

$p/p+$ シリコンウェーハにおける Ni の偏析型ゲッタリング**Segregation Gettering of Nickel in $p/p+$ Silicon Wafers**

株式会社 SUMCO

°鳥越和尚、小野敏昭、中村浩三(現 岡山県立大学)

SUMCO CORPORATION

°Kazuhisa Torigoe, Toshiaki Ono and Kozo Nakamura

E-mail: ktorigoe@sumcosi.com

1. はじめに

シリコン中の典型的な重金属汚染元素である Fe, Cu, Ni に対するゲッタリングは、シリコンデバイスにおいて重要な技術である。 $p/p+$ シリコンウェーハでは、Fe, Cu は $p+$ 基板に強くゲッタリングされることが知られており、そのメカニズムはエピ層 ($p-$) と基板 ($p+$) での溶解度の違いによる偏析効果であると理解されている[1-3]。Ni に対しては、 $p+$ 基板中での溶解度のわずかな増加が Istratov らによって測定されている[4]。しかし、Fe や Cu のような強い偏析効果は働かないと予想されており、一般的にもその効果は起こらないと認識されている[2,5]。そこで本研究では、 $p/p+$ における Ni の偏析型のゲッタリング効果を実験により検証し、その効果が汚染濃度と基板の抵抗率に依存することを見出した。さらに、そのゲッタリング挙動を計算モデルにより解析した。

2. 実験方法

基板にボロンが添加された $p/p+$ シリコンウェーハ(基板抵抗率 7~10 mΩcm)と、比較のために $p/p-$ シリコンウェーハ(基板抵抗率 10 Ωcm)をサンプルとして用いた。ウェーハ表面に 1×10^{12} , 1×10^{13} , 1×10^{14} cm⁻² の Ni を故意汚染させた後、熱拡散を行った。熱拡散処理は 1×10^{12} , 1×10^{13} cm⁻² の汚染に対しては 900°C/5 分、 1×10^{14} cm⁻² の汚染に対しては 1000°C/5 分とした。エピ層をエッチングし、その回収液を分析することで Ni 濃度を測定した。また、酸素析出物によるゲッタリングが起こっていないことを確認するため、今回使用したサンプルを 900°C/16 時間で熱処理した後、酸素析出物の観察を行った。

3. 結果

Fig.1 のプロットは、エピ層の Ni 濃度の測定結果である。 1×10^{12} , 1×10^{13} cm⁻² の故意汚染では、 $p+$ 基板の抵抗率が小さくなるとエピ層の Ni 濃度が減少することが分かった。観察された酸素析出物の密度は 1×10^7 cm⁻³ 以下の低密度であったため、そのゲッタリング効果は無視できると考えられる。一方で、より高濃度の 1×10^{14} cm⁻² の汚染ではゲッタリング効果は見られなかった。

$p+$ 基板への偏析型のゲッタリング効果を検証するために、計算モデルによる解析を行った。今回のモデルでは、Istratov らのモデル[4]をもとに Ni 溶解度のボロン濃度依存性を考慮した。その溶解度のモデル、及び、Ni の拡散と表面析出モデル[6]によって、熱拡散処理の冷却過程でのウェーハ深さ方向の Ni 濃度分布を計算した。Fig.1 のラインは、今回のモデルによる計算結果である。計算結果は実験結果を良く再現しており、Istratov らの予想[4]に反して、Ni 汚染濃度が低くなると $p/p+$ の偏析型ゲッタリングが有効に働くことが分かった。

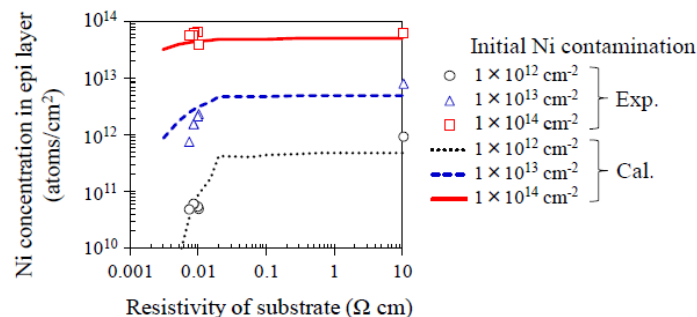


Fig.1 Ni concentration in epi layers after annealing.

参考文献

- [1] A.A.Istratov, et al., Appl. Phys. A 70 (2000) 489. [2] R.Hoelzl, et al., J. Electrochem. Soc. 147 (2000) 2704. [3] 中村浩三 他, 2006 年春季応用物理学会, 22p-ZB-14. [4] A.A.Istratov, et al., J. Appl. Phys. 97 (2005) 023505. [5] R.Hoelzl, et al., Appl. Phys. A, 74 (2002) 35. [6] K.Nakamura, et al., Solid State Phenomena 108-109 (2005) 103.