超高温 RTP による Si ウェーハの酸素析出制御

Control of oxygen precipitation in Si wafers by ultra-high temperature RTP

グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社 技術部基盤技術グループ¹、 岡山県立大学 大学院情報系工学研究科² 地域共同研究機構³ 情報工学部⁴

⁰須藤 治生^{1,2}、前田 進¹、中村 浩三³、末岡 浩治⁴

Base Technology Group, Technology Department, GlobalWafers Japan Co., Ltd.¹, Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural Univ.² Regional Cooperative Research Organization, Okayama Prefectural Univ.³ Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural Univ.⁴

> ^OHaruo Sudo^{1,2}, Susumu Maeda¹, Kozo Nakamura³, and Koji Sueoka⁴ E-mail: Haruo_Sudo@sas-globalwafers.co.jp

【緒言】

酸化性雰囲気下、1300°C 以上の Rapid Thermal Process (RTP)処理により、CZ-Si ウェーハ中の Grown-in 欠陥は 効果的に消去され、且つ、バルク部の酸素析出物の密度はその冷却プロセスにより制御される[1]。つまり、RTP 後の 冷却条件により Si ウェーハ中に残留する空孔濃度を調整することにより、酸素析出を制御することができる[2]。RTP において高密度に酸素析出物を発生させることは容易であるが、析出が過大になると Si ウェーハの機械的強度が低 下し、デバイスの歩留を劣化させる場合がある。そこで、本研究では、酸化性雰囲気での RTP の冷却条件と酸素析出 挙動との関係を調べ、酸素析出を適正な状態とする効果的な制御方法を検討した。

【実験】

酸素濃度が 1.25×10¹⁸ cm⁻³ (Old ASTM)で、窒素濃度が 5.5×10¹⁴ cm⁻³の φ300 mm CZ-Si ウェーハを用いた。RTP 条件は、100%酸素雰囲気下とし、加熱温度 1350℃ で 30 s 保持し、加熱温度から 700℃ に冷却する過程において保 持温度を 1000, 1100, 1200, 1300℃ と変え、各 30 s 保持した。 1350℃ から保持温度までの冷却速度は 25℃/s、保 持温度から 700℃ までの冷却速度を 120℃/s とした。その後、100%酸素雰囲気下、780℃ で 3 h 続いて 1000℃ で 16 h の析出熱処理を施した。熱処理後の酸素析出物の密度は IR トモグラフィー(Raytex, MO441)にて評価し た。なお、RTP 後の点欠陥濃度は、これまでに報告してきたシミュレータ[3, 4]により評価した。

【結果】

図1に、RTP後の残留空孔濃度の計算結果を示す。RTP冷却過程における保持温度に依存して残留空孔濃度が変化した。バルク部の残留空孔濃度は、保持温度が1200℃の場合において最も低下することが分かる。 図2に、酸素析出物密度(深さ方向の平均値)のRTP冷却過程における保持温度依存性を示す。残留空孔濃度 が最も低下することが予想された保持温度1200℃の場合に析出物密度が最も低くなった。残留空孔濃度が1200℃ で最も下がる理由は次のように考えられる。酸化性雰囲気でのRTPの場合、酸化による格子間Siの過飽和度は温度 が下がるほど高くなる。そのため、保持温度が1200℃に下がり格子間Siが優勢になると、1350℃からの急冷によ る過剰な空孔濃度は効果的に低下する。一方、1200℃より低くなると、格子間Siの過飽和度はより高くなる が、温度が低いため表面における格子間Si濃度の絶対値は低くなり、過剰な空孔濃度の低減効果が弱くなる。 そのため、残留する空孔濃度が高く析出の抑制効果が低くなったものと考えられる。詳細なプロセスについては、当 日報告する。



Fig. 1 Calculated vacancy concentration after RTP.

Fig. 2 Dependence of oxygen precipitate density on holding temperature during cooling process.

参考文献

[1]K. Araki et al.: *ECS J. Solid State Sci. Technol.*, 2, 66 (2013). [2]K. Araki et al.: *ECS Solid State Lett.*, 3, 114 (2014). [3]岡村ら、第78回応用物理学会秋季講演会 5p-A204-4. [4]前田ら、第65回応用物理学会春季講演会 18p-D103-7.