

n 型 Si ウェーハ中における Cu ゲッターリング機構

Gettering Mechanism of Copper in n-type Silicon Wafers

株式会社 SUMCO ○尾崎 理衣, 鳥越 和尚, 水野 泰輔, 西村 雅史, 山本 一弘

SUMCO CORPORATION

○Rie Ozaki, Kazuhisa Torigoe, Taisuke Mizuno, Masashi Nishimura, Kazuhiro Yamamoto

E-mail: rozaki@sumcosi.com

1. はじめに

Si ウェーハ中の Fe, Ni, Cu のような遷移金属は半導体デバイスの電気特性を劣化させるため、デバイス活性領域から遷移金属を除去するゲッターリング技術が重要である。一般的には Si ウェーハ中の酸素析出物によるゲッターリング手法が良く知られている。しかし、デバイス製造工程の低温化に伴いゲッターリング能力の低下が懸念されるため、その影響を受けないゲッターリング技術が求められる。一方、n 型 Si ウェーハでは $1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上の高濃度 Cu 汚染でバルク中に Cu 析出が起こる[1]。Istratov らは、この析出物によって緩和型のゲッターリングが起こると提案しているが[2]、低濃度汚染でのゲッターリングへの影響は明らかとなっていない。本研究では、n 型 Si ウェーハ中における Cu ゲッターリング機構を明らかにするため、RTA (Rapid Thermal Anneal) 処理により酸素析出物の形成を抑制したウェーハを使用し、低濃度 Cu 汚染に対する Cu ゲッターリング効率および Cu 析出物形成のドーパント濃度依存性を調べた。

2. 実験方法

P, As, Sb を添加した直径 200 mm の n 型 Si ウェーハ (ドーパント濃度: 10^{14} - 10^{19} cm^{-3}) に、Ar 雰囲気中 $1150 \text{ }^\circ\text{C}/1 \text{ min}$ の RTA 処理を行った。各ウェーハ表面に Cu をスピコート汚染し、 $900 \text{ }^\circ\text{C}/30 \text{ min}$ の拡散熱処理を施した後 (汚染濃度: $2.3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$)、化学分析手法[3]を用いて Cu 濃度の深さ分布を評価した。バルクから検出された Cu 量 (C_{bulk}) と故意汚染量 (C_{all}) よりゲッターリング効率を $C_{\text{bulk}} / C_{\text{all}} \times 100$ (%) で算出した。また、拡散熱処理後のウェーハ内部の Cu 析出物密度を選択エッチング法にて測定した。

3. 実験結果・考察

Fig. 1 にゲッターリング効率のドーパント濃度依存性を示す。P および As ドープウェーハではそれぞれ $6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、 $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ を境にゲッターリング効率が増加した。Fig. 2 に Cu 析出物の観察結果を示す。ドーパント濃度 10^{14} - 10^{18} cm^{-3} の領域では Cu 析出物が観察されており、緩和型のゲッターリングが起こったと考えられる。一方、 10^{19} cm^{-3} を超える高濃度では観察されなかった。Hall らは、n 型 Si 中の Cu 固溶度は高ドープ領域で増加し、それは Cu とドーパントとのイオン結合に起因すると報告している[4]。つまり、高ドープ領域では偏析型ゲッターリングが支配的であり Cu 析出が生じなかったと解釈できる。したがって、n 型 Si ウェーハ中での Cu ゲッターリング機構はドーパント濃度に依存し、その機構が緩和型から偏析型へ変化すると考えられる。

4. 参考文献

- [1] A. A. Istratov, et al., proceedings of the conference in Materials Science and Engineering B, (1999).
 [2] A. A. Istratov, et al., Appl. Phys. A, 66 (1998)123-136. [3] M. B. Shabani, ぶんせき, 8 (2012)423-431.
 [4] R. N. Hall, et al., J. Appl. Phys., 35 (1964)379.

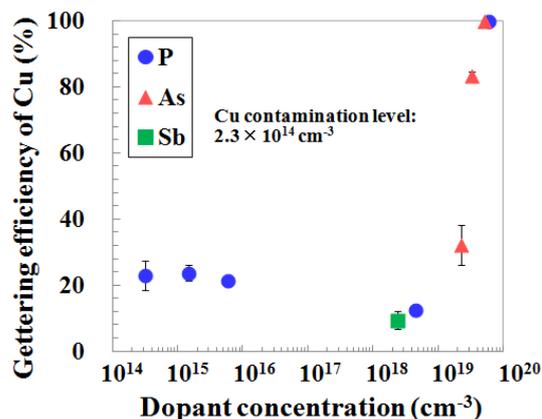


Fig. 1 Gettering efficiency of Cu after annealing at $900 \text{ }^\circ\text{C}$ for 30 min.

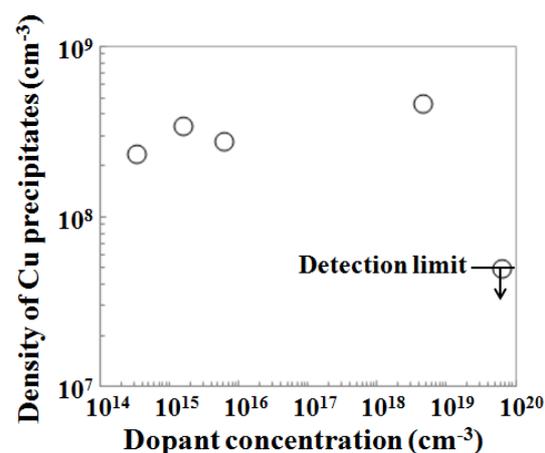


Fig. 2 Density of Cu precipitates in P-doped Si wafers after annealing at $900 \text{ }^\circ\text{C}$ for 30 min.