキシャルウェーハにおける、Ni 及び Cu の SIMS プロファイルである.いずれの強制汚染ウェーハにおいても、Ni または Cu のピークがエピタキシャル層/Si 基板に存在する.このことから CH₄N イオン注入エピタキシャルウェーハは、炭化水素分子イオン 注入エピタキシャルウェーハと同様に、重金属ゲッタリングが可能であるといえる.重金属の捕獲が可能な CH₄N イオン注入領域の欠陥形態を調査するため、TEM によって CH₄N イオン注入エピタキシャルウェーハ の断面像(Fig. 2)を取得した.その結果、サイズが 5 nm 程度の黒点状欠陥と、50 nm 程度のサイズの結晶欠 陥がみられた.これらの欠陥が、重金属ゲッタリングに寄与したと考えられる.

【参考文献】1) K. Kurita *et al.*, Phys. Status Solidi. A 1700216 (2017). 2) H. Kobayashi *et al.*, APL **77**, 4392 (2000).



Fig. 1 SIMS profiles of Ni and Cu in CH_4N ion implanted epitaxial silicon wafer with Ni and Cu contamination.



Fig. 2 Cross-sectional TEM images of CH_4N ion projection range. (a) small defects of 5 nm, (b) crystalline defects.