

Si ウェーハ中の酸素析出物と膜応力による不純物ゲッタリング競合 Competitive Gettering of Impurities between Oxide Precipitates and Film Stress in Silicon Wafers

株式会社 SUMCO [○]鳥越和尚, 小野敏昭

SUMCO CORPORATION, [○]Kazuhisa Torigoe, Toshiaki Ono

E-mail: ktorigoe@sumcosi.com

1. はじめに

Si ウェーハを用いた半導体デバイスの製造プロセスでは、ウェーハ表層のデバイス構造に起因した数 GPa の膜応力によって金属不純物がゲッタリングされ、不良を起こす可能性がある。そのため、Si ウェーハ内部に酸素析出物などのゲッタリングサイトを形成する必要があるが、そのゲッタリング能力を調べるための故意汚染実験は、通常、表層に膜応力のないウェーハで行われ、その結果がウェーハのゲッタリング能力として解釈されている[1]。しかし、膜応力と酸素析出物による金属不純物のゲッタリングは互いに競合する可能性があるため、デバイス製造プロセスでのゲッタリング能力を適切に評価できていない懸念がある。そこで今回、様々な密度とサイズの酸素析出物を持ったウェーハに窒化膜を形成して Ni の故意汚染実験を行うことで、酸素析出物によるゲッタリングに膜応力が与える影響を調べた。

2. 実験方法

様々な密度の酸素析出物 ($8 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$) をもった直径 300mm、厚み 770 μm の Si エピタキシャルウェーハを使用した。酸素析出物の成長熱処理として 900 $^{\circ}\text{C}$ /90 分、1000 $^{\circ}\text{C}$ /1 時間、1000 $^{\circ}\text{C}$ /6 時間、1000 $^{\circ}\text{C}$ /16 時間の 4 種類の熱処理を行った。ウェーハ表面に窒化膜を成膜後、裏面を $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ の Ni で故意汚染した。その後、900 $^{\circ}\text{C}$ /5 分の熱処理で Ni をウェーハ内部に熱拡散させた。ウェーハをエッチングし、その回収液を分析することで Ni 濃度の深さ分布を測定した。そして、酸素析出物による Ni のゲッタリング効率として、汚染量に対してバルク中で検出された Ni の比率を算出した。また、エピタキシャル層の Ni シリサイド起因のエッチピット密度[2]を測定し、窒化膜成膜の有無で比較を行った。

3. 結果

Fig. 1 に、酸素析出物による Ni のゲッタリング効率、および、表層の Ni シリサイド密度とウェーハ内部の酸素析出物の総表面積 $4\pi R^2 Nd$ の関係を示す。ここで、 R と N はそれぞれ酸素析出物の半径と密度、 d はウェーハ厚みである。過去の文献で報告されているように[3]、酸素析出物の総表面積が大きくなるほどゲッタリング効率は向上し、Ni シリサイドの形成は抑制される。図中の点線で示したように、窒化膜成膜の有無のいずれも同じ総表面積でゲッタリング効率が大きく低下しており、酸素析出物によるゲッタリングに対して膜応力の影響は見られなかった。また、表面 Ni シリサイドが発生する総表面積の閾値にも膜応力は影響しなかった。酸素析出物の周囲で発生する応力による Ni のゲッタリングは、膜応力に比べて大きいことが示唆される。したがって、従来の膜応力のない故意汚染実験の結果は、デバイス製造プロセスでのゲッタリングの指標として問題ないことが分かった。

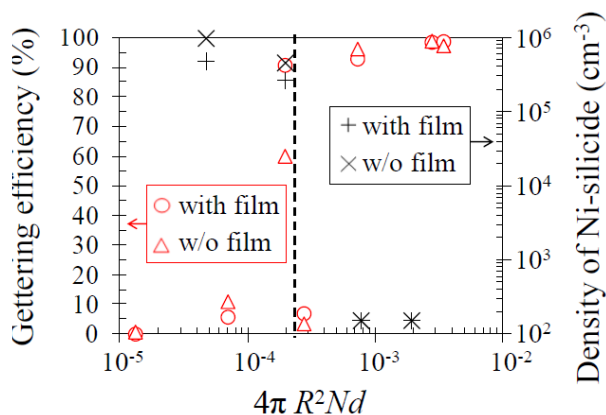


Fig. 1 Dependence of gettering efficiency for Ni by oxide precipitates and density of Ni-silicides on total surface area of oxide precipitates in silicon wafers.

参考文献

- [1] K. Sueoka, S. Sadamitsu, Y. Koike, T. Kihara, and H. Katahama, J. Electrochem. Soc., 147 (2000) 3074.
- [2] M. Hourai, K. Murakami, T. Shigematsu, N. Fujino and T. Shiraiwa, Jpn. J. Appl. Phys., 28 (1989) 2413.
- [3] K. Sueoka, J. Electrochem. Soc., 152 (2005) G731.